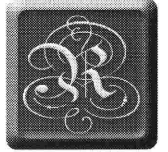


足関節背屈制限による跛行に対する踵補高の違いによる歩容への影響

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2011-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松尾, 英明, 久保田, 雅史, 佐々木, 伸一, 嶋田, 誠一郎, 北出, 一平, 亀井, 健太, 北野, 真弓, 野々山, 忠芳, 鯉江, 祐介, 成瀬, 廣亮, 竹野, 健一, 小林, 茂, 馬場, 久敏 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/3347

症 例 検 討



足関節背屈制限による跛行に対する 踵補高の違いによる歩容への影響

松尾英明¹⁾ 久保田雅史¹⁾ 佐々木伸一¹⁾
 嶋田誠一郎¹⁾ 北出一平¹⁾ 亀井健太¹⁾
 北野真弓¹⁾ 野々山忠芳¹⁾ 鯉江祐介¹⁾
 成瀬廣亮¹⁾ 竹野建一(MD)²⁾
 小林 茂(MD)²⁾ 馬場久敏(MD)³⁾

キーワード：足関節背屈制限，踵補高，歩行解析

要旨：

本症例検討の目的は、足関節背屈制限により立脚後期に膝関節過伸展を呈する症例に対して、処方する踵補高の最適な（膝関節過伸展を抑制し、他関節の負担を増加させない）高さを決定する事である。症例は、右足関節果部骨折に対し創外固定術を施行され、長期経過後も足関節背屈制限 0° と立脚後期に膝関節過伸展を呈する跛行が残存していた50代の女性である。踵補高なし、1 cm、2 cm、3 cmの4条件で3次元動作解析装置を用い歩行中の右下肢の関節角度と関節モーメントを評価した。踵補高2 cm以上で、立脚後期の股関節伸展角度の増大や膝関節伸展角度の減少、膝関節伸展モーメント化を認めた。しかし、踵補高3 cmでは、立脚期全体の膝関節伸展モーメント化、立脚後期の膝関節外反モーメントの増加を認めた。本症例では、踵補高2 cmが、歩行中の足関節背屈可動域を補助し、膝関節過伸展を抑制し、かつ膝関節の異常モーメントをきたさず、有用であると考えられた。



背景

足関節背屈制限を呈する症例は、歩行中の立脚後期における踵離地が困難になり、股関節の伸展運動不十分や膝関節の過伸展を呈し、対側下肢の歩幅が減少する¹⁾²⁾。さらに、膝関節の過伸展を繰り返すと、膝関節後方の関節包や靭帯などの軟部組織が損傷し、痛みや関節不安定性などの二次的な障害を引き起こす可能性がある³⁾。そのため、理学療法においては歩容を改善し、二次的な障害を予防する必要があると考えられる。

膝関節過伸展を呈する歩行に対して、踵補高は臨床的によく用いられており、その目的は足関節背屈角度を補助し、膝関節の過伸展を抑制する事とされている⁴⁾。しかし、実際にどの程度の踵補高の高さが必要であるのか、また、踵補高の高さが歩容に及ぼす影響は十分に明らかにされていない。

そこで本症例検討の目的は、足関節背屈制限 (0°)

により歩行中に膝関節の過伸展を呈した症例に対する踵補高の最適な高さを決定する事とした。本検討における踵補高の最適な高さとは、立脚後期の膝関節の過伸展を抑制し、なおかつ他関節に過剰なストレスを出現させない高さとして定義した。



症例紹介・経過

症例は、右足関節果部骨折 (AO分類B2) を受傷した50代の女性である。現病歴及び経過は、側溝に転落し、脛腓靭帯レベルでの腓骨骨折、内果から近位外側への斜骨折、後果骨折を受傷し (図1A)、受傷13日後に創外固定術が施行された。創外固定は、脛骨中央部、内外果の高さでの脛骨及び腓骨、踵骨にピンが刺入された (図1B)。術後5日から理学療法を開始し、術後7週には創外固定の踵骨部のピンが抜去され、右足関節の可動域運動が開始となった (背屈 -25° 、底屈 45°) (図1C)。また、術後7週では右足関節周囲筋力は徒手筋

