

# Pêndulo: um teste simples de medida de espasticidade

## *Pendulum: a simple test to measure spasticity*

Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela\*  
Sylvie Nadeau\*\*  
Sandra Jean Olney\*\*  
Brenda Brouwer\*\*

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar a confiabilidade do teste de pêndulo para avaliar o tônus muscular e comparar os dados obtidos entre um grupo de idosos saudáveis e um grupo de pacientes hemiplégicos crônicos da mesma faixa etária. Vinte idosos e 20 hemiplégicos crônicos foram recrutados na comunidade, de forma voluntária. O tônus muscular foi investigado utilizando o índice de relaxamento corrigido (IRC) obtido pelo teste de pêndulo. Para avaliar a confiabilidade do IRC, os dados foram obtidos em dois dias diferentes para ambos os grupos. Testes-*t* foram empregados para avaliar diferenças entre os grupos e entre os lados afetado e não afetado do grupo hemiplégico. A média do IRC para o lado afetado foi 0,65 ( $\pm$  0,20) no primeiro dia e 0,66 ( $\pm$  0,11) no segundo dia. Para o lado não afetado, as médias foram 1,03 ( $\pm$  0,09) e 1,02 ( $\pm$  0,11) para os primeiro e segundo dias, respectivamente. Coeficientes de correlação significativos foram observados entre as duas medidas obtidas ( $r = 0,93$  e  $r = 0,70$ ) para os lados afetado e não afetado, respectivamente. Os resultados do teste-*t* demonstraram diferenças significativas entre os valores do IRC obtidos no lado afetado comparados com os valores do lado não afetado e os valores de referência. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre os valores do IRC obtidos no lado não afetado e os valores de referência. Pode-se concluir que o teste de pêndulo apresenta o potencial de ser incluído como um método eficaz de medida de tônus muscular em reabilitação.

### UNITERMOS

Espasticidade, Tônus muscular, Teste de pêndulo, AVC, Idosos, Índice de relaxamento corrigido

### SUMMARY

The aim of this study was to investigate the reliability of the pendulum test in assessing muscle tone and compare the data obtained from a healthy elderly group with a group of chronic stroke subjects of similar age. Twenty healthy elderly and 20 chronic stroke subjects were recruited on a volunteer basis from the community. The muscle tone was measured by the corrected relaxation index (CRI) obtained from the pendulum test. To assess the reliability of the CRI, data were obtained from both groups on two different days. *T*-tests were used to assess differences between groups and between affected and non-affected sides of the stroke group. This measure was shown to be consistent across testing days. The mean CRI value for the affected side was 0.65 ( $\pm$  0.20) for day one and 0.66 ( $\pm$  0.11) for day two. For the unaffected side, the mean CRI value was 1.03 ( $\pm$  0.09) and 1.02 ( $\pm$  0.11) for day one and two, respectively. Significant correlation coefficients between the two measures were obtained ( $r = 0.93$ ,  $p = 0.000$  and  $r = 0.70$ ,  $p = 0.000$ ) for the affected and unaffected sides, respectively. The results of the *t*-tests showed significant

\* Professora do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais

\*\* Ph.D. Queen's University, Kingston, Ontário, Canadá

#### **Endereço para correspondência:**

Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela  
Av. Presidente Antonio Carlos, 6627  
CEP 31270-010 – Belo Horizonte – MG  
Tel.: (0xx31) 499-4782  
Fax: (0xx31) 499-4790  
E-mail: lfts@decalus.lcc.ufmg.br

Data de recebimento do artigo: 14/01/2002 – Data de aprovação: 16/05/2002

differences between the CRI values of the affected leg compared with the non-affected leg and the reference values of the elderly group. However, no significant differences were observed between the CRI values of the non-affected leg and the reference values. It can be concluded that the pendulum test presents the potential to be included as an efficient method of assessing muscle tone.

#### KEYWORDS

Spasticity, Muscle tone, Pendulum test, Stroke, Elderly, Corrected relaxation index

## Introdução

O tônus muscular é um parâmetro difícil de ser medido, em parte por causa da complexidade encontrada ao tentar caracterizá-lo<sup>1,2</sup>. Espasticidade é fácil de ser reconhecida, mas difícil de ser caracterizada e quantificada. Ocorrendo numa variedade de desordens do sistema nervoso central, a presença de espasticidade tem significância tanto diagnóstica quanto terapêutica. A presença de resistência durante a movimentação passiva é freqüentemente utilizada para quantificar o tônus muscular<sup>2,3</sup>. Contudo, vários fatores contribuem para o aumento da resistência à movimentação passiva observada em pacientes espásticos<sup>1,2</sup> e uma diferenciação entre as tensões causada pela espasticidade e pelas propriedades viscoelásticas dos tecidos moles nem sempre é possível<sup>1,2,4</sup>, induzindo a planos de tratamento inapropriados.

