



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**UTILIZAÇÃO DO WALKINSENSE® PARA MEDIÇÃO DA
VELOCIDADE MÉDIA DA MARCHA HUMANA:
CONTRIUBUTO PARA A VALIDAÇÃO DO
INSTRUMENTO**

Diogo Almeida Martins

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde – UFP

16390@ufp.edu.pt

Adérito Seixas

Mestre Assistente

Universidade Fernando Pessoa

aderito@ufp.edu.pt

Porto, Junho de 2011

Resumo:

Introdução: Este estudo demonstra uma avaliação de marcha no parâmetro da velocidade média em atletas de voleibol nas idades compreendidas entre os 10 e os 16_anos. **Objectivo:** Contribuir para a validação do dispositivo WalkinSense® no parâmetro velocidade média da marcha humana. **Resultados e Discussão:** Nos critérios utilizados para o cálculo da velocidade média, o critério do ângulo de extensão do joelho mais negativo foi o parâmetro utilizado para o cálculo da Velocidade Média 3, demonstrou não ser o mais indicado, enquanto o critério do maior valor de pressão nos calcanhares utilizado para o cálculo da Velocidade Média 2, dentro das opções, o mais indicado. **Conclusão:** Os resultados obtidos nesta avaliação foram satisfatórios, porém moderados para a validação do dispositivo WalkinSense®.

Palavras-chave: Marcha, Análise de marcha, Velocidade de marcha.

Abstract:

Introduction: This study demonstrates an evaluation of gait against the speed average in volleyball players between the ages of 10 and 16 years old. **Objective:** Contribute to the validation of the speed parameter in WalkinSense®, average human gait. **Results and Discussion:** The criteria used to calculate the average speed, was the criterion of the angle of knee extension most negative, that was the parameter used to calculate the Average Speed 3 proved not to be the most suitable, while the criterion of the highest pressure used in the heels to calculate Average Speed 2, within the options, as indicated. **Conclusion:** The results of this evaluation were satisfactory, but moderate for the validation of the WalkinSense®.

Key Words: Gait, Gait analysis, Gait speed.

Introdução:

O estudo do movimento do corpo já tem muitos anos de história, começou com Hipócrates, Aristóteles, Galeno, Vesalius, Da Vinci, Galileu, entre outros. Na metade do século XVII, Borelli determinou o centro de gravidade do corpo introduzindo conceitos fundamentais na análise da marcha. Galavani, no final do século XVIII, detectou corrente eléctrica na contracção muscular. No século XIX, os irmãos Weber fizeram observações e medidas de parâmetros cinemáticos da marcha bastante importantes (Steindler, 1953). Nos dias de hoje, o estudo da marcha continua a ser um dos focos de atenção de vários de vários investigadores.

A marcha tem uma grande importância na qualidade de vida do ser humano, num bom nível de saúde e numa boa função física (Studenski et al., 2003). A compreensão de como a marcha está associada a estes fenómenos clínicos é um desafio, tanto que dezenas de parâmetros da marcha podem ser avaliados e não existe um consenso relativamente a quais os mais importantes (Hollman et al., 2011). Além de compreender os parâmetros que caracterizam a marcha, para classificar a marcha patológica exige do clínico perceber o que é “marcha normal”. O conceito “marcha normal” não está totalmente definido, dados normativos e de base populacional fornecem informações daquilo que se poderia esperar de parâmetros de marcha normal (Hollman et al., 2011) mas não existem dados normativos para certos parâmetros e em estudos que relatam valores de referência, existe uma grande variabilidade nos dados reportados (Callisaya et al., 2010).

A avaliação da marcha tem provado ser uma ferramenta indispensável, para o processo de diagnóstico e de evolução dos tratamentos cirúrgicos, de reabilitação e de equilíbrio e postura (Pérez-Orive et al. cit in Moreno et al., 2009). Apesar da avaliação qualitativa da marcha ser usada regularmente, a sua validade e fiabilidade é apenas moderada (Coutts, 1999).

Quando optamos por uma análise quantitativa temos de ter em conta os parâmetros espaço-temporais da marcha e alguns dos mais importantes são: o tempo do ciclo de marcha, a duração de cada fase, o comprimento do passo, o comprimento da passada, a base de apoio, o ângulo do passo e a velocidade da marcha (Pérez-Orive et al. cit in Moreno et al., 2009).