1) 福井大学医学部附属病院 リハビリテーション部
 2) 福井大学医学部附属病院 リハビリテーション科
 3) 福井大学医学部器官制御医学講座整形外科学

カテスト（以下、MMT）2であり、院内移動は車椅子であった。右足関節の背屈可動域は、術後15週までに 0° まで改善したが、術後21週でも 0° のままであり（図1D）、足関節背屈可動域の終末感は、弾力性があるが強固な硬さを感じた。術後21週における右足関節周囲筋力はMMT4になり、院内移動は1本杖歩行で自立していたが、歩容観察では右下肢の立脚後期に踵離地が困難となり、股関節の伸展不十分や膝関節の過伸展を呈していた。

方法

術後22週に4条件の踵補高（なし、1 cm、2 cm、3 cm）で歩行解析を行った。踵補高は、長さ13 cm（症例では踵骨隆起～中足骨中央部に相当）、高さ1、2、3 cmの楔状の硬性ウレタン（図1E中段）を作製し、ホルダー（図1E上段）を用いて足底に装着した（図1E下段）。歩行解析には、6台の赤外線カメラ（VICON PEAK社製）と4枚の床反力計（AMTI社製）を同期させた3次元動作解析装置VICON370（VICON PEAK社製）を用いた。症例には、解析ソフトVicon Clinical Manager（以下、VCM）のプロトコールに従い、直径25 mmの反射マーカを両上後腸骨棘中央、両側の上前腸骨棘、大腿外側下 $1/3$ 部、膝関節裂隙、下腿外側中央部、外果、第二中足骨頭に貼り付けた。症例には各試行で歩きやすい速さで歩くように指示した。

評価項目は時間距離因子として歩行速度、右下肢及び左下肢の歩幅、運動学的因子として右下肢の関節角度、運動力学的因子として右下肢の関節モーメントと

した。また、全ての試行が終了した後症例にどの高さが最も歩きやすかったかを聴取した。

結果

時間距離因子の結果を表1に示す。歩行速度と対側下肢である左下肢の歩幅は踵補高2 cmで増大を認めたが、右下肢の歩幅は条件間に差を認めなかった。

運動学的、運動力学的因子の結果を図2に示す。立脚後期の股関節伸展角度は、2 cm以上の踵補高で増大を認めた。立脚後期の膝関節伸展角度は、踵補高が高くなるほど減少を認めた。立脚後期の膝関節矢状面モーメントでは、踵補高なし、1 cmでは屈曲モーメントが観察されたが、踵補高2 cm以上では伸展モーメントが観察された。また、踵補高3 cmでは立脚相全域で膝関節伸展モーメントが観察された。膝関節前額面モーメントでは、踵補高3 cm条件で立脚後期に外反モーメントの増加が観察された。

症例の感想は、2 cmが最も歩きやすいとの事であった。また、歩容観察においても踵補高2 cm条件で、右下肢の立脚後期の踵離地がスムーズになり、股関節の伸展運動や膝関節過伸展の軽減などの変化を捉える事が出来た。

考察

歩行解析の結果から、立脚後期における股関節伸展角度の増大や膝関節伸展角度の減少、膝関節矢状面モーメントの変化を認めたのは、踵補高2 cm以上であり、膝関節の過伸展を抑制するためには2 cm以上の踵補高

