

Estudo caso

**Comparação da funcionalidade de diferentes tipos
de pés protésicos**

Autores: *Silva, Duarte* (apresentador); Etchegoyen, Pablo; Vaz, Tiago; Matos, José Pedro

Sumário



-> Introdução

-> Objectivos

-> Metodologia

-> Resultados

-> Discussão

-> Conclusão

-> Bibliografia

Introdução

Amputação é uma cirurgia destrutiva/construtiva.

(Monzon, Gavidia, & Carrasco, 1992).



<http://www.360oandp.com/Data/Sites/1/video/gbauer/54/thumb/2004Ceterusdemo.mpg.jpg>

A amputação do membro inferior é uma alteração primariamente periférica, já que perde-se uma parte do sistema nervoso periférico e do sistema músculo-esquelético. (Lacuesta J. , et al., 1994)



Introdução

As pessoas que sofrem uma amputação da extremidade inferior apresentam uma deterioração funcional variada.

(Samitier, Guirao, Pleguezuelos, Pérez Mesquida, Reverón, & Costea, 2011)

Amputados unilaterais ou bilaterais, transfemorais ou transtibiais, apresentam alterações na marcha e portanto diminuição da mobilidade.

(Brooks, Parsons, Hunter, Devlin, & Walker, 2001)

Introdução

Restauração da capacidade da marcha

Adaptação na marcha

Utilização da musculatura remanescente

Adaptação de uma prótese

(Hughes, 1983)

Introdução



Simetria lateral

Direita



Esquerda

(Stanic, Badj, Valencic, & Acimovic, 1977)



Introdução

Factores que podem influenciar o padrão de marcha de um amputado derivado da protetização. (Lacuesta J. , et al., 1994).



http://www.ortoiberica.es/ortopedia-protésica-exogena-ortésica/protesis-de-miembro-inferior/encajes-de-gel-o-silicona_59_1_ap.html



http://www.eastin.eu/en-GB/searches/products/detail/database-rehadat/product-PU_02136



http://www.ortoiberica.es/ortopedia-protésica-exogena-ortésica/protesis-de-miembro-inferior/adaptadores-de-acero_57_1_ap.html

Poucos estudos em que se analisa o efeito do tipo de mecanismo protésico sobre a marcha do amputado transtibial . (James & Stein, 1986). ➤

Introdução



Não existem bases científicas claras para a seleção de que mecanismos são melhores para cada caso.

(Lacuesta J. , et al., 1994)

O médico que prescreve a prótese escolhe um ou outro, segundo as referências pessoais, a moda ou a experiência profissional.

(Lacuesta J. , et al., 1994)



<http://passofirme.files.wordpress.com/2011/07/pistorius-1.jpg>



Objectivos

Determinar qual dos pés protésicos melhor se adequa à funcionalidade do sujeito.

Comparar os pés protésicos entre eles, entre o grupo de controlo e a bibliografia seleccionada.

Metodologia

Tipo de Estudo

- Estudo de caso
- Investigação aprofundada de um individuo
- Compreender, descrever e explorar um fenómeno sobre o qual existe pouco ou nenhum conhecimento
- Útil para verificar e estudar uma teoria ou um caso único.
- 2 tipos de variáveis (dependentes e independentes)

	SACH	Flex-Foot	Dyna-Star	Pantera	Allurion
Tipo de encaixe	TSB	TSB	TSB	TSB	TSB
Tipo de interface	Manga Poliuretano	Manga Poliuretano	Manga Poliuretano	Manga Poliuretano	Manga Poliuretano
Tipo de suspensão	VASS	VASS	VASS	VASS	VASS
Peso do Pé	586grs	540grs	543g	650g	575g
Com cosmética incluída					
Peso total da prótese	1835grs	1789grs	1792grs	1899grs	1824grs

(Fortin, 2003)



Metodologia

Amostra:

Género: Masculino

Idade: 22 anos

Altura: 170cm

Peso: 71kg

Patologia: anomalia congénita (WHO, 2010) → corrigida transtibial

Nível de atividade: K3 (Berke, 2007)

Outras patologias: Sem patologias associadas

Metodologia

Grupo de controlo:

- Número de indivíduos- 3
- Idades- 22/34anos;
- Média de idades- 26 anos
- Altura média- 180cm
- Peso médio- 74kg



Metodologia

Procedimento:

- Passadeira baropodométrica;
- Intervalo mínimo de 3 dias e sempre à mesma hora;
- Mantida uma temperatura ambiente;
- Utilização do mesmo calçado e roupa desportiva;
- Não ingerir bebidas alcoólicas nem café;
- Medida a FC de modo a não ultrapassar as 180 BPM (220-idade). (da Silva & Rodriguez-Añes, 2003)

Metodologia

Procedimento:

- Não foi necessário tempo de habituação à passadeira;
- Teste de marcha de 5 estágios de 4 min a diferentes velocidades (54; 67; 80; 94; 107 m/min);

(Lin-Chan, Nielsen, Shurr, & Saltzman, 2003)

- 5 pés protésicos (1 convencional e 4 de acumulação e retorno energético).



