

ARTIGO DE  
REVISÃO

# Técnicas de Análise de Marcha

Marcelo Saad\*  
Linamara Rizzo Battistella\*\*  
Danilo Masiero\*\*\*

## RESUMO

A análise de marcha oferece dados importantes para a compreensão e tratamento de distúrbios da locomoção. Sua importância é tal que justificou a criação dos chamados Laboratórios de Movimento. Este campo tem se desenvolvido muito nas últimas décadas. Este artigo mostra esta evolução, e a situação atual da análise de marcha no Brasil e no mundo. Expõe também os termos técnicos usados neste tipo de estudo.

## UNITERMOS

Marcha. Análise.

## SUMMARY

Gait analysis provides important data for comprehension and treatment of locomotion disturbances. Such is its importance that justified the creation of the so-called Motion Laboratories. This field has been very developed in last decades. This article shows this evolution, and the current situation of gait analysis in Brazil and the world. It also explains the technical words used in this kind of study.

## KEYWORDS

Gait. Analysis.

## Importância da análise de marcha (A.M.)

A marcha humana compreende uma seqüência de eventos rápidos e complexos. É difícil, à observação clínica, analisar estes fenômenos, e quantificar seu grau de afastamento da normalidade. Tais limitações levaram médicos, biólogos, engenheiros e estudiosos do movimento a desenvolver recursos de registro e análise de marcha.

A A.M. tem fundamental importância no estudo e tratamento de patologias que envolvem o aparelho locomotor<sup>1,7,8,9</sup>. Esta sistemática fornece dados que contribuem para:

- compreensão do mecanismo fisiopatológico inicial
- direcionamento do tratamento

---

***Divisão de Medicina de Reabilitação - HC FMUSP - Disciplina de Fisiatria - UFSP - EPM***

\* Médico Fisiatra, Pós-Graduando nível Mestrado em Reabilitação pela Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina

\*\* Médica Fisiatra, Livre-Docente, Chefe da Divisão de Medicina de Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

\*\*\* Médico Ortopedista e Fisiatra, Doutor, Chefe da Disciplina de Fisiatria do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina.

Endereço para correspondência:

Marcelo Saad

R. dos Açores, 310

CEP: 04032-060 - São Paulo, SP - Brasil

- planejamento cirúrgico
- prescrição e adequação de órteses, próteses e auxiliares de marcha
- comparação pré e pós-tratamento em qualquer intervenção
- orientação de desempenho para atletas de elite

A A.M. pode ser clínica (visando o estudo de um determinado paciente) ou científica (visando o estudo das repercussões de uma patologia sobre a marcha).

Os principais campos de aplicação da A.M.<sup>3,7,10</sup> podem ser esquematizados como:

**Pesquisa Clínica:**

- compreensão dos mecanismos envolvidos na marcha normal
- compreensão dos mecanismos envolvidos na marcha em condições patológicas

**Medicina Física e Reabilitação:**

- prescrição e adequação de órteses e próteses
- prescrição e adequação de auxiliares de locomoção
- bloqueios neuromusculares e outras intervenções locais e sistêmicas

**Cirurgia Ortopédica:**

- abordagem pré-cirúrgica
- tomada da decisão cirúrgica
- seguimento pós-operatório

**Clínica Médica:**

- pés de risco (diabetes, artrite reumatóide etc.)

**Medicina Esportiva:**

- Estudo de lesões atléticas
- aperfeiçoamento da performance de atletas de elite

**Fisioterapia:**

- abordagem pré-tratamento
- tomada da decisão terapêutica
- avaliação pós-tratamento

## Breve histórico da A.M.

O interesse pelo movimento do corpo foi objeto de atenção de Hipócrates, Aristóteles, Galeno, Vesalius, Da Vinci, Galileu, entre outros. Borelli, na metade do século XVII, determinou o centro de gravidade do corpo e introduziu conceitos fundamentais em A.M. Galvani, no final do século XVIII, verificou que os músculos produzem corrente elétrica detectável quando se contraem. Os irmãos Weber, na metade do século XIX, fizeram valiosas observações e medidas de parâmetros cinemáticos da marcha<sup>6</sup>.

