

Artigo Original de Investigação

## Fiabilidade intra e inter-observadores para a determinação de medidas angulares do joelho durante a marcha, por vídeo

Intra and inter-observers reliability for determination of knee angular measurements during gait, by video

Ana Carina Silva<sup>1\*</sup>, Rodrigo Martins<sup>1</sup>, Sandra Alves<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa, Área de Ensino de Fisioterapia, 1350-125, Lisboa, [as2584@esscvp.eu](mailto:as2584@esscvp.eu); [rmartins@esscvp.eu](mailto:rmartins@esscvp.eu); [salves@esscvp.eu](mailto:salves@esscvp.eu)

**Introdução:** A marcha é uma tarefa funcional de grande importância para o ser humano. Esta atividade tem sido alvo de estudo e os métodos de análise de marcha têm sofrido grandes desenvolvimentos. Contudo, na prática clínica comum os clínicos dependem maioritariamente da observação direta para realizar uma análise de marcha. A gravação de vídeos tornou-se frequente em contexto clínico para a realização de análises observacionais, contudo, tendo em conta a elevada subjetividade do método, é importante explorar este tipo de material de apoio.

**Objetivo:** Determinar a fiabilidade intra e inter-observadores na análise da variação angular do joelho em diferentes fases do ciclo de marcha, por vídeo.

**Metodologia:** Participaram neste estudo cinco avaliadores, que avaliaram quantitativamente as variações angulares do joelho em cinco momentos no ciclo de marcha de três crianças, por vídeo.

**Resultados/ Discussão:** A avaliação da fiabilidade intra e Inter-observadores apresentou valores excelentes; todos os itens apresentam excelentes valores de ICC e alfa de Cronbach ( $\alpha > 0.9$ ).

**Conclusão:** Devido ao reduzido número da amostra em estudo, não foi possível retirar conclusões definitivas, no entanto, os dados obtidos permitem afirmar que a técnica escolhida parece apresentar fiabilidade intra e inter-observadores.

*Introduction: The gait is a functional task of great significance for humans. This activity has been thoroughly studied and methods of gait analysis have undergone major developments. However, in common clinical practice clinicians depend mostly on direct observation to perform gait analysis. Video recording has become a common method in clinical*

*practice to perform such analysis; however, taking into account that this is highly subjective, it is important to explore this type of support material.*

*Aim: To determine intra and inter-reliability in the analysis of the angular variation of the knee in different phases of the gait cycle, by video.*

*Methodology: This study involved five evaluators who assessed quantitatively the angular variations of the knee in five moments in the gait cycle of three children, by video.*

*Results/ Discussion: The evaluation of the reliability intra and inter-evaluators presented excellent values; all items had excellent ICC values and Cronbach's alpha ( $\alpha > 0.9$ ).*

*Conclusion: Due to the small sample size it was not possible to draw definite conclusions; however, the data obtained allow us to state that the chosen technique seems to present intra and inter-observers reliability.*

**PALAVRAS-CHAVE:** *Marcha; análise; vídeo; fiabilidade; cinemática.*

**KEY WORDS:** *Gait; analysis; video; reliability; kinematics.*

Submetido em 28 outubro 2014; Aceite em 20 junho 2015; Publicado em 31 julho 2015.

\* **Correspondência:** Ana Carina Silva.

**Morada:** 1350-125 Lisboa, Portugal, Av. Ceuta, Edifício Urbiceuta, Piso 6. **Email:** [as2584@esscvp.eu](mailto:as2584@esscvp.eu)

## INTRODUÇÃO

A marcha é uma das formas de locomoção mais importantes para o ser humano, servindo a necessidade básica do indivíduo de se deslocar. É uma tarefa funcional que necessita da interação e coordenação entre os vários sistemas para se tornar eficiente, e para que seja executada com todo o controlo e segurança.<sup>1,2</sup>