Uma definição amplamente aceita de espasticidade é a de que é uma desordem motora caracterizada por um aumento da resistência ao movimento passivo dependente da velocidade de alongamento, associada com hiper-reflexia e resultado de uma hiperexcitabilidade do reflexo miotático<sup>2,5-8</sup>. Espasticidade pode causar alterações musculares secundárias e desenvolvimento de contraturas. Alterações nas propriedades viscoelásticas e tecido conjuntivo de músculos espásticos paréticos podem contribuir para restrição passiva ao movimento, que pode ser um fator limitante em termos da habilidade do músculo de gerar torque<sup>9</sup>.

A literatura atual indica que alterações de complacência dos tecidos moles após AVC contribuem de forma importante para o aumento da resistência ao alongamento passivo<sup>9,10</sup>. Espasticidade é geralmente associada a vários distúrbios do movimento. O grau de espasticidade, entretanto, não necessariamente se correlaciona com a função, como por exemplo com a velocidade da marcha em pacientes hemiplégicos<sup>9,12</sup>. Todavia, o controle da espasticidade é um componente importante para o cuidado geral do paciente. Para que esse controle seja possível, algum método de avaliação do tônus muscular torna-se necessário. Para utilização do

tônus como recurso para se estabelecer diagnóstico neurológico, é desejável um teste simples e confiável, que possa ser aplicado facilmente em qualquer ambiente clínico.

A quantificação do grau de espasticidade continua sendo um problema de difícil solução, pelo fato de ser influenciada por fatores como ansiedade, depressão, fadiga e/ou temperatura ambiental<sup>13</sup>. Uma instrumentação fidedigna e válida é essencial para assegurar uma avaliação apropriada da eficácia de intervenções terapêuticas planejadas para reduzir o tônus muscular. A avaliação do tônus muscular se torna difícil se apenas uma interpretação subjetiva baseada em movimentos passivos for utilizada. Escalas clínicas, como a escala de Ashworth, podem não ser sensíveis o suficiente para detectar alterações discretas de tônus<sup>1,6,11,14</sup>. Métodos biomecânicos envolvem equipamentos caros, requerem recursos humanos especializados e nem sempre podem ser disponíveis para aplicações em rotinas clínicas<sup>1,5,11,14-19</sup> e os métodos neurofisiológicos apresentam uma fraca correlação com o *status* clínico da espasticidade<sup>2,5,20</sup>.

O teste do pêndulo, utilizado para avaliação de tônus do músculo quadríceps<sup>21-23</sup>, vem sendo endossado como uma medida prática. Os dados obtidos neste teste apresentam uma variabilidade mínima e uma precisão alta, requer mínima cooperação do paciente e, o mais importante, correlaciona-se significativamente com os achados clínicos<sup>6,9,10,24,25</sup>. Esse teste tem sido utilizado para avaliação de espasticidade em pacientes portadores de hemiplegia<sup>9,10,21</sup>, esclerose múltipla<sup>14,24</sup> e lesão medular<sup>21</sup> e também para avaliação de eficácia de drogas antiespásticas<sup>22</sup> e de treinamento muscular<sup>9,10</sup>.

Os dados obtidos no teste do pêndulo utilizados como referência de normalidade descritos na literatura não foram controlados por idade<sup>22</sup>, incluindo dados de indivíduos de diferentes faixas etárias. É amplamente aceito que as características mecânicas e elásticas dos músculos e dos tecidos conjuntivos constituem componentes importantes do tônus muscular<sup>2</sup> e que alterações importantes nas propriedades desses tecidos ocorrem com o processo de envelhecimento<sup>26</sup>. Sendo assim, torna-se importante obter dados de referência de indivíduos idosos saudáveis, a fim de observar se as alterações associadas ao envelhecimento alterariam os resultados do teste.

O objetivo desse estudo foi investigar a confiabilidade do teste de pêndulo na avaliação da espasticidade e comparar os dados obtidos entre um grupo de idosos saudáveis e um de pacientes hemiplégicos crônicos da mesma faixa etária.

## Materiais e métodos

### Amostra

Indivíduos idosos saudáveis com idade superior a 60 anos e indivíduos portadores de hemiplegia com idade superior a 20 anos e com pelo menos 9 meses de evolução da patologia, independentes para deambulação com ou sem auxílios mecânicos, foram recrutados na comunidade por meio de divulgação na mídia. Ambos os grupos assinaram o termo de consentimento.

Dados demográficos de ambos os grupos foram coletados, e para o grupo hemiplégico foram obtidas informações relativas ao tempo de hemiplegia, ao lado afetado e ao uso de auxílio de deambulação.