Metodologia

Procedimento – Pés utilizados

Pé SACH (Solid Ankle Cushion Heel)

- Grau de mobilidade 1 e 2
(Otto Bock, 2013)



http://www.ottobock.com.br/cps/rde/xchg/ob_br_pt/hs.xsl/1789.html

Pé Flex-Foot Assure

- Grau de actividade 1 e 2
(Ossur, 2013)



http://www.shoppingortopedico.com.br/produtos/pes_novos/flex_foot_assure.png



Metodologia

Procedimento – Pés utilizados

Pé Allurion

- Grau de actividade 3 e 4
(Ossur, 2013)



http://webpace.webring.com/people/xj/jhweber/Flex_foot.jpg

Pé Dynastar

- Grau de actividade 2 e 3
(Proteor, 2013)



http://www.ortopedia.proteor.es/images/img_elt_diapo_3706.jpg

Pé Pantera

- Grau de actividade 2 e 3
(MEDI, 2013)



<http://www.medi.de/typo3temp/pics/d7ebae297d.jpg>



Metodologia

Análise de dados:

- Analisadas as variáveis dependentes:
 - Comprimento, largura e tempo do passo;
 - Comprimento e tempo da passada;
 - %CM da fase de apoio e de balanço;
 - Cadência
 - Força de contato do calcanhar e de impulsão
 - Diferença de apoio do lado amputado para o são.
- Comparar os dados obtidos com o grupo de controlo e a bibliografia.

Resultados

Fase de apoio

Fase de apoio, %CM

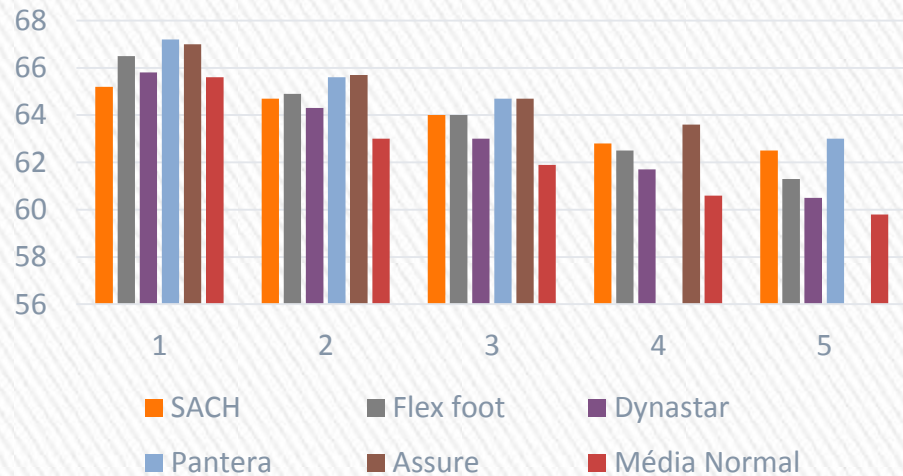


Gráfico 1: Percentagem da fase de apoio no ciclo de marcha

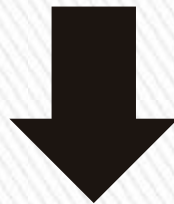
- Pantera
- Allurion



- Dynastar



- Velocidade



- Percentagem da fase de apoio tanto dos pés protésicos como da média normal



Resultados

Apoio são/amputado

Diferença de apoio DIR-ESQ, %CM

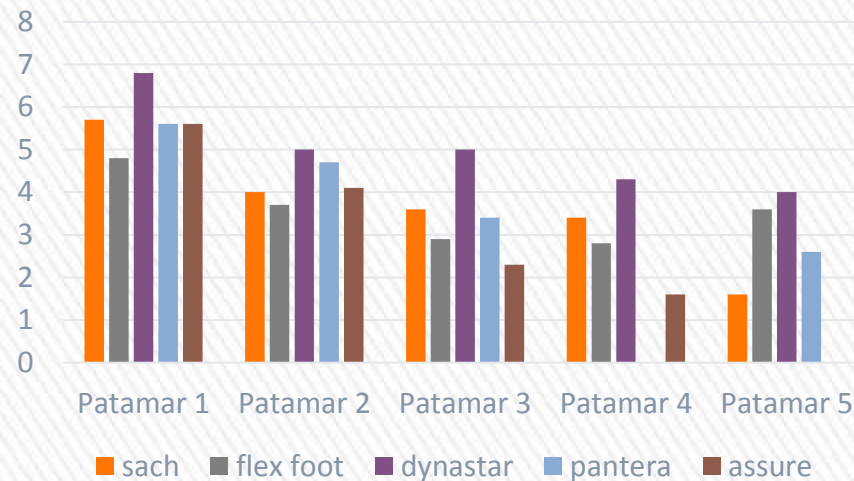


Gráfico 2: Percentagem da diferença de apoio entre o lado amputado e são

- Dynastar



- Flex-foot (velocidades baixas)
- Allurion (velocidades altas)