O ciclo de marcha tem início após o contacto inicial do pé no chão, e termina com o novo contacto desse mesmo pé.<sup>1,3</sup> É composto por duas fases, a fase de apoio, que contribui normalmente para 60% do ciclo, e a fase oscilante, que contribui para os restantes 40%. A fase de apoio é composta por cinco subfases: contacto inicial do pé ao solo, contacto total do pé ao solo, fase média de apoio, final da fase média de apoio e preparação para a fase oscilante. A fase oscilante é composta pelo início da fase oscilante,

fase média oscilante e final da fase oscilante.<sup>3</sup>

Esta tarefa tem sido alvo de estudo, principalmente no que diz respeito às suas características, descrição de movimentos corporais, condições patológicas e intervenções terapêuticas.<sup>2,4</sup> Nas últimas décadas, os métodos de análise da marcha têm sofrido grandes desenvolvimentos, sendo que hoje em dia é utilizada tecnologia sofisticada que fornece informações detalhadas, conferindo a capacidade de melhor descrever e compreender a marcha, como por exemplo, equipamentos de análise portátil, plataformas de força que medem forças de reação do solo, eletromiografia para medir a atividade muscular, e sistemas de análise de vídeo para medir o movimento. Embora a análise de marcha seja um elemento fundamental na prática clínica em Fisioterapia, esta tecnologia torna-se quase inacessível à prática clínica comum. Os clínicos dependem, maioritariamente, da observação direta para avaliar as características da marcha. As análises observacionais requerem uma grande prática,

conhecimento e compreensão do mecanismo e parâmetros normais da marcha.<sup>2,5,6</sup>

Na tentativa de superar alguns problemas associados à observação direta da marcha, a gravação de vídeos tornou-se usual em contexto clínico. Contudo, o problema deste tipo de avaliação é o de ser de natureza subjetiva, com validade baixa, confiabilidade, sensibilidade e especificidade quando comparada a uma análise utilizando instrumentos mais objetivos. É necessário explorar este tipo de materiais de apoio, pois este trata-se de uma ferramenta capaz de fornecer dados quantitativos e qualitativos em análise de marcha, bem como capaz de arquivar esses mesmos dados tendo, por isso, uma importante aplicação em avaliações e reavaliações.<sup>7</sup>

O ideal seria um sistema de medida de fácil utilização e com baixos custos. O Software Kinovea é um programa simples e gratuito que permite analisar vídeos sem a utilização de sensores físicos, realizar medições e fazer comparações.<sup>8</sup>

O objetivo deste estudo é determinar a fiabilidade intra e inter-observadores na análise da variação angular do joelho em diferentes fases do ciclo de marcha, por vídeo, contribuindo para o aumento de conhecimentos acerca do método de avaliação da marcha por vídeo, em contexto clínico.

## METODOLOGIA

Este estudo foi realizado com uma amostra de cinco avaliadores. Foram incluídos na amostra alunos do último ano de licenciatura em Fisioterapia com aprovação em todas as unidades curriculares. Os observadores, denominados A, B, C, D e E, analisaram quantitativamente as variações angulares do joelho na marcha de três crianças, por vídeo.

O ciclo de marcha de cada criança foi recolhido em vídeo a 24 *frames* por segundo (fps), com recurso a uma máquina fotográfica digital Nikon D3100 de 14 megapixéis, posicionada sobre um tripé a uma altura de 90 cm do chão e a 220 cm do indivíduo avaliado. A recolha do ciclo de marcha de cada indivíduo foi

realizada no plano sagital, tendo-lhes sido pedido que antes de iniciarem o percurso, dessem duas voltas a uma marquesa e de seguida andassem como no seu dia-a-dia. As crianças percorreram um corredor com 60 cm de largura e de 600 cm de comprimento, tendo a câmara captado somente 280 cm do percurso. Posteriormente ao plano de teste estava colocado um painel com as dimensões de 299 cm de comprimento e 157 cm de altura. As crianças encontravam-se com roupa adequada e sem calçado. As referências anatómicas (grande trocânter, côndilo lateral do fémur e maléolo peroneal) apresentavam-se assinaladas com recurso a marcadores circulares de 2 cm de diâmetro de cor amarela com fita de dupla face.<sup>9</sup>