A velocidade da marcha é um dos parâmetros fundamentais da sua avaliação que vem sendo utilizada como medida primária na análise de distúrbios da marcha (Lelas, 2003; Pirpiris, 2003). Segundo alguns autores os parâmetros da marcha variam em função da velocidade. Nesse sentido, algumas características da marcha patológica podem estar relacionadas com alterações de velocidade e não directamente com a própria patologia (Pirpiris, 2003; Van der Lindem, 2002).

A avaliação cinemática, cinética e electromiográfica têm demonstrado níveis de validade e fiabilidade elevados em laboratório (Mickelbrough et al., 2000; Stolze et al., 1998). No entanto, essa avaliação de marcha necessita de um laboratório especializado e composto por uma variedade de equipamentos pesados e de alto custo. O acesso a unidades de investigação clínica desse tipo de análise é limitado (Henriksen et al., 2004). Nos últimos anos, tem-se verificado o desenvolvimento de sistemas portáteis de análise de marcha, capazes de medir variáveis espaço-temporais, que vão desde tapetes de medição ligados a computadores (Bilney et al., 2003), a acelerómetros de baixa inércia (Zijlstra et al., 2003). Estes sistemas de medição têm várias vantagens inerentes ao seu design, são leves e portáteis, permitindo que as avaliações sejam feitas em ambientes não laboratoriais, sem restrições. Além disso, são fáceis de usar, podem adquirir dados em grandes quantidades e fornecem em tempo real uma variedade de parâmetros de avaliação de marcha (Kavanagh et al., 2006).

Neste estudo, o sistema que foi utilizado demonstra exactamente o trabalho de investigação no desenvolvimento de sistemas portáteis de avaliação de marcha. WalkinSense® é marca registada da Tomorrow Options – Microelectronics, S.A. O WalkinSense é um dispositivo não-invasivo, portátil e de fácil utilização para a monitorização clínica da actividade física e das tendências de pressão plantar. O dispositivo permite recolher dados quantitativos e qualitativos úteis para auxiliar a avaliação de parâmetros à marcha. O objectivo deste estudo, é fornecer uma contribuição para o processo de validação do instrumento relativamente à sua capacidade de medir a velocidade média da marcha humana.

Metodologia:

Material:

Para esta avaliação comparamos os dados obtidos em dois dispositivos portáteis, o WalkinSense® e o Test Center (TC) Timing System da Brower®. O TC Timing System é constituído por dois subsistemas, o TC-PhotoGate A&B (Células infravermelhas) e o TC-Timer. O TC-PhotoGate A&B (figura 1) tem células com receptor e emissor de infra-vermelhos que colocadas frente a frente criam um feixe infravermelho que ao ser interrompido regista o tempo exacto através de wireless para o subsistema TC-Timer. Para o registo de um percurso é necessário utilizar quatro células, duas para o ponto de partida e duas para o ponto de chegada. Iremos reportar-nos a este sistema como sistema temporizador para simplificar a nomenclatura.

O WalkinSense® (figura 2) foi criado essencialmente para uso clínico e permite a avaliação de parâmetros como a velocidade da marcha, o ângulo entre a tíbia e o solo e pressão plantar. É um dispositivo constituído por uma unidade de aquisição e processamento de informação com um acelerómetro, ligada por um cabo a 8 sensores piezo-resistivos que podem ser colocados numa palmilha ou directamente na meia dos participantes. Toda a informação recolhida pelo dispositivo é enviada para um computador, através de bluetooth (alcance de 25m). A sua autonomia é de até 40h em actividade ou até 200h em *stand-by* e a sua frequência de registo é de 100 Hz.



Figura 1: Subsistema TC-PhotoGate A&B da Test Center Timing System da Brower®



Figura 2: Sensores e dispositivo WalkinSense®

Participantes:

O estudo foi em 34 atletas de voleibol de vários escalões, de ambos os sexos, nas idades compreendidas entre os 10 e os 16 anos do clube Atlético da Madalena, 16 do sexo masculino e 18 do sexo feminino. Cada participante realizou 3 repetições do procedimento experimental permitindo a recolha de 108 registos de medições que foram analisados posteriormente.

Procedimentos:

Após ter sido contactada a direcção do clube Atlântico da Madalena e obtida a respectiva autorização para a realização do estudo, foram obtidos os consentimentos informados junto dos encarregados de educação de todos os participantes, uma vez que se tratavam de menores de idade. A recolha dos dados foi feita nos dias de treino dos participantes, em dois dias consecutivos e antes do início dos mesmos.

Para a recolha de dados foi pensado um percurso em linha recta com a distância de 10m entre as células do sistema temporizador e duas marcas com a distância de 50cm na partida e na chegada indicando onde cada participante iria iniciar e terminar o teste (figura 3).