Resultados

Fase de balanço

- Dynastar > - Outros pés

↑ - Velocidade ↑

- Percentagem da fase de balanço tanto dos pés protésicos como da média normal >

Fase de balanço, %CM

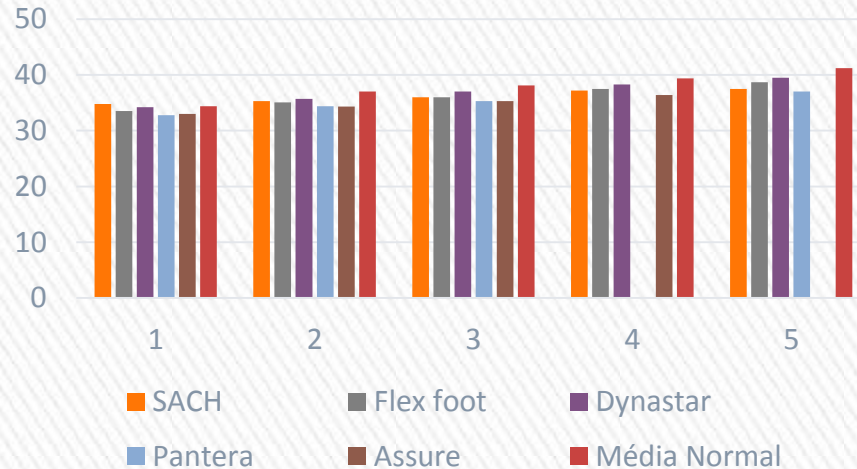


Gráfico 3: Percentagem da fase de balanço no ciclo de marcha

Resultados

Apoio terminal (impulsão)

Pantera > Allurion



Pé normal aumenta a força de impulsão
 Pé protésico diminui a força de impulsão

Impulsão, N

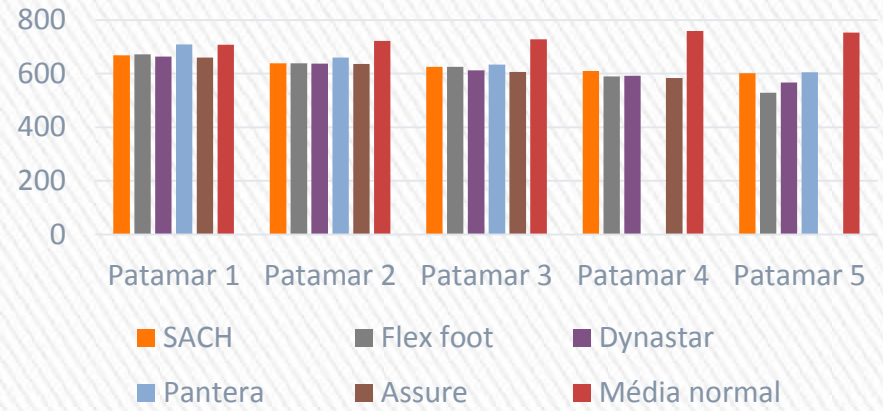


Gráfico 4: Força de impulsão do membro protetizado

Resultados

**Resposta à carga
(contacto do
calcanhar)**

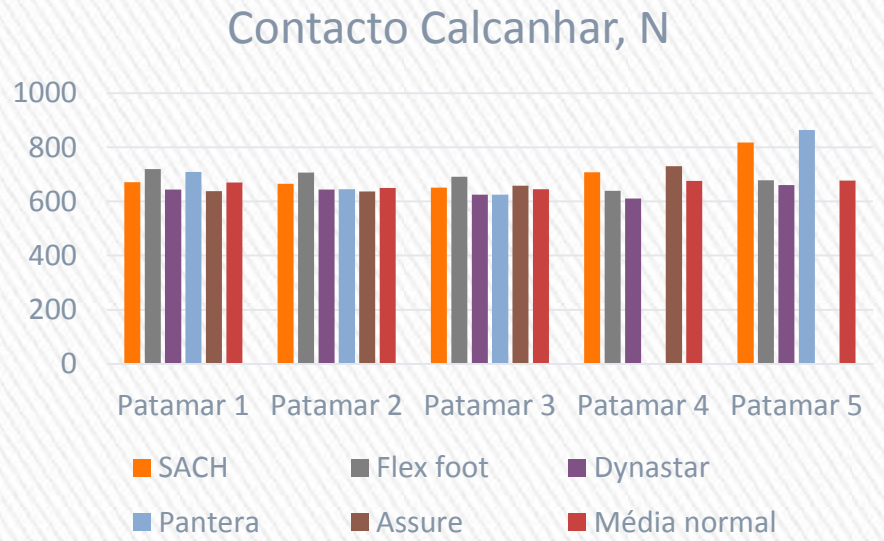
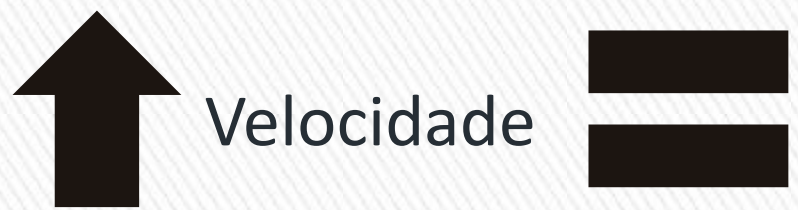


Gráfico 5: Força do contato do calcanhar no membro protetizado



Valores da média normal

Diferenças entre pés protésicos e média normal nos 2 últimos patamares
Pantera > Dynastar