As imagens foram analisadas utilizando o software Kinovea (versão 0.8.15), tendo cada observador avaliado as variações angulares do joelho em cinco momentos distintos do ciclo de marcha: contacto inicial do pé ao solo, contacto total do pé ao solo, fase média de apoio, fase final média de apoio e preparação para a fase oscilante. Após uma semana sem contacto com os vídeos, cada observador realizou uma nova análise. Durante todo o processo, os observadores foram orientados a não trocar qualquer tipo de informação entre si no que diz respeito à análise dos vídeos.

Para o tratamento estatístico utilizou-se o software SPSS (versão 21.0). A análise dos resultados obtidos, inter e intra-observadores, foi efetuada com base na estatística descritiva. Para análise da fiabilidade intra e inter-observadores utilizou-se o coeficiente de correlação intra-classe (ICC) e respetivo alfa de Cronbach, com um intervalo de confiança de 95% e um modelo de efeito misto, dado que apenas os participantes da amostra foram aleatoriamente selecionados.

## RESULTADOS

Os valores do ICC e correspondente alfa de Cronbach de cada item do LPI, podem ser observados nas Tabelas 1 e 2. A Figura 1 ilustra um exemplo de medição do ângulo do joelho.

**Figura 1 – Medição do ângulo do joelho.**

Da observação/análise da Tabela 1, pode verificar-se que todos os itens apresentam excelentes valores de ICC e alfa de Cronbach ( $\alpha > 0.9$ ), para todos os observadores, o que indica fiabilidade elevada.

A Tabela 2 mostra os valores de ICC e correspondente alfa de Cronbach e também apresenta excelentes valores de ICC e alfa de Cronbach ( $\alpha > 0.9$ ), para todas as observações realizadas, o que indica fiabilidade elevada.

## DISCUSSÃO

Diversos autores têm explorado a avaliação de marcha por vídeo, contudo, não será apropriado comparar diretamente métodos de avaliação diferentes, pois cada um foi concebido de diferentes formas e para fins distintos. De modo geral, a maioria dos estudos descritos na literatura mostram uma fiabilidade moderada intra e inter-observadores para análise de marcha através da observação, sendo que os que apresentam alta fiabilidade geralmente são centrados em pacientes com patologias que provocam grandes desvios na marcha, tornando-os facilmente reconhecíveis.<sup>7,10,11</sup>

A fiabilidade intra e inter-observador pode ser avaliada utilizando uma variedade de métodos, sendo que o ideal é sempre encontrar valores mínimos de

diferença entre avaliações para um mesmo momento da marcha.<sup>7</sup> Ao compararmos os resultados obtidos neste estudo, podemos conferir tanto a existência de concordância como de discrepância entre avaliações. Em análise, podemos verificar que as discrepâncias existentes poderão ter dois principais motivos: o facto de os observadores não terem identificado o mesmo instante do vídeo para realizar a medição angular e o erro na identificação dos pontos corretos para os marcadores de posição do software Kinovea.

A avaliação da marcha através da observação por vídeo apresenta um alto nível de subjetividade, porém, quanto mais elevada for a experiência do avaliador em observação da marcha, maior será a concordância intra e inter-observadores. Tendo em conta a pouca experiência dos avaliadores que participaram neste estudo, uma das questões que se levanta para avaliação da fiabilidade intra-observador é o facto de o segundo momento de avaliação poder ser influenciado pelo conhecimento prévio e experiência que o avaliador adquiriu na avaliação anterior.<sup>7,11</sup>

Relativamente à concordância entre observadores, esta é essencial para a partilha de informação clínica, mas se o desempenho clínico deste tipo de ferramentas está dependente da experiência e do conhecimento dos observadores, as conclusões irão diferir inevitavelmente entre profissionais de diferentes contextos clínicos.<sup>7,11</sup>