### Instrumentação e procedimentos

O teste de pêndulo<sup>23</sup> foi utilizado para determinar o tônus muscular do músculo quadríceps em ambos os grupos, segundo protocolo de Bajd & Vodovnik<sup>21</sup> e Sharp & Brouwer<sup>9</sup>. Para investigar a confiabilidade do teste, ambos os grupos foram avaliados em dois dias diferentes com um intervalo de uma semana entre os testes.

Como ilustrado na figura 1, os indivíduos foram posicionados confortavelmente em supino com as pernas pendentes sobre a borda da mesa, de maneira que a flexão do joelho testado ocorresse livremente. O membro do lado não testado foi apoiado em uma cadeira para minimizar a sobrecarga na coluna vertebral. Um eletrogoniômetro (ELGON) à bateria foi acoplado na articulação do joelho. O fulcro do goniômetro foi centrado no eixo de rotação da articulação do joelho, o braço fixo do goniômetro alinhado com o grande trocanter do fêmur e o braço móvel alinhado com o maléolo lateral. Os braços do goniômetro foram mantidos em posição por meio de bandagens elásticas. Além disso, dois eletrodos foram colocados, aproximadamente a 5 cm de distância, sobre a pele do ventre do músculo reto femoral para captar sua atividade elétrica e um eletrodo terra foi colocado em cima da patela (Figura 1).

Para realizar o teste, o examinador passivamente elevou a perna do paciente até atingir a posição horizontal, ou seja, completa extensão do joelho, instruindo o indivíduo a relaxar e, quando este encontrava-se completamente relaxado, ou seja, nenhuma atividade era observada no osciloscópio (silêncio eletromiográfico), ele deixava a perna cair, de maneira que esta oscilava livremente sob a ação da gravidade. Com base no protocolo de Sharp & Brouwer<sup>9</sup>, o sinal eletromiográfico (EMG) foi filtrado numa



Figura 1 — Preparação e posicionamento do indivíduo para o teste. Fonte: Teixeira et al., 1998<sup>11</sup>

faixa de 10 Hz a 1 kHz e amplificado a 0,2 mV/cm) e o sinal do ELGON foi digitalizado (2 kHz) e captado *on-line* por um período de 8 segundos usando um computador. Os sinais eram também vistos no osciloscópio e o sinal EMG foi conectado a um alto-falante, a fim de proporcionar *feedback* auditivo para estimular os indivíduos a relaxarem durante o teste. Após prática do teste, os dados de dez tentativas foram obtidos *on-line* para os dois membros nos indivíduos saudáveis e para os lados afetado e não afetado nos pacientes hemiplégicos, com um intervalo de 30 segundos entre cada teste, para minimizar seus efeitos<sup>6</sup>.

Os dados obtidos foram analisados *off-line* usando a técnica descrita por Bajd & Vodovnik<sup>21</sup>, Katz et al.<sup>6</sup>, Sharp & Brouwer<sup>9</sup> e Teixeira-Salmela et al.<sup>10</sup>. Como ilustrado na figura 2, os deslocamentos angulares (em mV) da posição inicial até a posição de repouso final (A0) e da posição inicial até o primeiro vale (A1) foram medidos. O índice

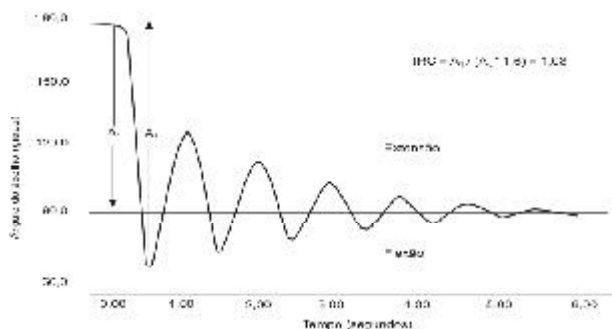


Figura 2 — Resposta típica do teste de um indivíduo idoso. Fonte: Teixeira et al., 1998<sup>11</sup>

de relaxamento corrigido (IRC), determinado pela fórmula<sup>10</sup>:  $IRC = A1/A0 * 1,6$ , foi considerado para análise. A média e o desvio-padrão (DP) foram calculados para as dez tentativas. Os índices, cujos valores não se encaixassem dentro de  $\pm 1$  DP, eram descartados e uma nova média e DP eram calculados.

### Análise estatística

Estatística descritiva e testes de normalidade foram calculados para as variáveis demográficas e para a variável investigada (IRC) com o *software* SPSS. Coeficientes de correlação de Pearson foram calculados para investigar a associação entre as medidas obtidas no teste-reteste. Testes-*t* de Student foram utilizados para investigar diferenças com relação ao IRC entre os grupos e entre os membros afetado e não afetado dos pacientes hemiplégicos. O nível de significância estabelecido foi de  $\alpha < 0,05$ .