Resultados

Largura do passo

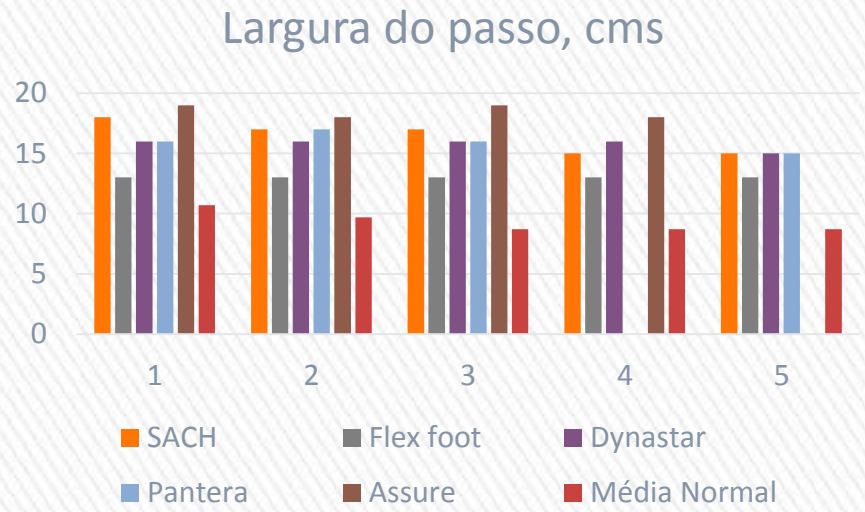


Gráfico 6: Largura do passo no membro protetizado



Largura do passo dos pés protésicos é maior que média normal
 Allurion > Flex-Foot

Resultados

Comprimento do passo

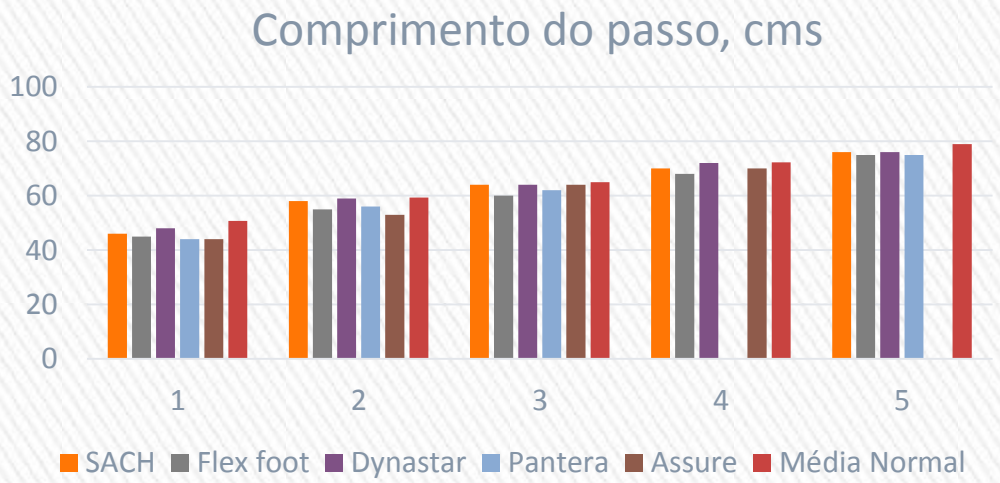


Gráfico 7: Comprimento do passo no membro protetizado

Dynastar > Flex-Foot a velocidades mais altas
 Allurion a velocidades mais baixas



Resultados

Tempo do Passo

Dynastar > Allurion



Velocidade



Tempo do passo

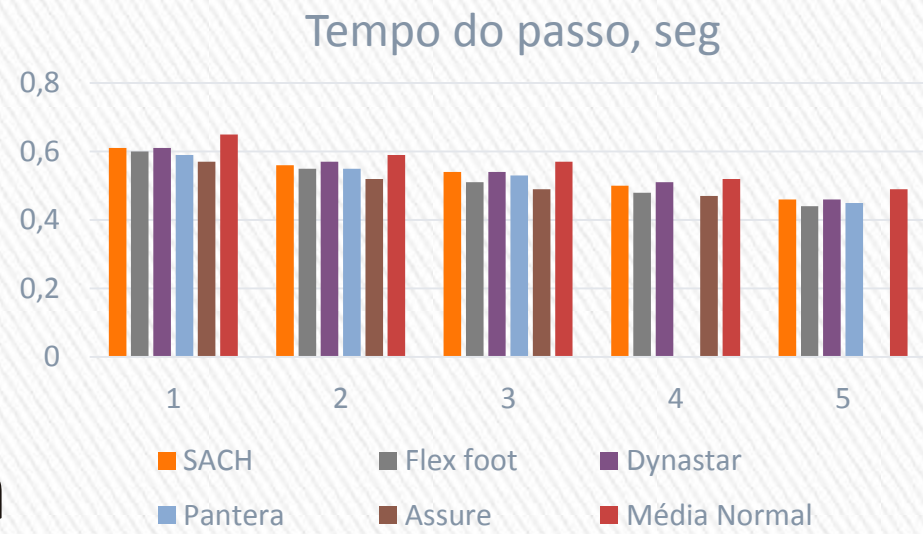


Gráfico 8: Tempo do passo no membro protetizado

Pés protésicos apresentam valores sempre menores que os de pés normais

Resultados

Comprimento da passada

Flex-Foot (1,2) > Allurion (1,2)
Dynastar (3,4,5) > SACH (3,4,5)