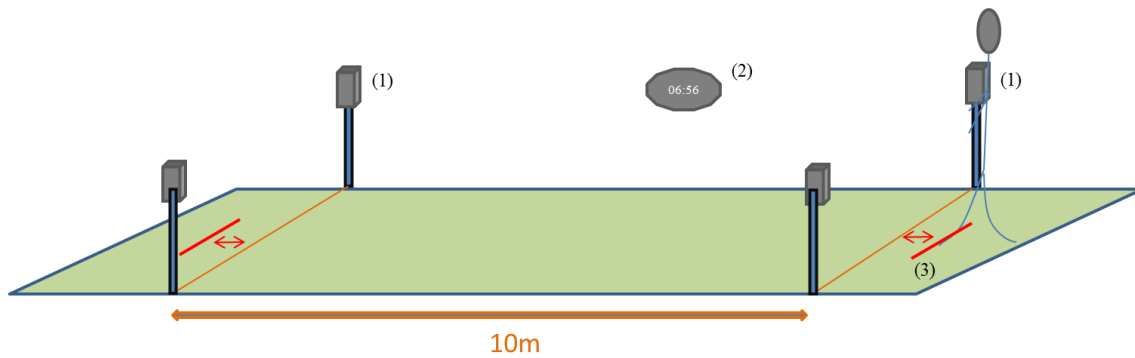


Figura 3: 1- Sistema TC PhotoGate; 2- TC Timer; 3- Marca de 50cm de distância das células.

A distância utilizada para o registo dos dados com o sistema temporizador foi de 10m, enquanto para o WalkinSense a distância utilizada foi de 11m. O aumento de 50cm de distância na parte inicial e final do percurso deve-se às características do dispositivo que exige a realização de um passo para iniciar a recolha de informação. Os participantes foram instruídos a iniciar o movimento sempre com o pé direito, onde se encontrava colocado o dispositivo.

A preparação dos indivíduos foi de acordo com as instruções do fabricante do Walkinsense®, foram colocados os sensores na palmilha (figura 4) e esta foi colocada na sapatilha do participante de forma a que os sensores ficassem presos entre a sapatilha e a palmilha e que o cabo saísse pela parte interior do pé. O dispositivo foi colocado na face anterior da tíbia e foi conectado o cabo da rede de sensores (figura 2).

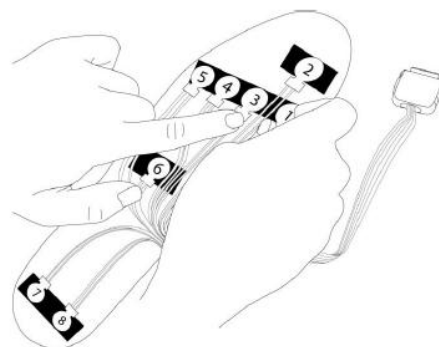


Figura 4: Disposição modelo para a colocação dos sensores na palmilha para o pé direito.

O teste consistia em percorrer a distância compreendida entre as duas marcas, parando em cima da mesma. Cada participante repetiu o procedimento 3 vezes de forma a obter 3 registos válidos para cada participante.

Uma vez que o Walkinsense® regista de forma contínua foi necessário definir 4 parâmetros para calcular o tempo que cada participante demorou a percorrer a distância estipulada (11m), 2 para o cálculo do momento de início e 2 para o determinar o momento final. Dessa forma consideramos 4 tempos de percurso para o cálculo da velocidade média registada pelo Walkinsense® (tabela 1).

Cada uma das velocidades médias calculadas foi comparada com a velocidade média calculada através do tempo registado pelo sistema temporizador (Velocidade Média Temp).

Tabela 1: Parâmetros para cálculo dos diferentes tempos de percurso (T_1 , T_2 , T_3 e T_4) e velocidades médias utilizando os dados do Walkinsense®.

Início	T_{I1}	Primeiro registo de velocidade
	T_{I2}	Ângulo de extensão do joelho mais negativo
Final	T_{F1}	Maior valor de pressão nos sensores do calcanhar
	T_{F2}	Ângulo de valor mais negativo no último passo
Tempo de Percurso	T_1	$T_{F1} - T_{I1}$
	T_2	$T_{F1} - T_{I2}$
	T_3	$T_{F2} - T_{I1}$
	T_4	$T_{F2} - T_{I2}$
Velocidade Média	Velocidade Média 1	A partir de T_1 como tempo para percorrer os 11m
	Velocidade Média 2	A partir de T_2 como tempo para percorrer os 11m
	Velocidade Média 3	A partir de T_3 como tempo para percorrer os 11m
	Velocidade Média 4	A partir de T_4 como tempo para percorrer os 11m

Análise Estatística:

Os dados foram tratados e analisados através do software de análise estatística *PASW Statistics*® versão 18 para *Microsoft Windows*®.

