

Standing on slopes – how current microprocessor-controlled prosthetic feet support transtibial and transfemoral amputees in an everyday task

Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation (2017) 14:117.

坂道での立位 - コンピューター制御足部は大腿と下腿切断者の日常生活動作をいかにサポートしているか

対象製品

(Meridium, Elan, Proprio, TSA, Raize) vs conventional prosthetic feet 従来型足部

主要所見

→ Only Meridium

- Joint angles and joint torques are closest to non-amputees for
 - Standing on an upward slope of 10°
 - Standing on a downward slope of 10°
- Autoadaptive dorsiflexion stop and sufficient range of motion improve symmetric loading
 - Clear superiority for Meridium compared to other microprocessor-controlled feet (MPFs)

→ With microprocessor-controlled prosthetic feet (MPFs) compared to conventional prosthetic feet:

- Full adjustment of the ankle joint improves symmetry of vertical ground reaction forces
- Compensatory posture necessary for transtibial and transfemoral amputees, when prosthetic foot has no automatic ankle angle adaptation

→メリディウムのみ

- 足関節の角度とトルクは非切断の関節に近似している
 - ・ 10° の上り坂での立位
 - ・ 10° の下り坂での立位
- 自動制御での背屈ストップと十分な関節域の動きで、荷重の対称性が改善
 - ・ 他のコンピューター制御足部と比較して、メリディウムの明確な優位性

→従来の義足足部と比較した場合、コンピューター制御足部(MPFs)は:

- 足関節の動きが完全に調節されることで、垂直方向の床反力の対称性が改善
- 義足足部に足関節の自動制御がない場合、大腿切断者と下腿切断者は代償姿勢が必要

Differences in ankle angles when standing on a downward slope (10°)