## Resultados

### Caracterização da amostra

Vinte indivíduos hemiplégicos e 20 indivíduos idosos saudáveis participaram do estudo. Os vinte hemiplégicos (média de idade  $68,32 \pm 9,53$  anos) dos quais os dados foram coletados informaram um tempo de evolução pós-AVC entre 1,0 e 34,1 ( $5,58 \pm 8,05$ ) anos, sendo 10 do sexo feminino (F) e 10 do sexo masculino (M). Onze apresentaram o lado esquerdo (E) acometido e 9, o lado direito (D). Sete indivíduos faziam uso de auxílio para marcha, como bengala simples (BS) ou bengala de 4 pontos (B4P) e órtese de tipo tornozelo-pé (OTP). Todos os indivíduos faziam uso de medicação oral, principalmente anticoagulantes, antiinflamatórios ou anti-hipertensivo. Nenhum indivíduo fazia uso de antiespasmódicos e/ou miorrelaxantes.

Vinte idosos saudáveis (9 do sexo masculino e 11 do sexo feminino) participaram do estudo e todos completaram o protocolo do teste sem incidentes. A tabela 1 apresenta os dados demográficos do grupo de indivíduos saudáveis comparado com o grupo de hemiplégicos. Testes-*t* para grupos independentes ( $p < 0,05$ ) demonstraram não haver diferenças significativas entre os grupos com relação a idade, peso, sexo, altura e índice de massa corporal (IMC)<sup>27</sup>.

### Índice de relaxamento corrigido (IRC)

A figura 2 demonstra um traçado típico do teste de pêndulo de um indivíduo idoso,

enquanto a figura 3 ilustra o traçado típico do teste de um paciente hemiplégico para os lados afetado e não afetado.

Tabela 1

Dados demográficos comparativos dos grupos de indivíduos hemiplégicos e idosos saudáveis

Variável	Hemiplégicos (n = 20)	Saudáveis (n = 20)	Teste-t
Idade (anos)	68,32 $\pm$ 9,53	68,22 $\pm$ 7,93	NS
Altura (m)	1,69 $\pm$ 0,09	1,67 $\pm$ 0,09	NS
Peso (kg)	75,01 $\pm$ 12,65	70,75 $\pm$ 13,57	NS
IMC* (kg/m <sup>2</sup> )	26,08 $\pm$ 3,58	25,67 $\pm$ 3,67	NS

\* IMC = índice de massa corporal (massa/altura<sup>2</sup>)<sup>27</sup>.

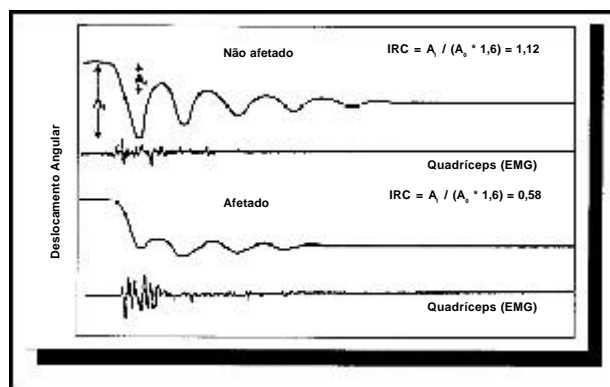


Figura 3 — Resposta típica do teste de um paciente hemiplégico. Fonte: Teixeira et al., 1998<sup>11</sup>

Esta medida, como ilustrado nas figuras 4 e 5, mostrou-se consistente quando obtida em dias diferentes para ambos os grupos e para os lados afetado e não afetado do grupo hemiplégico. Os coeficientes de correlação obtidos entre as duas medidas foram ( $r = 0,93$ ,  $p = 0,000$  e  $r = 0,70$ ,  $p < 0,001$ ) para os lados afetado e não afetado respectivamente e ( $r = 0,62$ ,  $p < 0,01$ ) para o grupo de idosos.

Testes-*t* para grupos independentes foram utilizados para investigar diferenças entre os grupos e entre os lados afetado e não afetado dos pacientes hemiplégicos. Diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,000$ ) entre os lados afetado e não afetado do grupo de hemiplégicos foram encontradas em ambas as visitas (Figura 6 e Tabela 2). O valor do IRC foi menor para o lado afetado em ambas as visitas (0,65 e 0,66 em comparação com (1,02 e 1,03) o lado não afetado.