↑ Velocidade ↑ Comprimento da passada

Nenhum pé protésico conseguiu igualar os valores apresentados pela média normal

Comprimento da passada, cms

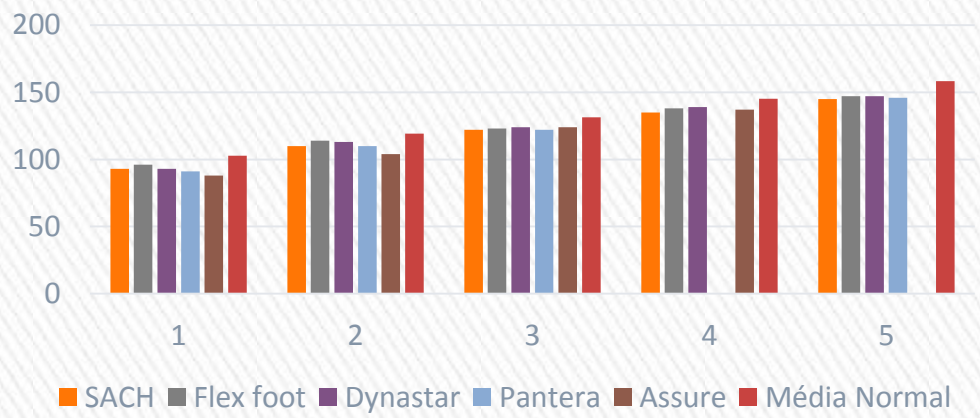


Gráfico 9: Comprimento da passada no membro protetizado

Resultados

Tempo da passada

Dynastar > Allurion



O tempo conseguido pela media normal é sempre maior que o conseguido pelos pés protésicos

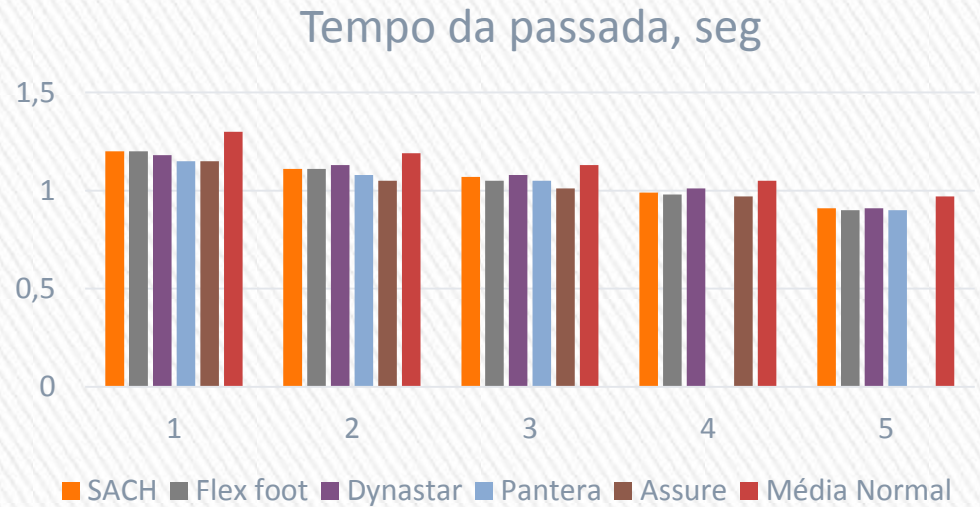


Gráfico 10: Tempo da passada no membro protetizado

Resultados



Cadência

Cadência, passos/min

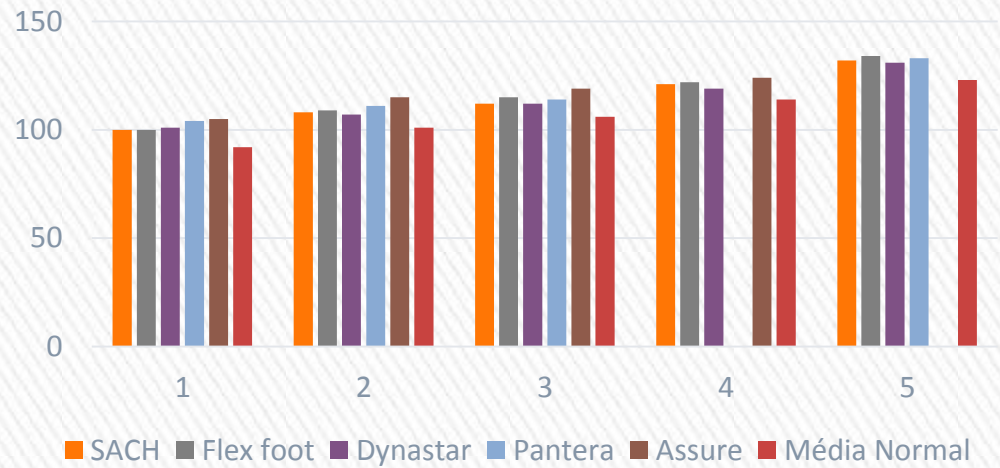


Gráfico 11: Cadência do amputado

Allurion > Dynastar

Com todos os pés protésicos, os valores da cadência são mais elevados do que a média normal

Discussão



Fase de apoio e balanço

-> Dynastar poderá ser o que oferece menor capacidade de apoio ao membro.

(Perry, 2005)

-> Estratégia de marcha antiálgica,

(Lusardi & Nielsen, 2007)


-> Menor segurança oferecida pelo pé.