A diferença angular máxima inter-observadores registada neste estudo foi de 12°. Este valor apenas se verificou uma vez e encontra-se distanciado dos restantes. É importante referir que a segunda diferença máxima, esta já mais frequente, foi de 8°. Numa comparação intra-observadores, a diferença angular máxima registada foi também de 8°. As implicações que estas diferenças angulares poderão trazer para a prática clínica variam, considerando o paciente e a natureza da patologia em estudo. Neste tipo de avaliação, a sensibilidade e especificidade tornam-se qualidades essenciais, conferindo a capacidade de identificar corretamente desvios clinicamente relevantes, para que não sejam

realizados falsos diagnósticos ou reavaliações, que terão influência na escolha do tratamento.<sup>5,7,12</sup>

## CONCLUSÃO

Devido à reduzida dimensão da amostra em estudo, não foi possível retirar conclusões definitivas quanto à fiabilidade intra e inter-observadores para determinação de medidas angulares do joelho durante a marcha, por vídeo.

No entanto, os dados obtidos permitem afirmar que a técnica escolhida parece apresentar fiabilidade intra e inter-observadores excelente para todos os itens avaliados.

Os dados cinemáticos da marcha podem sempre ser avaliados e comparados, contudo, esses valores não explicam as razões para a adoção de certas características da marcha num indivíduo. Sugere-se então que avaliações angulares em atividades funcionais sejam sempre complementadas com outras técnicas de avaliação, clínicas e/ou laboratoriais.<sup>7,13</sup>

Recomenda-se a realização de estudos futuros, com uma amostra maior e com a comparação entre a avaliação de observadores experientes e não experientes, de maneira a explorar de forma mais conclusiva as potencialidades da análise da marcha por vídeo, em contexto clínico.

## REFERÊNCIAS

1. Moraes Filho, Albertin dos Reis, Kawamura. Avaliação do padrão de movimento dos joelhos e tornozelos durante a maturação da marcha normal. *Acta Ortop Bras* [periódico online]. 2010 [citado 2014 Out 28]; 18: 23-5. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aob/v18n1/a04v18n1.pdf>
2. Nordin, Frankel. *Biomecânica básica do sistema musculoesquelético* (3.ª ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
3. Campbell, Linden, Palisano. *Physical Therapy for children*. Atlanta: Elsevier Saunders; 2006.
4. Oatis. *Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
5. Magee. *Avaliação musculoesquelética*. São Paulo: Editora Manole; 2002.
6. Neumann. *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for physical rehabilitation*. Atlanta: Mosby Elsevier; 2002.
7. Toro, Nester, Farren. A review of observational gait assessment in clinical practice. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2003; 19: 137-49.
8. Guzmán-Valdivia, Blanco-Ortega, Oliver-Salazar, Carrera-Escobedo. Therapeutic motion analysis of lower limbs using Kinovea. *IJSCE* [periódico online]. 2013 [citado 2014 Out 28]; 3: 359-65. Disponível em: <http://www.ijscce.org/attachments/File/v3i2/B1562053213.pdf>
9. Noronha, Martins, Alves. A influência do peso da mochila escolar na variação angular do joelho. *Salutis scientia* [periódico online]. 2014 [citado 2014 Out 28]; 6: 40-5. Disponível em: <http://www.salutisscientia.esscvp.eu/Site/Artigo.aspx?artigoId=31259>
10. Eastlack, Arvidson, Snyder-Mackler, Danoff, McGarvey. Interrater reliability of videotaped observational gait-analysis assessments. *Physical Therapy* [periódico online]. 1991 [citado 2014 Out 28]; 71: 465-72. Disponível em: <http://ptjournal.apta.org/content/71/6/465.full.pdf+html>
11. Brunnekreef, van Uden, van Moorsel, Kooloos. Reliability of videotaped observational gait analysis in patients with orthopedic impairments. *BMC Musculoskeletal Disorders* [periódico online]. 2005 [citado 2014 Out 28]; 6: 17. Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2474-6-17.pdf>
12. Chang, Guan, Burne. An automated form of video image analysis applied to classification of movement disorders. *Disability and Rehabilitation*. 2000; 22: 97-108.
13. Rodrigo de Carvalho, Bertor, Briani, et al. Confiabilidade inter e intra-avaliador para determinação de medidas angulares do joelho, por cinemetria, na corrida. *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte e IV Congresso Internacional de Ciências do Esporte: Ciência & Compromisso social – Implicações na/da Educação Física e Ciências do Esporte* [página inicial da Internet]. c2011 [citado 2014 Out 28]. Disponível em: <http://congressos.cbce.org.br/index.php/conbrace2011/2011/paper/view/2995/1739>