**Tabela 2**  
Médias e desvios-padrões do índice de relaxamento corrigido (IRC) para os grupos de indivíduos hemiplégicos (n = 20) e saudáveis nas duas visitas

Grupo	1ª visita		2ª visita	
	Afetado	Não Afetado	Afetado	Não Afetado
Hemiplégicos	0,65 ± 0,20	1,03 ± 0,09	0,66 ± 0,19	1,02 ± 0,11
Saudáveis	1,08 ± 0,09*	1,07 ± 0,10**	1,05 ± 0,08*	1,06 ± 0,07**

\* lado direito

\*\* lado esquerdo

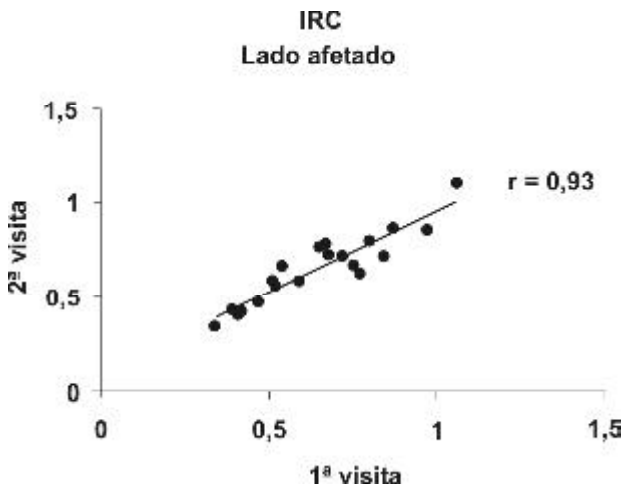


Figura 4 — Correlação obtida no teste-reteste em pacientes hemiplégicos no lado afetado

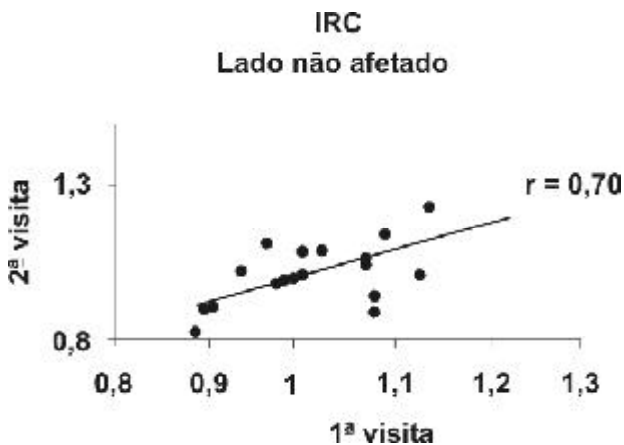


Figura 5 — Correlação obtida no teste-reteste em pacientes hemiplégicos no lado não afetado

Como ilustrado na tabela 2, para os indivíduos saudáveis, o IRC para o lado direito foi 1,08 ( $\pm 0,09$ ) e 1,05 ( $\pm 0,08$ ) para o lado esquerdo, respectivamente. Como nenhuma diferença significativa foi observada entre os lados direito e esquerdo, os valores do lado direito foram escolhidos para os cálculos na comparação entre os grupos.

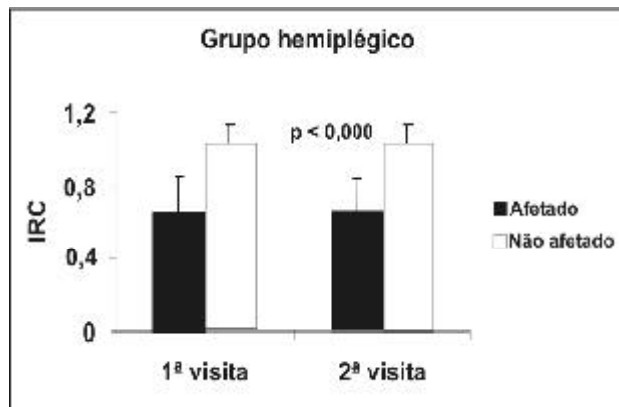


Figura 6 — Comparação da média e desvio-padrão do IRC entre os lados afetado e não afetado do grupo hemiplégico nos dois testes



Figura 7 — Comparação da média e desvio-padrão do IRC entre os grupos nos dois testes

Comparações entre os grupos foram investigadas utilizando testes-*t* para grupos independentes. Os resultados dos testes-*t* demonstraram diferença significativa ( $p = 0,000$ ) apenas com relação aos valores do IRC para o lado afetado (Figura 7). Não houve diferença significativa entre os valores do IRC para o lado não afetado.

## Discussão

Espasticidade é um tema de preocupação para todos os profissionais envolvidos no processo de reabilitação e, assim, torna-se importante considerar métodos adequados de mensurá-la. Um dos objetivos deste estudo foi determinar a consistência dos dados de IRC obtidos pelo teste de pêndulo<sup>6</sup>, utilizado para avaliar o grau de espasticidade dos extensores do joelho. Os resultados foram consistentes com os relatados na literatura<sup>6,9,10,24,28,29</sup> e indicaram claramente que o IRC é uma medida confiável tanto em idosos assintomáticos quanto em pacientes portadores de hemiplegia crônica. Coeficientes de correlação significativos foram observados no teste-reteste para ambos os grupos, sugerindo uma ampla aplicação do teste de pêndulo para medir o grau de espasticidade em pacientes portadores de lesões neurológicas.