(Nogueira, Silva, Tortoza, & Fatarelli, 2003)

Os pés que apresentaram maiores valores na fase de apoio, apresentam os menores na fase de balanço. (Robinson, Smidt, & Arora, 1997),

Discussão

Largura do passo

Com o aumento da velocidade a largura do passo mantém-se ou diminui.  Lacuesta, et al., (1994)

Estabilidade ML



Flex-foot > Allurion

Nenhum dos pés oferece valores de estabilidade dentro do normal, a nível ML. (Lacuesta, et al., 1994)

Discussão

Comprimento do passo

O comprimento do passo em todos os pés vai aumentando à medida que aumenta a velocidade.



Isakov, Burguer, Krajnik, Gregoric, & Marincek, (1996).

O nosso estudo contraria (Isakov et al., 1996), pois foi observado que a velocidade influencia a simetria.

Flex-Foot



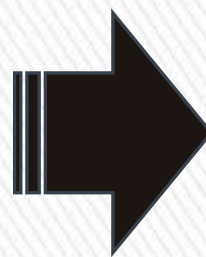
Comportamento mais regular



Discussão

Tempo do passo

Os efeitos da velocidade no comprimento do passo não apresentam diferenças significativas de tempo do passo entre lado amputado e são. (Isakov et al., 2000)



Relatado no nosso estudo!

Segurança

(Lusardi & Nielsen, 2007) (Isakov, Keren, & Benjuya, 2000)

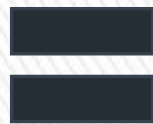
Dynastar > Allurion



Discussão

Cadência

Encontradas variações de 3 a 7 p/min entre os diferentes pés.



(Tourborn, 1990)



(Postema, 1997)

A cadência com qualquer pé e a qualquer velocidade ultrapassa sempre a média normal e a bibliografia para pessoas normais.

Apresenta-se dentro da média para amputados transtibiais. (Tourborn, 1990)

Discussão



Resposta à carga e impulsão

Ao nível das forças, os pés protésicos têm um comportamento semelhante ao pé normal (Viejo et al., 2000)

↪ Observado no nosso estudo a velocidades baixas, com a diferença a acentuar-se à medida que aumentava a velocidade

Os picos de forças tanto no apoio terminal como na resposta à carga deveriam ser semelhantes. (Perry, 2005)

↪ Observado no nosso estudo nos 3 primeiros patamares, perdendo-se esta simetria a maiores velocidades.



Discussão

Resposta à carga e impulsão

Com o aumento da velocidade há uma diminuição no aumento das forças de impulsão.



(Viel, 2001)



Conclusões



Nenhum pé protésico atinge a performance do pé anatómico

- Diferenças na largura do passo e na fase de apoio → menor equilíbrio e segurança na marcha.
- Diferenças na impulsão → Pouca eficiência no retorno energético.

Dynastar → Pé com melhores prestações no nosso amputado

- Menor % fase apoio
- Resultados mais altos nos tempos e comprimentos do passo e passada, e na cadência.
- Menor valor na resposta à carga, terá levado a um maior conforto e melhores resultados.



Conclusões



Allurion → Pé com menores prestações

- Piores resultados na largura do passo → com maior instabilidade ML.
- Menor força de impulsão → dificulta o avanço do membro.

Pantera → Pé com melhores prestações em armazenamento e retorno energético

- Não foi decisivo para obtenção de melhores resultados no geral.
- Acumulação e retorno energético pode agravar problemas. (Viejo et al., 2000).



Conclusões

	Patamares		
	1,2,3	4	5
Fase de apoio	PANTERA/ASSURE > DYNASTAR < DYNASTAR >	PANTERA/ASSURE > DYNASTAR < DYNASTAR >	PANTERA/ASSURE > DYNASTAR < DYNASTAR >
Fase de Balanço	PANTERA/ASSURE< FLEX-FOOT <	PANTERA/ASSURE< FLEX-FOOT <	PANTERA/ASSURE< FLEX-FOOT <
Largura do passo	ASSURE > DYNASTAR >	ASSURE > DYNASTAR >	ASSURE > DYNASTAR >
Comprimento do passo	ASSURE < DYNASTAR >	FLEX-FOOT < DYNASTAR >	FLEX-FOOT < DYNASTAR >
Tempo do passo	ASSURE <	ASSURE <	ASSURE <
Comprimento da passada	FLEX-FOOT > ASSURE < DYNASTAR >	DYNASTAR > SACH < DYNASTAR >	DYNASTAR > SACH < DYNASTAR >
Tempo da passada	ASSURE < PANTERA >	ASSURE < PANTERA >	ASSURE < PANTERA >
Apoio terminal (impulsão)	ASSURE < PÉS PROTÉSICOS E MEDIA NORMAL IGUALADOS	ASSURE < PÉS PROTÉSICOS E MEDIA NORMAL IGUALADOS	ASSURE < PANTERA >
Resposta a carga	ASSURE >	ASSURE >	DYNASTAR < PANTERA/FLEX-FOOT >
Cadencia	DAYNASTAR <	DAYNASTAR <	DAYNASTAR <



Limitações do estudo



Não utilização de um programa de análise estatística

- Poderão ter sido excluídas algumas correlações entre variáveis.

Utilização de pés usados

- Só um dos pés utilizados era novo, o que poderá ter influenciado o estudo devido ao desgaste.

Passadeira apresentar velocidades em km/h

- Poderá ter havido discrepâncias ao nível dos intervalos das velocidades.