**Tabela 1 – Resultados do ICC e alfa de Cronbach para cada um dos itens avaliados para determinar a fiabilidade intra-observador.**

Par		Correlação Intra-Classe <sup>b</sup>	95% Intervalo de Confiança		Alfa de Cronbach
			Limite Inferior	Limite Superior	
<b>Observador 1</b>	Medidas Singulares	0,968 <sup>a</sup>	0,908	0,989	0,983
	Medidas médias	0,984 <sup>c</sup>	0,952	0,995	
<b>Observador 2</b>	Medidas Singulares	0,947 <sup>a</sup>	0,849	0,982	0,971
	Medidas médias	0,973 <sup>c</sup>	0,918	0,991	
<b>Observador 3</b>	Medidas Singulares	0,947 <sup>a</sup>	0,852	0,982	0,971
	Medidas médias	0,973 <sup>c</sup>	0,920	0,991	

Modelo de efeitos mistos onde os efeitos dos indivíduos são aleatórios e os das medições fixos

a. O estimador é o mesmo, quer esteja presente ou não o efeito de interação.

b. Coeficientes de correlação intra-classe do tipo A utilizando uma definição de concordância absoluta.

c. Esta estimativa é calculada assumindo que o efeito de interação está ausente, caso contrário não é estimável.

**Tabela 2 – Resultados do ICC e alfa de Cronbach para cada um dos itens avaliados para determinar a fiabilidade inter-observador.**

Par		Correlação Intra-Classe <sup>b</sup>	95% Intervalo de Confiança		Alfa de Cronbach
			Limite Inferior	Limite Superior	
<b>Criança 1 – Observação 1</b>	Medidas Singulares	0,966 <sup>a</sup>	0,886	0,996	0,992
	Medidas médias	0,993 <sup>c</sup>	0,975	0,999	
<b>Criança 1 – Observação 2</b>	Medidas Singulares	0,985 <sup>a</sup>	0,949	0,998	0,997
	Medidas médias	0,997 <sup>c</sup>	0,989	1,000	
<b>Criança 2 – Observação 1</b>	Medidas Singulares	0,981 <sup>a</sup>	0,935	0,998	0,996
	Medidas médias	0,996 <sup>c</sup>	0,986	1,000	
<b>Criança 2 – Observação 2</b>	Medidas Singulares	0,974 <sup>a</sup>	0,913	0,997	0,994
	Medidas médias	0,995 <sup>c</sup>	0,981	0,999	
<b>Criança 3 – Observação 1</b>	Medidas Singulares	0,991 <sup>a</sup>	0,969	0,999	0,998
	Medidas médias	0,998 <sup>c</sup>	0,994	1,000	
<b>Criança 3 – Observação 2</b>	Medidas Singulares	0,986 <sup>a</sup>	0,952	0,998	0,997
	Medidas médias	0,997 <sup>c</sup>	0,990	1,000	

Modelo de efeitos mistos onde os efeitos dos indivíduos são aleatórios e os das medições fixos

a. O estimador é o mesmo, quer esteja presente ou não o efeito de interação.

b. Coeficientes de correlação intra-classe do tipo A utilizando uma definição de concordância absoluta.

c. Esta estimativa é calculada assumindo que o efeito de interação está ausente, caso contrário não é estimável.