下り坂(10°)立位での足関節角度の違い

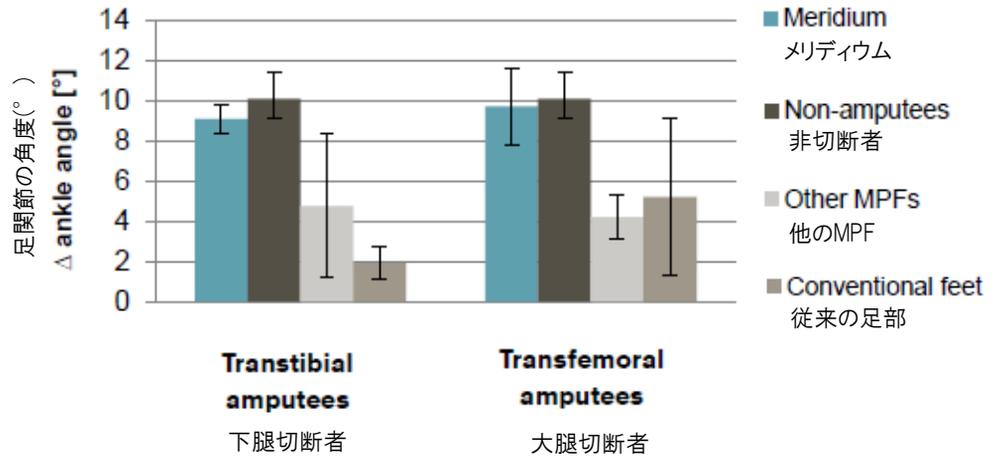


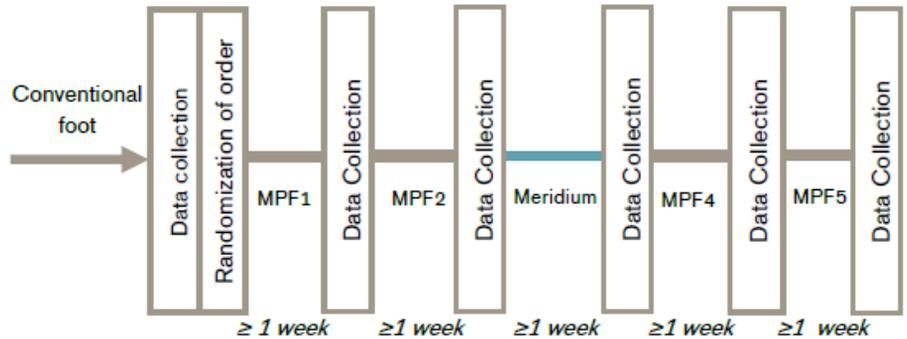
Figure 1: Differences in ankle angles when standing on a downward slope (10°) are illustrated for Meridium, other MPFs, conventional prosthetic feet and non-amputees.

図1:下り坂(10°)立位時の足関節の角度の違いを、メリディウム、他のMPF、従来の足部および非切断者について表示している。

個体群

Subjects:	4 unilateral transtibial amputees (TT) 4 unilateral transfemoral amputees (TF) 20 non-Amputees (control group)
Previous prosthesis foot:	Conventional prosthetic feet (Non-MPF)
Amputation causes:	not reported
Mean age:	4 TT: 56.2 yrs ± 12 yrs; 4 TF: 44.5 yrs ± 3 yrs 20 non-Amputees: 22.5 yrs ± 3 yrs
Mean time since amputation:	> 3 yrs
MFCL:	K3 and K4
対象:	4名の片側下腿切断(TT) 4名の片側大腿切断(TF) 20名の非切断者(コントロールグループ)
以前の義足足部:	従来の義足足部(MPFでない)
切断原因:	報告なし
平均年齢:	4TT:56.2歳 ± 12歳 4TF:44.5歳 ± 3歳 20非切断者:22.5歳 ± 3歳
切断からの経過時間:	> 3年
MFCL:	K3とK4

Transfemoral (N = 4) and transfemoral* (N = 4) amputees



The order of wearing the MPFs was randomized for each subject. The graph shows an example, where Meridium is selected as the third MPF.

* Transfemoral amputees were not equipped with the Raize foot, which reduced the number of data collection session from 6 to 5.

MPFの装着順は、被験者ごとにランダムである。グラフはメリディウムを3番目に装着した例を示している。

* Raize足部は、大腿切断者に装着する事ができない。そのためデータを集めるセッション数が6から5に減っている。

結果

項目	評価法	大腿・下腿切断者の義足 vs 非切断者 の結果	評価*	大腿・下腿切断者の健側 vs 非切断者 の結果	評価*
平地歩行	足関節のトルク	正の値:背屈 ; 負の値:底屈			
		結果なし:全足部における差異	0	TT:	
				Elan: +0.34 ± 0.08	++
	膝関節のトルク	正の値:膝関節の伸展 ; 負の値:膝関節の屈曲			
		TT:		結果なし:全足部における差異	0
		Elan: -0.01 ± 0.06	--		
股関節のトルク		正の値:股関節の屈曲 ; 負の値:股関節の伸展			
		TT:		結果なし:全足部における差異	0
		Proprio: +0.07 ± 0.06	--		

*評価の表示について:変化なし(0)、プラスの傾向(+)、マイナスの傾向(-)、顕著な結果(++/--)、範囲外(n.a)