Perdas de dados a nível informático

Alguns problemas de alinhamento na prótese



Bibliografia



- »
- » WHO. (2010). Obtido de International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision: <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en>
- » Scheinworks. (2013). Obtido de http://schein.de/en/produkte/messsysteme.html?marke=scheinworks_laufband
- » Bateni, H., & Olney, S. (2002). Kinematic and kinetic variations of below-knee amputee gait. *Journal of Prosthetics and Orthotics*, 2-12.
- » Berke, G. M. (2007). Transtibial Prostheses. *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation*, pp. 679–710.
- » Brooks, D., Parsons, J., Hunter, J., Devlin, M., & Walker, J. (2001). The 2-minute walk test as a measure of functional improvement in persons with lower limb amputation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1478–1483.
- » Carvalho, F. S., & al., e. (2005). *Prevalência de amputação em membros inferiores de causa vascular: análise de pontuários*.
- » Carvalho, J. (2003). *Amputações de membros inferiores em busca da plena reabilitação*. Barueri: Manole.
- » Chan, R. V. (2009). *Incidência de amputação em membros inferiores associada à Diabetes Mellitus*. Brasil: Editorial Bolina.
- » Chao, E. (1980). Justification of triaxial goniometer for the measurement of joint rotation. *Journal of Biomechanics*, 989–993, 995–1006.
- » Collins, J., & Whittle, M. (1989). Impulsive forces during walking and their clinical implications. *Clinical Biomechanics*, 179–187.
- » Colombo, C. (2004). A intervenção fisioterapêutica em pacientes amputados com presença do membro fantasma com a utilização da estimulação visual. 14-88.
- » Czerniecki, J. M. (1996). Rehabilitation in limb deficiency. 1. Gait and Motion Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77.
- » da Silva, A., & Rodríguez-Añes, C. (2003). A frequência cardíaca e a intensidade da atividade física do árbitro assistente durante a partida de futebol. *Revista da Educação Física/UEM*, 53-57.
- » Doane, N., & Holt, L. (1983). A comparison of the SACH and single axis foot in the gait of unilateral below-knee amputees. *Prosthet Orthot Int*, 33-36.
- » Ducroquet, R., Ducroquet, J., & Ducroquet, P. (1972). *Marcha normal y patológica*. Espanha: Toray Masson.
- » Enoka, R., Miller, D., & Burgess, E. (1982). Below Knee amputee running gait. *American Journal of Biomechanics*, 66-84.
- » Estêvão, R. (2009). Desenvolvimento de uma prótese transtibial Estêvão Endoesquelética. *Universidade de Aveiro*, 1-93.
- » Filho, D. J. (2004). Pés Protéticos. *Tratamento do Paciente com Amputação*, pp. 307–322.
- » Fortin, M. F. (2003). O Processo de Investigação: da concepção à realidade. 388. Loures: LUSOCIÊNCIAS-Edições Técnicas e Científicas, Lda.
- » Franchignoni, F., Orlandini, D., Ferriero, G., & Moscato, A. (2004). Reliability, Validity, and Responsiveness of the Locomotor Capabilities Index in Adults With Lower-Limb Amputation Undergoing Prosthetic Training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 743–748.
- » Fritzen, L. d. (2012). Análise Cinemática da Marcha de amputados Transtibiais com diferentes tipos de pés protéticos. 14-88.
- » Gailey, R., Roach, K., Applegate, E., Cho, B., Cunniffe, B., Licht, S., et al. (2002). The Amputee Mobility Predictor: An Instrument to Assess Determinants of the Lower-Limb Amputee's Ability to Ambulate. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 613–627.
- » Goldberg, B., & Hsu, J. (1996). *Atlas of Orthoses and Assistive Devices*. American Academy of Orthopedic Surgeons.



Bibliografia



- » Hughes, J. (1983). Biomechanics of the through-knee prosthesis. *Prosthetics and orthotics international*, 96-99.
- » Inman, V., Ralston, H., & Todd, F. (1981). *Human Walking*. Baltimore: Williams.
- » Isakov, E., Burguer, H., Krajnik, M., Gregoric, M., & Marincek, C. (1996). Influence of speed on gait parameters and on symmetry in transtibial amputees. *Prosthetics and Orthotics Internacional*, 153-158.
- » Isakov, E., Keren, O., & Benjuya, N. (2000). Trans-tibial amputee gait: time-distance parameters and EMG activity. *Prosthetics and Orthotics Internacional*, 216-220.
- » James, K., & Stein, R. (1986). Improved ankle-foot system for above-knee amputees. *American Journal of Physical Medicine*, 301-314.
- » Kirtley, C. (2006). *Clinical Gait Analysis: Theory and practice*. Londres: Elsevier.
- » Lacuesta, J. J. (2005). *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica*. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- » Lacuesta, J., Prat, J., Hoyos, J., Viosca, E., Garcia, C., Comin, M., et al. (1994). *Curso de formación de técnicos ortoprotésicos "Euroform". Miembro inferior y marcha humana*. Valencia: Instituto de Biomecánica
- » Lin-Chan, S., Nielsen, D. H., Shurr, D. G., & Saltzman, C. L. (2003). Physiological responses to multiple speed treadmill walking for Syme vs. transtibial amputation - a case report. *Disability and rehabilitation*, 1333-1338.
- » Lusardi, M. M., & Nielsen, C. C. (2007). *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation*. USA: Elsevier.
- » Magee, R. (1998). Amputation through the ages: The oldest major surgical operation. *Australian and New Zealand Journal of Surgery*, 675-678.
- » May, D., & Davis, B. (1974). Gait and the lower-limb amputee. *Physiotherapy*, 60, 166-171.
- » Michael, J. (1987). Energy storing feet: a clinical comparison. *Clinical Prosthetics and Orthotics*, 154-168.
- » Monzon, Y., Gavidia, U., & Carrasco, H. (1992). Amputación con y sin tratamiento fisioterápico. Doce años de experiencia en el Hospital Universitario de los Andes. *Rehabilitación*, 147-155.
- » Morris, J. (1973). Accelerometry—A technique for the measurement of human body movements. *Journal of Biomechanics*, 733-736.
- » Nogueira, D., Silva, S., Tortosa, C., & Fatarelli, I. (2003). Análise específica da fase de apoio simples da marcha de amputados transtibiais. *X Congresso Brasileiro de Biomecânica*, 28-31.
- » Perry, J. (2005). *Análise de Marcha: Sistemas de análise de marcha*. Barueri: Manole.
- » Plas, F., Viel, E., & Blanc, Y. (1984). *La Marcha Humana*. España: Masson.