Procedeu-se à identificação e eliminação de *outliers* e após aplicação dos testes de normalidade verificamos que a amostra seguia distribuição normal ($p > 0,05$). Foi utilizada a estatística descritiva para as variáveis em estudo, especificamente valores mínimos (min.), máximos (máx.), média e desvio padrão ($\mu \pm \sigma$) e a estatística inferencial, especificamente o teste t de *student* para comparação de médias e a correlação de *Pearson*.

Resultados:

Na tabela 2 encontram-se os dados relativos à análise descritiva das variáveis em estudo. Pela análise da tabela podemos verificar que existe uma menor variabilidade de valores obtidos e que os valores mínimos e máximos estão mais próximos nos dados registados pelo temporizador, independentemente do critério utilizado para cálculo da velocidade média com o Walkinsense®.

Tabela 2: Análise descritiva das variáveis em estudo, valor mínimo, máximo, média e desvio padrão em m/s (n, mín., máx. e $\mu \pm \sigma$).

	n	mín.	máx.	$\mu \pm \sigma$
Velocidade Média 1	99	0,85	2,45	1,57m/s \pm 0,34
Velocidade Média 2	99	0,86	2,53	1,59m/s \pm 0,36
Velocidade Média 3	99	0,86	2,46	1,56m/s \pm 0,33
Velocidade Média 4	99	0,86	2,54	1,57m/s \pm 0,36
Velocidade Média Temp	99	1,15	1,96	1,52m/s \pm 0,17

Quando comparamos os valores obtidos pelo Walkinsense® com os valores obtidos pelo temporizador (tabela 3) verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas entre os valores obtidos pelos dois instrumentos quando consideramos o 3º critério para cálculo de velocidade média (Velocidade Média 3). Relativamente aos valores obtidos na correlação de *Pearson* (tabela 3) verificamos que se tratam de correlações moderadas apesar de próximas dos valores considerados como correlações fracas.

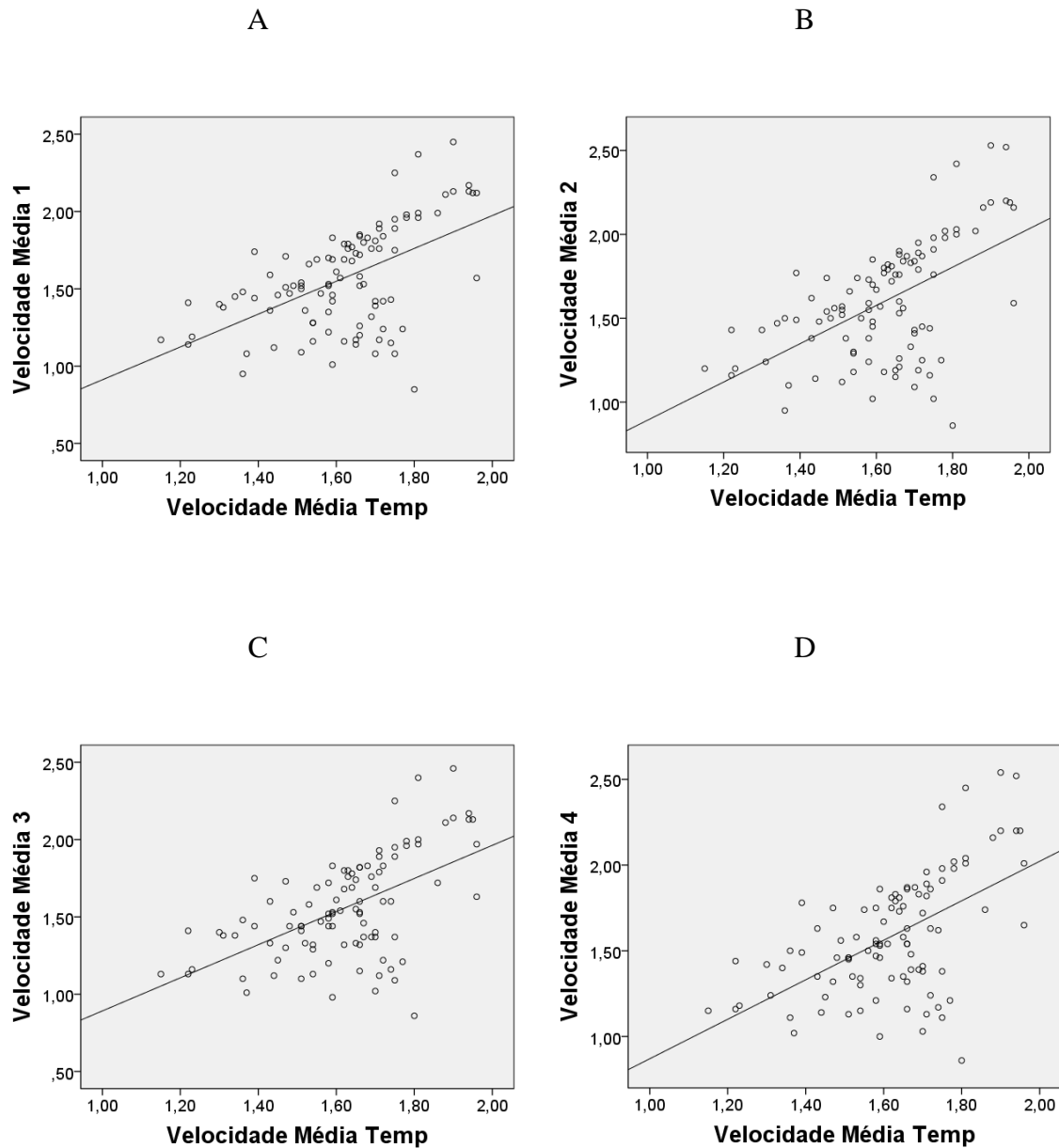
Tabela 3: Estatística inferencial para comparação de médias entre as diferentes velocidades (m/s) em estudo ($\mu \pm \sigma$, valor de p e valor de r).