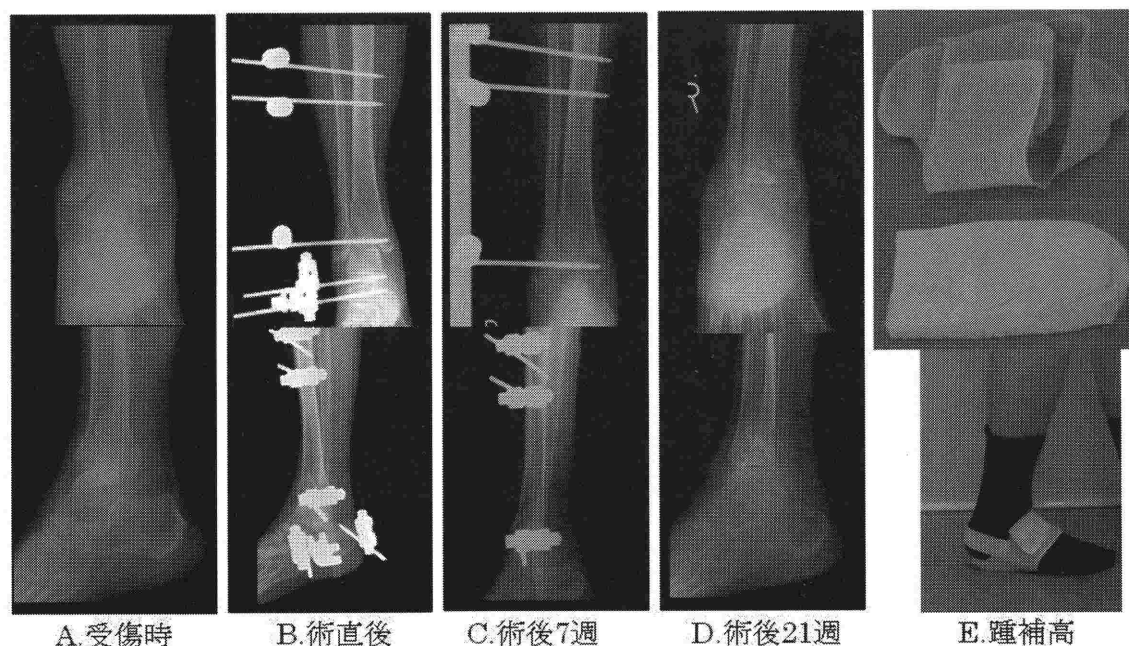


図1 単純X線写真と踵補高

表1 時間距離

踵補高の高さ	歩行速度(m/sec)	歩幅—右(m)	歩幅—左(m)
なし	0.39±0.02	0.42±0.02	0.24±0.02
1cm	0.41±0.03	0.44±0.03	0.26±0.03
2cm	0.45±0.05	0.44±0.04	0.30±0.04
3cm	0.41±0.03	0.44±0.02	0.26±0.03

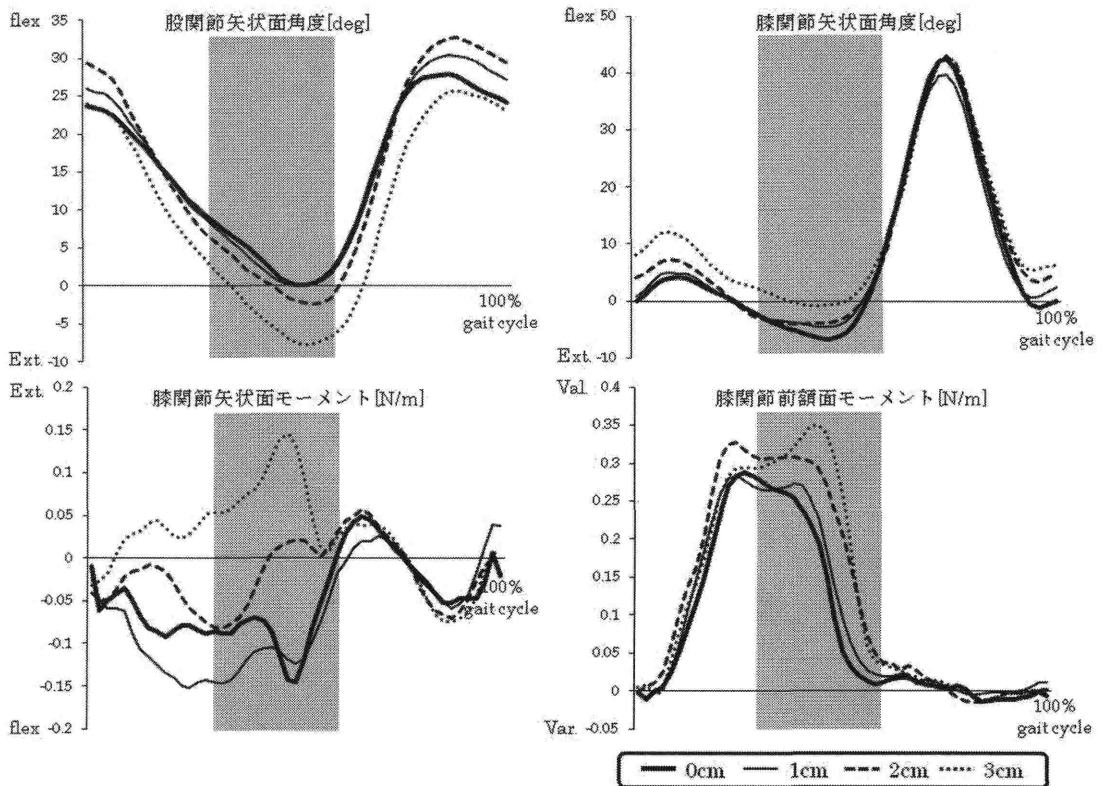


図2 運動学的及び運動力学的因子

灰色領域は立脚後期 (30～60% of gait cycle)

