

全人工膝関節置換術後患者に対する 後進歩行練習の即時効果の有用性について ～加速度計を用いて～

小池一成^{1) 2)}, 大久保秀雄¹⁾, 山口真人¹⁾, 宮下敏紀³⁾, 工藤慎太郎^{2) 3)}

- 1) 医療法人錦秀会 阪和第二泉北病院 リハビリテーション部
- 2) 森ノ宮医療大学 保健医療学部 理学療法学科
- 3) 森ノ宮医療大学大学院 保健医療学研究科

キーワード:TKA・後進歩行・加速度計

はじめに

後方歩行 (以下 Backward Gait: BG) は, 下腿三頭筋の筋活動を高める歩行^{1) 2) 3)} として, 全人工膝関節置換術 (以下 TKA) 後患者に対してのみならず, 理学療法の臨床で治療技術としてよく用いられる. ところで, TKA に至る変形性膝関節症 (以下膝 OA) の症例では, 術前からの膝関節の疼痛や変形による下腿三頭筋の活動性の低下⁴⁾ を生じ, 歩行速度や反対側の歩幅縮小といった問題の原因となる. 歩容の正常化には, TKA 後歩行における足関節機能の改善が必要であり, BG 練習はそのための効果的な運動療法であると考えられるが, BG 練習後の効果に関し, 運動学・運動力学的な検討は未だなされていない. 我々は, 以前, TKA 後患者の BG の効果を歩行中の二次元動作分析により, BG 後, 立脚中期から立脚後期にかけての足関節の背屈角度の向上を確認し, 下腿三頭筋の活動が促されやすい状況になっていることを推測したが, 運動力学的な考慮がなされていなかった. その後, 我々は, 腓骨頭に装着した際の加速度計のデータが立脚後期の足関節機能を定量的に計測できる

(Miyashita. et al, JPTS 2019 in press) ことを確認し, 昨年(第 57 回)近畿理学療法学会にて, TKA 後患者 1 症例に対し, 加速度計を用いた BG 前後の前進歩行でのターミナルスタンス (以下 TSt) からプレスイング (以下 PSw) の足関節パワー計測による BG 練習後の前進歩行の即時効果について報告した. その中で, TSt から PSw での下腿に加わる加速度は BG 後に向上し, 足関節パワーが増加したことを示した. そこで今回, サンプル数を増やし, BG 練習の即時効

果の検証を行ったので, その結果を報告する.

方法

対象はTKAを施行し,術後約2週間後のBG練習が可能であった男女12名(年齢 74.3 ± 6.4 歳,身長 155.9 ± 8.9 cm,体重 58 ± 11.4 kg,BMI 23.7 ± 3.1)とした.BG練習は2分間実施し,BGはtoe touchの際に,足趾から床面につき,足趾伸展を促すよう口頭指示した.BG練習前後の前進歩行の効果判定には3軸加速度計(8チャンネル小型無線モーションレコーダーMVP-RF8-HC2000 Micro Stone(株))と同期したPCタブレットを使用した.加速度センサーを腓骨頭部に装着し,TStからPSwにおける前方,垂直,前上方への加速度を A_x , A_y , A_v ($A_v = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$)として算出した.なお歩行周期の同定には同期したPCタブレットで撮影した動画より決定した(図1).足関節パワーを推定する重回帰式は「足関節パワー推定値(W)=-4.689+0.269× A_y +0.104×体重」を用いた(Miyashita. et al, JPTS 2019 in press).統計学的分析は,BG前後の前進歩行のそれぞれの項目を対応のあるt検定を用いて比較した.有意水準は5%とした.