	Velocidade Média Temp	p	r
Velocidade Média 1	0,49m/s \pm 0,28	0,08	0,54
Velocidade Média 2	0,21m/s \pm 0,30	0,49	0,55
Velocidade Média 3	0,64m/s \pm 0,28	0,02	0,55
Velocidade Média 4	0,35m/s \pm 0,29	0,23	0,56

No gráfico 1 estão representados os resultados obtidos no cálculo da correlação de *Pearson*, comparando as diferentes velocidades médias calculadas através do WalkinSense® com a Velocidade Média Temp.

Gráfico 1: Distribuição de pontos entre a Velocidade Média (m/s) calculada pelo WalkinSense através dos diferentes critérios e a Velocidade Média Temp (m/s), para obtenção do coeficiente de correlação de *Pearson*.

A: $r = 0,54$ / B: $r = 0,55$ / C: $r = 0,55$ / D: $r = 0,56$



Discussão:

O objectivo do estudo foi fornecer um contributo para o processo de validação do WalkinSense® relativamente ao parâmetro de velocidade média da marcha.

Na análise descritiva das variáveis verifica-se que os valores obtidos pelo temporizador são inferiores aos valores obtidos pelo Walkinsense®, independentemente do critério utilizado. O WalkinSense® obteve nas velocidades médias o valor mínimo mais baixo do que a Velocidade Média Temp e um valor máximo mais alto, o que pode ter contribuído para as diferenças nos resultados do cálculo da velocidade média, nomeadamente na variabilidade dos resultados. O Temporizador obteve valores de média e de desvio padrão mais baixos do que o Walkinsense®, existindo uma diferença maior na comparação média e desvio padrão, sendo a amplitude maior nos valores obtidos no WalkinSense®, significando então uma maior variabilidade nos valores obtidos pelo WalkinSense®. A distância utilizada para o cálculo da Velocidade Média Temp foi de 10m e para as velocidades médias calculadas através dos dados fornecidos pelo WalkinSense® foi 11m e isso pode ter influenciado os resultados.

Relativamente à estatística inferencial verificamos que a Velocidade Média 3 é estatisticamente diferente da velocidade obtida pelo sistema temporizador ($p=0,02$), o que indica que o critério utilizado para cálculo de velocidade média não deve ser considerado. Também muito próxima do valor de 0,05 encontra-se a Velocidade Média 1, o que indica estar muito próxima do valor limite para que o critério utilizado para cálculo da velocidade possa ser utilizado. Os critérios utilizados para calcular a Velocidade Média 4 e a Velocidade Média 2, podem ser considerados uma vez que quando comparados com os valores obtidos pelo temporizador verificamos que as diferenças não são significativas ($p>0,05$) embora as correlações obtidas sejam apenas moderadas.