が必要であると考えられた。しかし、踵補高3cmでは、立脚相全域における膝関節伸展モーメントの持続や立脚後期における膝関節外反モーメントの増加が認められ、膝関節に過剰なストレスを生じさせていると考えられた。

本症例は創外固定術を施行され、足関節を7週間固定されていた。動物実験では不動期間1カ月を境に関節可動域の制限因子が骨格筋から関節構成体に変化し、不可逆的な可動域制限になると報告⁵⁾されており、ヒトにおいても長期間の不動により同様の事が起こると予想される。術後21週における本症例の足関節背屈可動域の終末感は、弾力性があるが強固な硬さを感じ、関節構成体が制限因子として優位になっていると考えら

れた。そのため、足関節背屈制限は可逆的であっても長期間を要すると考えられた。

正常歩行の立脚中期から後期における足関節の背屈運動は、下腿を前方へ回転させ、身体重心の前進に寄与する¹⁾。しかし、足関節背屈制限を呈する症例では、下腿の前方への回転運動が障害され、身体重心の前進が困難となり、膝関節の過伸展を呈する¹⁾。これに対して適切な高さの踵補高は、歩行中の足関節背屈可動域を補い、下腿の前方回転運動を補助する事ができる⁶⁾。

本症例における踵補高は、足関節背屈可動域を何度補助し、立脚後期の下腿の前方回転運動に何度寄与したのか、剛体モデル(図3)を用いて推定した。足部を中足趾関節で近位部と遠位部の2つに分けた場合、



図3 剛体モデル

下腿部，踵骨隆起～中足趾筋関節部，中足趾筋関節より遠位部をそれぞれ一つの剛体と仮定する。

灰色の楔形は踵補高（楔状の硬性ウレタン）である。

踵補高により補助された下腿の前傾角度を下腿軸と垂直軸との角度（ θ ）とすると，踵骨隆起～中足趾筋関節までの長さ（*）を斜辺とし，踵補高を高さとする直角三角形における θ と一致する。

よって，三角関数 $\sin \theta = \text{踵補高の高さ} (1 \sim 3 \text{ cm}) / \text{踵骨隆起} \sim \text{中足趾筋関節} (16.5 \text{ cm})$ までの長さとして推定角度を算出した。

*：剛体モデルに適用するために，症例の単純 X 線像から測定した。

踵補高 1 cm は 3.5° ，踵補高 2 cm は 7.0° ，踵補高 3 cm は 10.5° の足関節背屈角度を補助していたと考えられた。正常歩行の立脚相に必要な足関節背屈可動域は， $4 \sim 10^\circ$ と報告されており⁷⁾，本症例では 2 cm 以上の踵補高で必要な可動域を確保できていた。したがって，2 cm 以上の踵補高では，足関節背屈可動域を補い，立脚後期の下腿の前方回転運動を補助し，膝関節にかかる過伸展方向へのストレスを抑制する事が可能になったと考えられた。

Kerrigan ら⁸⁾は，3.8 cm のヒール靴を履いた際の歩行では，立脚相の膝関節伸展モーメントの延長化や立脚後期の膝関節外反モーメントの増加が観察され，大腿四頭筋の負担の増加や変形性膝関節症の発生及び進行の危険因子になる可能性があるとして報告している。本症例の踵補高 3 cm 条件も同様な結果であり，膝関節に悪影響を及ぼす可能性があると考えられた。また，その他の関節の負担も同様に評価したが，踵補高の違いによる影響はなかった。

以上の事から，本症例にとって 2 cm の踵補高が最適な高さであると考えられ，症例の主観的な評価とも一致した。また，踵補高 2 cm では他の 3 条件よりも歩行速度と対側下肢である左下肢の歩幅に増大が認められた。足関節背屈制限を呈する症例に対する踵補高は，下腿の前方回転運動を補助し，身体重心の前進を補助するため，歩行速度や対側下肢の歩幅が増大すると報