Os resultados deste estudo dão suporte a estudos prévios<sup>6,9,10,24,28,29</sup>, indicando ser o IRC um bom indicador do grau de espasticidade. O IRC mostrou-se um parâmetro sensível para detectar diferenças de tônus muscular do quadríceps, tanto entre os grupos de indivíduos idosos e hemiplégicos quanto com relação aos lados afetado e não afetado do grupo hemiplégico. No lado afetado, o IRC foi 64% menor que o lado não afetado e 60% menor que os valores de referência do grupo de indivíduos idosos e esses achados concordam com estudos prévios<sup>9,22</sup>. A média dos valores do IRC obtidos no lado não afetado do grupo hemiplégico (1,03) e em ambos os lados no grupo saudável (1,08) estão de acordo com os achados de Stillman et al.<sup>30</sup>, que observaram uma média de IRC de 1,02 em 77 indivíduos normais de diferentes faixas etárias.

Valores específicos do IRC para membros espásticos ainda não foram relatados na literatura, porém, um valor menor que 1,0 é definido como indicativo de hipertonia<sup>6,21</sup>. Sharp & Brouwer<sup>9</sup> relataram valores de IRC de 0,75 ( $\pm$  0,17) para o lado afetado para 15 pacientes hemiplégicos. Os pacientes desse estudo apresentaram um grau maior de espasticidade com um IRC médio de 0,67 ( $\pm$  0,20). Assim, os achados do presente estudo dão suporte aos estudos prévios, indicando que o teste de pêndulo é um indicador válido de espasticidade dos músculos extensores do joelho<sup>6,21,23,28,29</sup>. Além disso, o teste é fácil de ser administrado e requer a cooperação mínima do paciente, fazendo dele um instrumento eficaz para avaliar alterações de tônus muscular em indivíduos espásticos. Este teste poderia também ser utilizado como guia eficaz na graduação de

hipotonia, uma vez que um IRC maior que 1,0 é indicativo de hipotonia<sup>6,11,21</sup>.

O teste de pêndulo foi utilizado em indivíduos normais, rígidos e espásticos, demonstrando ser uma medida prática e reproduzível<sup>6,21-23,28,29</sup>, sendo os resultados deste suporte a estes estudos. Uma variabilidade mínima entre os testes foi observada para ambos os grupos e achados similares foram relatados em estudos prévios<sup>9,10,28,29</sup>. Os valores do IRC observados no lado afetado foram de 0,65 na primeira visita e de 0,66 na segunda visita. No lado não afetado, os valores obtidos foram de 1,02 na primeira visita e de 1,03 na segunda visita.

Por meio de uma instrumentação simples e barata, vários parâmetros podem ser extraídos do teste de pêndulo, entretanto, o IRC tem-se mostrado como o parâmetro mais prático e sensível<sup>121,28</sup>. Medidas eletromiográficas e goniométricas simultâneas nem sempre são necessárias. Os achados do presente estudo vão de encontro aos de Bajd & Vodovnik<sup>21</sup>, no sentido de que os dados obtidos pela eletromiografia de superfície não apresentam um valor superior aos dados obtidos pelo eletrogoniômetro. No presente estudo, a atividade eletromiográfica do músculo quadríceps obtida por meio de eletromiografia de superfície atuou como coadjuvante para garantir que o indivíduo se encontrava completamente relaxado. Um examinador experiente poderia assegurar tal relaxamento utilizando como guia apenas a sensação de peso do membro a ser examinado. Sendo assim, pode-se sugerir que para testes rápidos e rotineiros medidas eletromiográficas podem não ser necessárias.

Como demonstrado por Leslie et al.<sup>24</sup>, o teste de pêndulo consegue detectar mudanças mínimas no tônus que não seriam possíveis pelo método de Ashworth. Uma das grandes vantagens é que os dados do IRC se apresentam numa escala contínua e não categórica como os dados de Ashworth, podendo resultar na utilização de métodos estatísticos mais robustos e potentes.

Esse método, como demonstrado por Boczko & Mumenthaler<sup>22</sup>, oferece possibilidades distintas para registrar diferenças tanto qualitativas quanto quantitativas entre indivíduos normais e pacientes portadores de espasticidade. Quando o segmento do membro inferior (perna) cai de uma posição completamente estendida, ela oscila na vertical como um pêndulo e seu movimento é freado pelos elementos viscoelásticos dos tecidos<sup>22</sup>. O aumento do tônus, não importa a causa, reduz a oscilação livre da perna e tanto a amplitude quanto o tempo de oscilação se encontram reduzidos no membro espástico. Para Wartenberg<sup>23</sup>, a presença de

oscilação automática completa é a essência básica para a *performance* correta do teste.

