

ENVELHECIMENTO: ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DOS SINAISELETROMIOGRÁFICOS - COM A IDADE APLICANDO MODELO DEREGRESSÃO LINEAR SIMPLES PARA MELHORAR A CORRELAÇÃO LINEAR

Lacordaire Kemel Pimenta Cury¹
Kelen Cristina Aires de Melo Cury²

Resumo

Em idades mais avançadas, o tremor pode prejudicar a qualidade de vida ou ser um sintoma da presença de outros distúrbios mais sérios, tais como o tremor essencial ou o Mal de Parkinson. Participaram desta pesquisa 59 sujeitos, sendo 29 homens e 30 mulheres com idade variando de 20 a 87 anos. A partir dos sinais eletromiográficos seguintes características foram estimadas e correlacionadas com a idade dos sujeitos em ambas as condições experimentais: amplitude máxima, mínima, média, RMS (*Root Mean Square*), integral do sinal, parâmetros de frequência, e entropia aproximada. Aplicando o modelo de regressão linear foram encontradas correlações superiores a 0.8 entre as características dos sinais eletromiográficos e a idade dos indivíduos. O resultado mostrou que há um aumento do tremor fisiológico estático e envelhecimento de forma cinética nos indivíduos mais idosos.

1. Introdução

O tremor é o distúrbio de movimento mais comum na prática clínica. É definido como uma oscilação mecânica, periódica, rítmica e involuntária de qualquer parte do corpo e distingue-se de outros distúrbios por ser repetitivo, de amplitude e frequência regulares [1].

¹ Professor e Coordenador do curso Sistemas de Informação da Faculdade CESUC, Doutor em Ciências, Mestre em Ciências, Pós-graduado em Gestão Empresarial e Informática em Educação e Graduado em Análise e Sistemas.

² Graduada em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Goiás e Pós-Graduada com MBA em Gestão Empresarial pela FGV.

Segundo Elble [5], o tremor fisiológico é composto por duas oscilações com origens diferentes. A primeira oscilação é devida ao reflexo mecânico, causado pelos batimentos cardíacos que se propagam por todo o corpo. A segunda tem origem no sistema nervoso central (SNC) na forma de modulação da atividade motora, podendo ter componentes que partem das regiões tálamo-cortical e olivo-cerebelar.

Todos os indivíduos apresentam alguma intensidade de tremor. Em situações normais, este tremor, denominado fisiológico, não interfere nas atividades diárias, até por ser imperceptível. Os tremores de amplitude elevada, denominados patológicos, entretanto, precisam ser estudados porque podem ser sintomas de doenças, principalmente, em pessoas idosas. Dentre as disfunções que possuem o tremor como uma das principais características está o tremor essencial e o Mal de Parkinson, doenças que possuem maior incidência justamente nas idades mais avançadas. Em estágio inicial, o diagnóstico diferencial dessas duas patologias não é simples, e estes podem ser facilmente confundidos com o tremor fisiológico mais acentuado, considerado normal em pessoas idosas, o que prejudica a adoção de uma terapia adequada para cada paciente. Entretanto, em estágios mais avançados das patologias, existem formas de distingui-las, porém o início precoce do tratamento é de fundamental importância para a melhoria na qualidade de vida do paciente [2-12,23].

Diversos estudos comprovaram que há uma mudança significativa nas características do sistema neuromuscular com o avanço da idade. Há alterações, por exemplo, na extensão e no número de neurônios que conduzem o impulso de movimento para as unidades motoras, bem como uma redução no número e no diâmetro dos axônios dessas células [27]. Também já foram observadas alterações no tecido muscular, com redução na capacidade de contração das fibras [28, 30] e na resposta das unidades motoras ao sinal neuromotor [29]. Todas essas mudanças podem interferir na forma de apresentação do tremor fisiológico, já que alteram os modos de condução do impulso originário do SNC e a reação das unidades motoras a este impulso.

As alterações no SNC fazem com que ocorram mudanças nas características do tremor fisiológico, um parâmetro muito pesquisado sob a luz destas alterações é a frequência do sinal relacionado ao tremor, alguns trabalhos indicam que a frequência do tremor fisiológico varia de 8 a 12 Hz [1,5], decrescendo com a idade até atingir frequências que variam de 4 a 6 Hz em pessoas com mais de 60 anos [1,5,13]. Estes valores,

entretanto, não são consensuais, já que existem trabalhos que se referem a intervalos de frequência diferentes [4, 14-19].