告されている⁶⁾。したがって，足関節背屈制限による跛行を示す症例に処方する踵補高の高さの決定には，簡便に測定可能な歩行速度や対側下肢の歩幅が，臨床的に有用な指標になるかもしれない。

本検討の限界として，リスフラン関節やショパール関節のような足部の小さな関節の可動性を考慮していない点あげられる。足部の小さな関節の可動性により，歩行中の足関節背屈可動域を補う事ができるとされている⁶⁾。したがって，踵補高を処方する際には，足部の関節の可動性によっても踵補高の高さを変える必要があると考えられた。



結論

足関節背屈制限 (0°) を呈した本症例に対する 2 cm の踵補高は，膝関節への負担を増加させずに，歩行中の足関節可動域を補助し，反張膝を抑制するのに有用と考えられた。

引用文献

- 1) Gotz-Neumann K：観察による歩行分析．月城慶一，他（訳），医学書院，東京，2005，pp46-115.
- 2) 西部寿人，横井裕一郎，他：尖足を呈する脳性麻痺（痙直型片麻痺）児 2 例の腓腹筋筋膜切離術前後の歩行解析．北海道リハビリテーション学会雑誌．2005；33：9-15.

- 3) Kerrigan C, Deming LC, et al. : Knee recurvatum in gait: a study of associated knee biomechanics. Arch Phys Med Rehabil. 1996 ; 77 : 645-650.
- 4) Johanson MA, Cooksey A, et al. : Heel lifts and the stance phase of gait in subject with limited ankle dorsiflexion. Journal of Athletic Training. 2006 ; 41 : 159-165.
- 5) 沖田実 : 関節可動域制限の病態生理. 理学療法. 2003 ; 20 : 603-611.
- 6) Mazur JM, Schwartz E, et al. : Ankle arthrodesis. Long-term follow-up with gait analysis. J Bone Joint Surg Am. 1979 ; 61 : 964-975.
- 7) Jordan RP, Cooper M, et al. : Ankle dorsiflexion at the heel-off phase of gait: a photokinegraphic study. J Am Podiatry Assoc. 1979 ; 69 : 40-46.
- 8) Kerrigan DC, Johansson JL, et al : Moderate-heeled shoes and knee joint torques relevant to the development and progression of knee osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil. 2005 ; 86 : 871-875.

やさしさで、医療を科学する...

MINATO

測定機能付自力運動訓練装置 ウェルトニックLシリーズ

MEDICALFITNESS Machine **Weltonic** SERIES

ウェルトニック WT-L01 届出番号 : 27B2X00088000002
 ウェルトニック WT-L02 届出番号 : 27B2X00088000003
 ウェルトニック WT-L03 届出番号 : 27B2X00088000004
 ウェルトニック WT-L04 届出番号 : 27B2X00088000005

ロコモ対策の指導にご活用ください。

筋力測定機能標準装備

操作性の向上

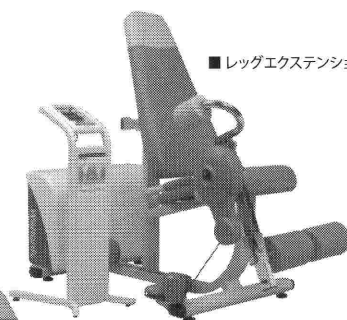
移乗性の向上

安全性の向上

軽量化

細やかな負荷調整

■レッグエクステンション



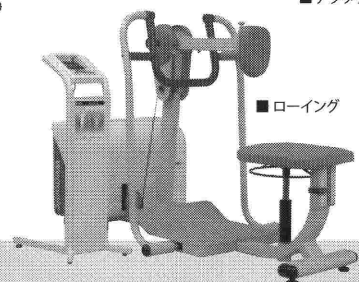
■アブダクション



■レッグプレス



■ローイング



ミナト医科学株式会社 URL <http://www.minato-med.co.jp/>

本社 / 〒532-0025 大阪府大阪市淀川区新北野3丁目13番11号 TEL 06(6303)7161 FAX 06(6303)9765
 営業所 / 札幌・仙台・浦和・船橋・東京・多摩・横浜・新潟・金沢・静岡・名古屋・京都・南大阪・大阪・神戸・広島・高松・北九州・福岡・鹿児島

MINATO MEDICAL SCIENCE CO.,LTD.