Porém, devemos a Muybridge a primeira tentativa bem-sucedida de registrar o movimento<sup>8</sup>. Muybridge, um fotógrafo americano do final do século XIX, através de fotografias múltiplas e

seqüenciais expostas rapidamente, criou a ilusão de movimento. Documentou uma série de movimentos de animais, e pessoas normais e deficientes.

No início do século XX, Scherb foi o primeiro a definir o padrão da seqüência da ação muscular dos membros inferiores. Começou seus estudos com métodos palpatórios dos membros de indivíduos em esteiras rolantes, e posteriormente valeu-se da eletromiografia. Também nesta época, Schwartz iniciou estudos sobre as pressões e forças envolvidas com a marcha. Mais recentemente, Inman enriqueceu o conhecimento de marcha com informações qualitativas e quantitativas da cinemática, cinética e eletromiografia dinâmica<sup>6</sup>.

## Termos usados em A.M.

Cinemática é o estudo de parâmetros tempo-espaciais da marcha (como velocidade, ângulos articulares durante o movimento etc.). Cinética é o estudo das forças envolvidas com o movimento (tanto as causadas por contração muscular quanto as causadas por momentos inerciais). Eletromiografia dinâmica é o estudo do padrão de ativação dos músculos para gerar o movimento, e portanto difere da eletromiografia clínica (que é o estudo da integridade da unidade motora).

Cadência é o número de passos por minuto. O centro de gravidade é o ponto de aplicação de todas as forças que agem sobre o corpo.

Um ciclo de marcha corresponde ao período entre o toque de calcanhar de um pé até o próximo toque de calcanhar do mesmo pé. Este também é o conceito de passada. Já um passo é o período entre o toque de calcâneo de um pé e o próximo toque de calcâneo do outro pé. Assim, uma passada contém dois passos.

O ciclo de marcha é dividido em fases para sistematizar seu estudo<sup>2</sup>:

**Fase de Apoio**

- contato inicial
- resposta de carga
- apoio médio
- apoio terminal
- desprendimento

**Fase de balanço**

- balanço inicial
- balanço médio
- balanço final

## Métodos de A.M.

O método mais natural é a observação clínica<sup>2</sup>. O conhecimento das características das fases da

marcha permite analisar qualitativamente o padrão apresentado por um indivíduo. A análise observacional permite extrair a velocidade (cronometrando-se o tempo para percorrer uma distância conhecida) e cadência (contando quantos passos são dados em uma unidade de tempo).

O podograma (impressão da planta dos pés sobre uma esteira de papel) permite conhecer o comprimento do passo, da passada, e o padrão de apoio sobre os pés. O uso de eletrogoniômetros acoplados às articulações dá informações sobre os ângulos destas durante o movimento<sup>4,8</sup>.

Uma sofisticação da análise observacional é a filmagem da marcha do indivíduo, e a exibição em videotape. Isto tem como vantagens a possibilidade de repetir a observação várias vezes, registro para comparação pré e pós-tratamento, e análise em câmera lenta. Será tanto melhor se for usado um videocassete profissional, que permite congelamento nítido para análise quadro-a-quadro, avanço e retrocesso bastante práticos da imagem.

Toda a análise cinemática feita manualmente, como descrita acima, pode ser feita pelo computador<sup>2</sup>. Os modernos sistemas automáticos de rastreamento de movimento captam a imagem, transferem-na ao computador, e este se encarrega de extrair todos os dados cinemáticos. Para a captação da imagem, marcas especiais são acopladas a pontos anatômicos do paciente, e o computador usa estes pontos para construir um modelo tridimensional do corpo em ação.

Para a análise cinética, plataformas de força instaladas no piso dão informações sobre a pressão do pisar. O computador calcula, então, as forças envolvidas que resultaram nesta pressão. Uma variação destas plataformas são os sistemas de palmilha, colocadas dentro do calçado do indivíduo, que também fornecem informações da cinética<sup>8</sup>.