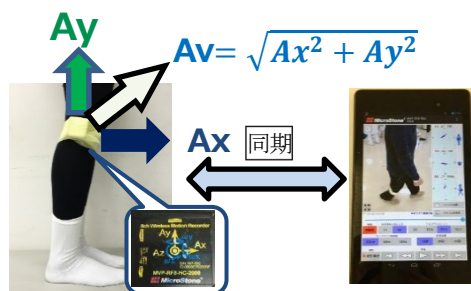


図1:加速度計の貼付位置と Tablet PC

説明と同意

対象者には、主旨や方法、参加の有無によって不利益にならないことを十分に説明し、同意を得ている。本研究は本院倫理委員会の承認を得て、ヘルシンキ宣言に基づく倫理原則を遵守して実施した。

結果

BG 練習後の前進歩行にて、TSt から Psw における前方 (Ax), 垂直 (Ay), 前上方 (Av) への加速度はそれぞれ有意差が認められた (表 1)。さらに、足関節パワー推定値は、BG 前 2.12 ± 1.41 W から BG 後 2.61 ± 1.72 W と BG 練習後に有意に高い値を示した。(図 2)

表 1. BG 前後の加速度の変化 $p < 0.05$

	BG 前	BG 後
Ax	3.37 ± 3.23	6.22 ± 4.12
Ay	2.18 ± 2.38	3.98 ± 3.61
Av	4.33 ± 3.65	7.59 ± 4.96

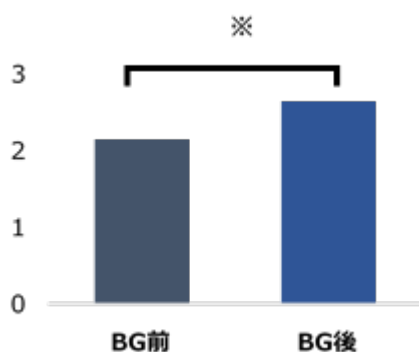


図 2: 足関節底屈パワー推定値 (W) ※ $p < 0.05$

考察

歩行中の歩行の推進力となる蹴りだしを促す力源には、足関節底屈筋の求心性収縮が関与している。強い底屈モーメントパワーを発揮するには、立脚中期から後期における足関節背屈運動時に下腿三頭筋が elastic recoil を行うことで、アキレス腱に弾性エネルギーを蓄積し、フォアフットロッカーと足趾伸展を促し、その開放が起こることが必要になる。⁵⁾

我々は、腓骨頭に装着した際の加速度データは立脚後期の足関節パワーと相関することを確認している。今回、TSt から Psw での下腿に加わる加速度や足関節パワーの推定値 (W) は、12 症例中 11 症例で BG 後向上し、有意差を認めた。これは、足関節パワーが増加したことを示している。BG の特徴として、つま

先接地 (TS)⁶⁾において、下腿三頭筋の筋活動が大きくなることを示している。^{1) 2) 3)} また、つま先接地での床反力ベクトルは、足関節の前方を通るため、足部の運動制御が必要となる。⁷⁾ つまり、BG を行うことで、TSt で足関節の安定化と足関節背屈制動のために、下腿三頭筋の elastic recoil が促しやすい状態になり、即時効果を得ることができたと考えられる。したがって、BG は下腿三頭筋の遠心性収縮を促しやすく、TKA 後の歩容を正常化するための練習としての有用であることが示唆された。今後、術前から退院までの BG 介入群や非介入群での検討や TKA・膝 OA での足関節底屈パワーの基準値の作成、BG で得られた足関節底屈パワー向上がもたらす歩行への影響や ADL の変化などを調査していきたい。

理学療法研究としての意義

TKA 後の歩行における足関節機能の改善に向けた運動療法として、BG 練習の有用性が示唆された。

文献

- 1) 本間秀文, 他: 後方歩行の筋活動に関する研究, 理学療法学 28 (3): 323-328, 2013
- 2) 嘉戸直樹, 他: 後ろ歩き 関西理学 15: 29-32, 2015
- 3) Cipriani DJ, et al.: Backward walking at three levels of treadmill inclination: an electromyographic and kinematic analysis. J Orthop sports Phys Ther. 1995; 22: 95-102
- 4) 松尾善美, 他: 臨床実践 変形性膝関節症の理学療法 文光堂 2016 p108
- 5) 石井 慎一郎: 動作分析 臨床活用講座 パイオメカニクスに基づく臨床推論の実践, メジカルビュー社, 2013, p188
- 6) Kramer JF et al.: Backward walking: a cinematographic and electromyographic pilot study. Physiother Can, 1981, 33(2): 77-86.
- 7) 藤澤宏幸, 他: 若年健常者における後ろ歩きの速度制御に関する研究, 理学療法学 37 (1) 17-21, 2010