Nesse sentido os critérios utilizados para o cálculo da Velocidade Média 1 (Maior valor de pressão nos sensores do calcanhar; Primeiro registo de velocidade) e Velocidade Média 3 (Ângulo de valor mais negativo no último passo; Primeiro registo de velocidade) não devem ser considerados, apesar da correlação obtida para estas duas velocidades ser moderada. Já os critérios definidos para o cálculo da Velocidade Média 2 (maior valor de pressão nos sensores do calcanhar; ângulo de extensão do joelho mais

negativo) e Velocidade Média 4 (Ângulo de valor mais negativo no último passo; Ângulo de extensão do joelho mais negativo) parecem ser passíveis de utilização pois demonstraram ser os mais indicados para a melhor comparação.

Parece que o primeiro registo de velocidade como critério de tempo inicial para calcular o tempo de percurso não deve ser utilizado pois quando combinado com qualquer um dos critérios de tempo final resulta em velocidades médias que se afastam mais das velocidades obtidas com o sistema temporizador.

Conclusão:

Este estudo serviu para verificar que o WalkinSense® parece ser capaz de avaliar a velocidade média da marcha e forneceu alguns contributos que podem ser importantes no seu processo de validação. Os resultados obtidos podem ajudar a equipa que desenvolve o instrumento a melhorá-lo, pela aferição dos critérios de cálculo da velocidade média da marcha.

Como sugestões para futuros estudos com o mesmo âmbito sugerimos a utilização de uma distância superior com o intuito de reduzir erros associados. Sugerimos também a utilização de indivíduos com diferentes níveis de actividade física e diferentes idades.

Bibliografia:

Bilney B, Morris M, Webster K. (2003) Concurrent related validity of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait Posture*.

Callisaya ML, Blizzard L, Schmidt MD, McGinley JL, Srikanth VK. (2010) Ageing and gait variability—a population-based study of older people. *Age Ageing*, 39:191–7.

Coutts F. (1999) Gait analysis in the therapeutic environment. *Man Ther*.

Henriksen M, Lund H, Moe-Nilssen R, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B. (2004) Test–retest reliability of trunk accelerometric gait analysis. *Gait Posture*.

Hollman J. H, McDade E. M, Petersen R. C. (2011) Normative Spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait & Posture*.

Kavanagh JJ, Morrison S, James DA, Barrett R. (2006) Reliability of segmental accelerations measured using a new wireless gait analysis system. *J Biomech*.

Lelas J. L, Merriman G. J, Riley P. O, Kerrigan D. C. (2003) Predicting peak kinematic and kinetic parameters from gait speed, *Gait. Posture*. 17:106-12.

Mickelborough J, van der Linden ML, Richards J, Ennos AR. (2000) Validity and reliability of a kinematic protocol for determining foot contact events. *Gait Posture*.

Moreno A, Quiñones I, Rodríguez G, Núñez L, Pérez A. I. (2009) Development of the spatio-temporal gait parameters of Mexican children between 6 and 13 years old Data base to be included in motion analysis softwares. *Library of congress*.

Pirpiris M, Wilkinson A. J, Rodda J, Hguyen T. C, Baker R. J, Nattrass G. R, Graham H. K. (2003) Walking speed in children and young adults with neuromuscular disease: Comparison between two assessment methods, *J. Pediatr. Orthop*. 23(3):302-7.

Stolze H, Kuhtz-Buschbeck JP, Mondwurf C, Johnk K, Friege L. (1998) Retest-reliability of spatiotemporal gait parameters in children and adults. *Gait Posture*.

Studenski S, Perera S, Wallace D, Chandler JM, Duncan PW, Rooney E, et al. (2003) Physical performance measures in the clinical setting. *J Am Geriatr Soc*. 51:314–22.

Van Der Linden M. L, Kerr A, Hazlewood M. E, Hillman S. J, Robb J. E. (2002) Kinematic and kinetic gait characteristics of normal children walking at a range of clinically relevant speeds. *J. Pediatr. Orthop*. 22(6):800-6.

Zijlstra W, Hof AL. (2003) Assessment of spatio-temporal gait parameters from trunk accelerations during human walking. *Gait Posture*.

Steindler A. (1953) A historical review of the studies and investigations made in relation to human gait. *J. Bone Joint. Surg*. 35-A: 540-2.