Apesar de não haver consenso sobre os valores da frequência relativa ao tremor, certamente estes valores são alterados ao longo da idade. Assim, estão sendo realizadas diversas pesquisas pertinentes ao assunto, principalmente na tentativa de correlacionar tremor e idade, estes estudos tem sido realizados por diversos autores, e muitos utilizam os sinais EMG [5,9,20-22,24]. Alguns destes trabalhos são brevemente descritos a seguir.

O trabalho de Sturman et al. [9] utilizou quatro grupos etários (20-30, 60-69, 70-79 e 80-94 anos) para analisar a regularidade do tremor fisiológico medido em repouso e em outra situação contraindo a musculatura ou usando adição de pesos. Os sinais eletromiográficos foram coletados com os indivíduos sentados, com o antebraço apoiado e as mãos livres (repouso) e com a mão estendida, a palma virada para baixo e os dedos alinhados com o antebraço. Os sinais foram coletados de duas formas distintas, a primeira delas foi realizada com as mãos sem a presença de um peso, e a segunda forma foi realizada com as mãos sustentando pesos de 100g, 250g, 500g e 1000g, suspensos por uma fita colocada sobre os dedos dos indivíduos. Os resultados mostraram um aumento do tremor com o experimento feito da segunda forma (tremor observado com a mão estendida, em linha reta com o antebraço, mas sem movimento [1]) com o avanço da idade.

Milanov [22] fez um estudo mais amplo, utilizando 525 indivíduos com doenças diversas, todas incluindo o tremor entre seus sintomas. O objetivo foi encontrar diferenças nas características dessas patologias que facilitem um possível diagnóstico utilizando-se a eletromiografia. Os sinais foram coletados na mão mais afetada pelo tremor, com os braços em repouso e com a musculatura contraída. Os resultados mostraram uma divisão dos pacientes em dois grupos: o primeiro apresentou um tremor síncrono, caracterizado para pacientes com tremor essencial, tremor cerebelar e tremor fisiológico exacerbado. O segundo grupo, com tremor alternado, também incluiu pacientes com tremor essencial, além daqueles com Mal de Parkinson, tremor rubral e tremor psicogênico. A partir das características do sinal EMG, amplitude média, frequência média e duração do *burst*, o autor concluiu que a diferenciação entre algumas doenças é mais fácil do que entre outras, já que existem padrões semelhantes dessas características entre os indivíduos. Por exemplo, a diferenciação entre tremor essencial e tremor fisiológico exacerbado não

é difícil pois este último apresenta, normalmente, intervalos de frequência maiores.

Diferentemente dos trabalhos acima citados, este artigo buscou outras abordagens para a análise da correlação do tremor e a idade, adicionalmente outra análise foi realizada buscando a existência de uma relação entre o sinal EMGe o envelhecimento, inclusive com a utilização de uma nova ferramenta: a entropia aproximada. As características foram analisadas tanto em repouso como em movimento. Na condição de repouso, o sujeito devia segurar uma caneta laser apontando para um ponto específico, buscando uma relação do tremor com a idade. Na situação de movimento o sujeito deve acompanhar uma espiral por meio de uma caneta laser, assim é possível observar alterações das características correlacionando-as com o envelhecimento em situações cinéticas.

2. Métodos

A amostra populacional considerada foi constituída por 59 sujeitos (29 homens, idade média 44,86 anos; 30 mulheres, idade média 56,17 anos), entre 24 e 87 anos, recrutados entre alunos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e voluntários do Ambulatório de Geriatria do Hospital das Clínicas da mesma instituição. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da UFU, protocolo 3300/06, e todas as pessoas analisadas foram informadas previamente dos detalhes da pesquisa e participaram, voluntariamente, dando seu consentimento por escrito.