A eletromiografia dinâmica pode ser feita por eletrodos de superfície ou intramusculares. Cada um destes tem suas aplicações mais indicadas, e a escolha envolve vantagens e desvantagens para ambas as técnicas. O aparelho pode receber os sinais elétricos musculares através de cabos, ou por radiotelemetria. Os cabos limitam o paciente ao comprimento destes, porém são uma forma barata e confiável de transmitir a informação. A radiotelemetria libera o paciente da estação analisadora, mas é mais cara e sofre interferência de ondas eletromagnéticas do ambiente<sup>5</sup>.

A análise do gasto energético durante a marcha é um importante indicador da eficiência desta. Geralmente envolve uma parafernália capaz de medir metabólitos do esforço, como gases expirados, lactato sérico etc.<sup>2</sup>. Uma infe-

rência indireta pode ser feita por fórmulas que consideram a frequência cardíaca.

## Situação da A.M. no Brasil

Em nosso país, considerando-se que ainda é incompleta a assistência primária em saúde, pode-se entender por que tão poucos serviços e profissionais de saúde se dediquem ao estudo da marcha. A montagem de um laboratório de análise completo e moderno pode incluir um gasto de US\$ 250.000,00, mais treinamento da equipe e manutenção do equipamento. Estes custos estão fora do orçamento da maioria das instituições. O Hospital Sarah Kubitschek, em Brasília, foi o pioneiro nesta área, e durante muitos anos foi a única referência nacional em análise de marcha.

Atualmente, há serviços em vários Estados empenhados em desenvolver laboratórios de análise de movimento. Em São Paulo, a Divisão de Medicina de Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo está em fase final de implantação de um laboratório completo em suas dependências. Contará com os equipamentos mais modernos de análise cinemática, cinética e eletromiografia dinâmica, do sistema "Motion Analysis". A Associação de Assistência à Criança Defeituosa também está caminhando nesta direção.

A Disciplina de Fisiatria do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, no Lar Escola São Francisco, já conta com um laboratório que usa recursos de filmagem para obter dados cinemáticos. Também está caminhando para produzir o primeiro eletromiografo de marcha fabricado no Brasil. De suas pesquisas deverão sair algumas teses de mestrado.

Ainda de forma um pouco tímida, profissionais brasileiros da área de Reabilitação estão se envolvendo cada vez mais com a análise de marcha. Esta tendência mostra que estamos querendo nos aproximar dos países desenvolvidos, onde este tipo de estudo tem um papel importante e definitivo.

## Referências Bibliográficas

1. ESQUENAZI, A. & KEENAR, M.A. - Gait analysis. In: DeLISA, J.A. & GANS, B.M. - *Rehabilitation Medicine: principles and practice*. 2nd. ed., J.B. Lippincott Co., Philadelphia, USA, 1993.
2. HARRIS, G.F. & WERTSCH, J.J. - Procedures for gait analysis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 75: 216-25, 1994.

3. LAUGHMAN, R.K.; ASKEW, L.J.; BLEIMEYER, R.R. & CHAO, E.Y. - Objective clinical evaluation of function - gait analysis. **Phys. Ther.**, 64: 1839-45, 1984.
4. SMIDT, G.L. - Methods of studying gait. **Phys. Ther.**, 54: 13-7, 1974.
5. SODERBERG, G.L. & COOK, T.M. - Electromyography in biomechanics. **Phys. Ther.**, 64: 1813-20, 1984.
6. STEINDLER, A. - A historical review of the studies and investigations made in relation to human gait. **J. Bone Joint. Surg.**, 35-A: 540-2, 1953.
7. SUTHERLAND, D.H. & KAUFMAN, K.R. - Motion analysis - lower extremity. In: NICKEL, V.L. & BOTTE, M.J. - **Orthopaedic Rehabilitation**. 2nd ed., Churchill Livingstone Co., New York, USA, 1992.
8. WHITTLE, M.W. - **Gait analysis - an introduction**. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, Great Britain, 1991.
9. WINTER, D.A. - The locomotion laboratory as a clinical assessment system. **Med. Progr. Technol.**, 4: 95-106, 1976.
10. WINTER, D.A. - Knowledge base for diagnostic gait assessment. **Med. Progr. Technol.**, 19: 61-81, 1993.