Os dados obtidos no grupo de idosos saudáveis demonstraram que, em geral, o número de oscilações, variando entre 6 a 7, constitui movimentos harmoniosos e regulares, ocorrendo principalmente no plano sagital, como recomendado por Wartenberg<sup>23</sup>. Porém, foi observada uma grande variabilidade nos dados obtidos do grupo hemiplégico, com relação ao número de oscilações e irregularidade dos movimentos. Sendo assim, esses achados indicam que essa análise qualitativa não seria de valor para pacientes hemiplégicos, devido à grande variabilidade observada em pacientes espásticos e como demonstrado por Boczek & Mumenthaler<sup>22</sup>, o IRC tem se mostrado como o guia quantitativo mais fidedigno.

O teste de pêndulo se mostrou capaz de demonstrar mudanças mínimas no tônus, visto que ele proporciona uma medida refinada de graduação do tônus muscular<sup>22,24,28,29</sup>, podendo ser valioso para detectar mudanças resultantes de tratamento antiespástico. Além disso, correlações significativas foram observadas entre as medidas de espasticidade obtidas pelo teste de pêndulo e pela escala clínica de Ashworth<sup>24</sup>.

A habilidade para medir o grau de espasticidade de forma precisa é importante, visto que várias intervenções terapêuticas são desenvolvidas objetivando reduzir o grau de espasticidade. A expectativa clínica, embora não comprovada, é de que haja melhora da função à medida que haja redução do grau de espasticidade<sup>11</sup>. O tônus muscular deriva das propriedades viscoelásticas, plásticas e contráteis inerentes das fibras musculares e fâscia por um lado e o comportamento reflexo do outro<sup>1,2,11</sup>. Os maiores problemas associados com a avaliação de tônus muscular resultam da variação da extensibilidade do músculo e da flutuação dos graus da espasticidade<sup>2,11</sup>.

Enquanto a maioria dos investigadores tem avaliado o grau de espasticidade em repouso, os problemas maiores encontram-se associados com o movimento<sup>8</sup>. O teste de pêndulo representa um instrumento alternativo útil na investigação da espasticidade<sup>31</sup>. A vantagem dessa medida quando comparada às medidas neurofisiológicas<sup>20</sup> é a de que ela pode ser realizada num tempo rápido e com precisão suficiente para atingir um valor clínico considerável. Quando associada à atividade eletromiográfica, ela também se apresenta como um instrumento promissor para a atividade de pesquisa<sup>28</sup>.

Finalmente, dados quantitativos do tônus dos músculos extensores do joelho foram obtidos por meio do teste de pêndulo, que mostrou,

confirmando estudos prévios<sup>6,21,23,28,29</sup>, ser um teste fidedigno, confiável e válido para ambos os grupos. Existem vantagens e desvantagens em utilizar o teste de pêndulo para avaliação clínica da espasticidade. Por um lado, o teste é objetivo e fácil de ser administrado e o valor do IRC permite uma classificação ampla de graduação dos resultados individuais. Por outro lado, o teste de pêndulo apenas mede espasticidade em um grupo muscular, os extensores do joelho, não havendo disponível até o momento, nenhum teste similar para avaliar o tônus ao nível dos membros superiores.

Levando-se em consideração a escassez de métodos de avaliação da espasticidade aplicáveis na rotina clínica, por um lado, e a simplicidade de instrumentação e avaliação do teste de pêndulo<sup>21</sup>, por outro, pode-se concluir que o teste de pêndulo tem o potencial de se tornar um método efetivo de avaliação clínica de espasticidade no processo de reabilitação, pois proporciona uma medida simples e fidedigna de movimentos articulares normais e anormais, com considerável potencial para investigações tanto clínicas quanto fisiológicas. Além disso, clínicos interessados em avaliar espasticidade por meio do teste de pêndulo podem utilizar, além do eletrogoniômetro, equipamentos como vídeo<sup>32</sup> ou dinamômetro isocinético<sup>25</sup>, com confiança.

### Agradecimentos

As autoras agradecem às agências brasileiras de fomento (CNPq e FAPEMIG) e ao Heart and Stroke Foundation of Canada.