項目	評価法	大腿・下腿切断者の義足 vs 非切断者 の結果	評 価*	大腿・下腿切断者の健側 vs 非切断者 の結果	評 価*	
傾斜、坂道	足関節のトルク	正の値:背屈 ; 負の値:底屈				
	下り(10°)	TT:	TT:			
		Elan: -0.01 ± 0.08	--	日常足部: $+0.43 \pm 0.13$	++	
		Proprio: -0.10 ± 0.15	--	Elan: $+0.39 \pm 0.08$	++	
		TSA: $+0.04 \pm 0.02$	++	Proprio: $+0.39 \pm 0.03$	++	
	Raize: $+0.06 \pm 0.03$	++				
	TF:	TF:				
	Elan: -0.05 ± 0.07	--	日常足部: $+0.42 \pm 0.14$	++		
	TSA: $+0.04 \pm 0.04$	++				
	上り(10°)	TT:	結果なし:全足部における 差異			0
日常足部: $+0.62 \pm 0.15$		++				
Elan: $+0.23 \pm 0.01$		++				
Proprio: $+0.46 \pm 0.02$		++				
Raize: $+0.52 \pm 0.15$	++					
TF:						
日常足部: $+0.66 \pm 0.07$	++					
Elan: $+0.48 \pm 0.09$	++					
Proprio: $+0.52 \pm 0.04$	++					
TSA: $+0.61 \pm 0.08$	++					
膝関節のトルク	正の値:膝関節の伸展 ; 負の値:膝関節の屈曲					
下り(10°)	TT:	TF:				
	日常足部: -0.16 ± 0.04	--	Elan: -0.07 ± 0.11	--		
	Elan: -0.17 ± 0.04	--				
	Proprio: -0.16 ± 0.06	--				
Raize: $+0.03 \pm 0.07$	--					
TF:						
日常足部: -0.21 ± 0.28	--					
Elan: -0.21 ± 0.05	--					
Proprio: -0.24 ± 0.03	--					
TSA: -0.09 ± 0.09	--					
上り(10°)	TT:	結果なし:全足部における 差異			0	
	Elan: $+0.26 \pm 0.04$					++
	Proprio: $+0.38 \pm 0.06$					++
	TF:					
日常足部: $+0.29 \pm 0.07$	++					
Elan: $+0.30 \pm 0.06$	++					
Proprio: $+0.31 \pm 0.09$	++					
TSA: $+0.31 \pm 0.04$	++					

*評価の表示について:変化なし(0)、プラスの傾向(+)、マイナスの傾向(-)、顕著な結果(++/--)、範囲外(n.a)

項目	評価法	大腿・下腿切断者の義足 vs 非切断者 の結果	評価*	大腿・下腿切断者の健側 vs 非切断者 の結果	評価*
傾斜、坂道	股関節のトルク	正の値:股関節の屈曲 ; 負の値:股関節の伸展			
	下り(10°)	TT:		結果なし:全足部における差異	0
		Proprio: +0.09 ± 0.04	++		
	TSA: +0.14 ± 0.10	++			
Raize: +0.12 ± 0.05	++				
TF:					
日常足部: +0.26 ± 0.12	++				
Elan: +0.1 ± 0.12	++				
Proprio: +0.24 ± 0.1	++				
TSA: +0.13 ± 0.04	++				
上り(10°)	TT:	TF:			
	Raize: +0.15 ± 0.14	++	日常足部: +0.05 ± 0.05	++	

*評価の表示について:変化なし(0)、プラスの傾向(+)、マイナスの傾向(-)、顕著な結果(++/--)、範囲外(n.a)

執筆者のまとめ

"A prosthetic foot that combines both key features – an auto-adaptive dorsiflexion stop and sufficient ROM to completely adapt to inclinations - enables lower limb amputees to stand on slopes in an almost natural manner. The biomechanical parameters indicate that this concept is superior to conventional passive feet or feet which provide only one key design feature such as a sufficient ROM. Finally, the results indicate that both, TT and TF amputees, benefit from such a foot.." (Ernst et al, 2017)

重要な特徴が組合さった義足足部は - 自動で制御される背屈ストップと傾斜に完全に適合するための十分なROM - 下肢切断者が斜面において、ほぼ自然な状態での立位を可能にする。バイオメカニクスのパラメーターは、この概念が、従来の受動的足部や、十分なROMなど一つだけ特長を持った足部と比較して優れている事を示している。最後に、TTとTFの両方の切断者がこのような足部から利益を得られるという事を、この結果は示している。(Ernstなど, 2017)