Bibliografia



- » Postema, K., Hermens, H., De Vries, J., Koopman, H., & Eisma, W. (1997). Energy storage and release of prosthetic feet Part 1: biomechanical analysis related to user benefits. *Prsthetics and Orthotics Internacional*, 17-27.
- » Powers, C., Rao, S., & Perry, J. (1998). Knee kinetics in transtibial amputee gait. *Gait & Posture*, 1-7.
- » Riley, P., Paolini, G., Della Croce, U., Paylo, K., & Kerrigan, D. (2006). A Kinematic and Kinetic comparison of overground and trademill Walkig in healthy subjects. *Gait & Posture* , 17-24.
- » Robinson, J., & Gary, L. (1981). QUantitative Gait Evaluation in the Clinic. *Journal of the American Phisical Therapy Association*, 351-353.
- » Robinson, J., Smidt, G., & Arora, J. (1977). Accelerographic, temporal, and distance gait factors in below-knee amputees. *Phyiscal Therapy*, 898-904.
- » Samitier, C., Guirao, L., Pleguezuelos, E., Pérez Mesquida, M., Reverón, G., & Costea, M. (2011). Valoración de la movilidad en pacientes con amputación de miembro inferior. *Rehabilitación*, 61-66.
- » Selles, R., Bussman, J., Klip, L., Speet, B., Van Soest, J., & Stlam, H. (2004). Adaptations to mass perturbations in transtibial amputees: Kinetic or kinematic invariance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*.
- » Seymour, R. (2002). *Prosthetics and Orthotics: lower limb and spinal*. EUA: Lippincott Willams and Wilkins.
- » Stanic, U., Badj, T., Valencic, V., & Acimovic, R. (1977). Standarization of Kinematic gait measurements and automatic pathological gait pattern diagnostics. *Rehabilitacion Medica*, 95-105.
- » Terrier, P. (2012). Persistent and anti persistent pattern in stride to stride variability of treadmill walkin - Influence of rhythmic auditory cueing Disclaimer. pp. 1-24.
- » Terrier, P. (2013). Step-to-step variability in treadmill walking: influence of rhythmic auditory cueing.
- » Torburn, L., Ayyappa, E., & Shanfield, S. (1990). Below knee amputee gait with dynamic elastic response prosthetic feet : a pilot study. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 369-384.
- » Uustal, H., & Baerga, E. (2004). Physical Medicine and Rehabilitation Board Review.
- » Vázquez, S. C. (2002). *Análisis de la marcha humana con plataformas dinamométricas. Influencia del transporte de carga*. Madrid: Universidade Complutense de Madrid.
- » Viejo, M., Viladomat, M., Huerta, M., & Georgiou, C. (2000). Aplicacion clínica de la respuesta cinética y del análisis de la confortabilidad durante la marcha con siete pies protesicos. *Rehabilitación*, 276-284.
- » Viel, É. (2001). *Marcha humana a Corrida e o Salto*. Barueri: Manole.
- » Waters, R., Lunsford, B., Perry, J., & Byrd, R. (1988). Energy-speed relationship of walking: standard tables. *Journal of orthopaedic research*, 215-222.
- » Wilkinson, M., & Menz, H. (1997). Measurement of gait parameters from footprints: a reliability study. *The Foot*, 19-23.
- » Winter, D., & Sienko, S. (1988). Biomechanics of below-knee amputee gait. *Journal of Biomechanics*, 361-367.
- » Yakimovich, T., Lemaire, E., & Kofman, J. (decembro de 2006). Preliminary kinematic evaluation of a new stance-control knee–ankle–foot orthosis. *Clinical Biomechanics*, 21, 1081-1089.
- » Yakimovich, T., Lemaire, E., & Kofman, J. (2009). Engineering design review of stance control knee ankle foot orthoses. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 46, 257-268.
- » Yates, B. (2009). *Merrimans's assessment of the Lower Limb*. Filadelfia: Elsevier.
- » Zissimopoulos, A., Fatone, S., & Gard, S. (2007). Biomechanical and energetic effects of a stance-control orthotic knee joint. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 44, 503-514.