### Referências bibliográficas

1. Harburn K, Hill K, Vandervoort A, Helewa A, Goldsmith CH, Kertesz A, *et al.* Spasticity measurement in stroke: a pilot study. *Can J Public Health* 1992; 83(Suppl 2):S42-S45.
2. Katz R, Rymer W. Spastic hypertonia: mechanisms and measurement. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70:144-55.
3. Bohannon R, Smith M. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987; 67:206-7.
4. Halpern D, Patterson R, Mackie R, Runck W, Eyler L. Muscular hypertonia: quantitative analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1979; 60:208-18.
5. Katrak P, Cole A, Poulo C, Mccauley J. Objective assessment of spasticity, strength and function with early exhibition of dantrolene sodium after cerebrovascular accident: a randomized double-blind controlled study. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73:4-9.
6. Katz R, Rovai G, Brait C, Rymer W. Objective quantification of spastic hypertonia: correlation with clinical findings. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73:339-47.
7. Lehmann J, Price R, Delateur B, Hinderer S, Traynor C. Spasticity: quantitative measurements as a basis for assessing the effectiveness of therapeutic intervention. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70:6-15.

8. Chapman CE, Wiesendanger M. The physiological and anatomical basis of spasticity: a review. *Physiother Can* 1982; 34(3):125-36.
9. Sharp SA, Brouwer BJ. Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects of function and spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78:1231-36.
10. Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80(10):1211-18.
11. Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Brouwer B. Mecanismos e medidas de espasticidade. *Rev Fisioter da Univ São Paulo* 1998; 5(1):4-19.
12. Lin FM, Sabbahi M. Correlation of spasticity with hyperactive stretch reflexes and motor dysfunction in hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80:526-30.
13. Haas B, Crow J. Towards a clinical measure of spasticity. *Physiother* 1995; 81(8):474-79.
14. Brar SP, Smith MB, Nelson LM, Franklin GM, Cobble ND. Evaluation of treatment protocols on minimal to moderate spasticity in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72:186-89.
15. Bohannon RW, Larkin PA. Cybex II isokinetic dynamometer for the documentation of spasticity: suggestion from the field. *Phys Ther* 1985; 65(1):46-7.
16. Malouin F, Boiteau M, Bonneau C, Pichard L, Bravo G. Use of a hand-held dynamometer for the evaluation of spasticity in a clinical setting: a reliability study. *Physiother Can* 1989; 41(3):126-34.
17. Firoozbakhsh KK, Kunkel CF, Scremin AME, Moneim MS. Isokinetic dynamometric technique for spasticity assessment. *Am J Phys Med Rehabil* 1993; 72(6):379-85.
18. Powers RK, Campbell DL, Rymer WZ. Stretch reflex dynamics in spastic elbow flexor muscles. *Ann Neurol* 1989; 25(1):32-42.
19. Powers RK, Marder-Meyer J, Rymer WZ. Quantitative relations between hypertonia and stretch reflex threshold in spastic hemiparesis. *Ann Neurol* 1988; 23(2):115-24.
20. Milanov IG. A comparison of methods to assess the excitability of lower motoneurons. *Can J Neuro Sci* 1992; 19(1):64-8.
21. Bajd T, Vodovnik L. Pendulum test of spasticity. *J Biomed Eng* 1984; 6:9-16.
22. Boczko M, Mumenthaler M. Modified pendulousness test to assess tonus of thigh muscles in spasticity. *Neurol* 1958; 8:846-51.
23. Wartenberg R. Pendulousness of the legs as a diagnostic test. *Neurol* 1951; 1(1):18-24.
24. Leslie GC, Muir C, Part NJ, Roberts RC. A comparison of the assessment of spasticity by the Wartenberg pendulum test and the Ashworth grading scale in patients with multiple sclerosis. *Clin Rehabil* 1992; 6:41-8.
25. Bohannon R. Variability and reliability of the pendulum test for spasticity using a cybex II dynamometer. *Phys Ther* 1987; 67(5):659-61.
26. Shephard RJ. Current theories of aging. In: Shephard RI, editor. *Aging, physical activity, and health*. Champaign: Human Kinetics; 1997. p.31-56.
27. Goldbourt U, Medalie JH. Weight-height indices: choice of the most suitable index and its association with selected variables among 10,000 adult males of heterogeneous origin. *Brit J Prev Soc Med* 1974; 28:116-26.
28. Teixeira-Salmela LF. The impact of a program of muscle strengthening and physical conditioning on impairment and disability in chronic stroke survivors (PhD dissertation). Kingston/Canada: Queen's University; 1998.
29. Nadeau S, Teixeira-Salmela LF, Gravel D, Olney SJ. Relationships between spasticity, strength of the lower limb and functional performance of stroke victims. *Synapse Neurosciences Division* 2001; 21(1):13-19.
30. Stillman B, Mcmeeken J. A video-based version of the pendulum test: technique and normal response. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76:166-76.
31. Rebersek S, Stefanovska A, Vodovnik L, Gros N. Some properties of spastic ankle joint muscles in hemiplegia. *Med Biol Eng Comput* 1986; 24:19-26.
32. Jamshidi M, Smith AW. Clinical measurement of spasticity using the pendulum test: comparison of electrogoniometric and videotape analyses. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77:1129-32.