Para cada voluntário, o protocolo de coleta de dados foi estabelecido da seguinte forma: o indivíduo foi orientado a sentar-se em uma cadeira com espaldar reto, mantendo os pés totalmente apoiados no chão. Com o antebraço estendido, em ângulo reto com o tronco, o voluntário deveria segurar uma caneta laser (*pointer*), apontando para uma tela colocada 80 cm à sua frente. Nessa tela estava desenhada uma espiral de Arquimedes, com o centro alinhado com o antebraço do paciente. Os eletrodos do eletromiógrafo (EMG) foram posicionados sobre o estensor ulnar do carpo do braço utilizado para realizar o movimento. Após um período de 20 segundos de repouso, o voluntário foi orientado a utilizar o *pointer* para percorrer a espiral na velocidade que fosse mais confortável. As medições foram feitas em ambos os braços, seguindo a espiral no sentido do centro para a extremidade e da extremidade para o centro, com intervalos de 20 segundos entre cada medição. A evolução do tremor foi

analisada por meio dos sinais adquiridos na condição de repouso, já que em movimento os sinais de EMG não reproduzem somente a condição de tremor, tornando difícil sua análise nesta condição. Desta forma, os sinais adquiridos na situação de movimento (do centro da espiral para fora e de fora da espiral para o centro da mesma) foram utilizados para correlacionar o envelhecimento e algumas características do sinal EMG.

Os dados foram coletados por um eletromiógrafo da marca DataHominis Tecnologia Ltda, modelo MyosystemBr1-P84. Após coletados, os dados são visualizados, armazenados e analisados pelo software do equipamento (MyosystemBr1 Versão 3.5.2a).

Antes da coleta dos dados, foi feita a checagem de ruído do equipamento com a gravação do sinal de EMG por 30 segundos na posição de repouso de cada voluntário.

Para fins de análise, os dados de amplitude mínima, média, máxima, RMS e integral do sinal foram normalizados entre 0 e 1.

Uma das características que foi utilizada para a análise dos dados, e que não consta dos trabalhos anteriores, é o cálculo da entropia aproximada (ApEn), descrita por Pincus [25] para a quantificação da regularidade de séries temporais. A ApEn é uma medida estatística interessante, pois permite quantificar a variabilidade de um sinal temporal finito.

Os dados coletados foram submetidos à ferramenta *Curve Fiting Tool*, do Matlab, para cruzamento e verificação da correlação linear, utilizando-se como indicador o coeficiente de determinação (coeficiente de Pearson), assumindo-se como correlação perfeita o valor 1.

3. Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para o coeficiente de correlação ao quadrado (r^2) após processar os dados utilizando-se a ferramenta *Curve Fiting Tool* do Matlab. Foi adotada como critério a existência de correlação apenas para $r^2 > 0,8$, para garantir que essas correlações sejam suficientemente confiáveis. As que apresentaram coeficiente inferior a esse valor foram desprezadas. Nos gráficos, as linhas pontilhadas paralelas à linha de correlação representam o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 1

Tabela 1 - Coeficiente de correlação (r^2) dos dados eletromiográficos coletados e analisados em relação à idade, por movimento do ponteiro sobre a espiral

Medida	Para dentro	Para fora	Parado
	0,9059 (-)	0,9187 (-)	NE
Amplitude média	0,9085 (+)	0,8865 (+)	0,8282 (+)
Amplitude máxima	0,9142 (+)	0,9033 (+)	0,8942 (+)
F50	0,8953 (-)	0,8803 (-)	0,8958 (-)
F80	0,9163 (-)	0,9372 (-)	NE
F90	0,9156 (-)	0,9152 (-)	0,8589 (-)
F95	0,8704 (-)	0,8803 (-)	0,8874 (-)
Frequência média	0,8772 (-)	0,9138 (-)	0,8818 (+)
Integração	0,9155 (+)	0,8946 (+)	0,9153 (+)
RMS	NE	0,8307 (+)	0,9192 (+)
Entropia aproximada	NE	0,8085 (-)	0,9023 (-)

NE (non evaluated)

(+) correlação direta ou positiva

(-) correlação inversa ou negativa

Além de calcular o coeficiente de correlação (r^2), a ferramenta Cftool do Matlab gera gráficos de coerência entre as séries relacionadas, mostrando, no caso da modelagem linear, a reta que melhor atende à correlação, conforme gráficos gerados durante as análises.

A Figura 1 mostra os gráficos de correlação entre a amplitude mínima e a idade, com os coeficientes de correlação negativa de 0,9059, no movimento para dentro da espiral, e 0,9187 no movimento para fora da espiral. Em repouso não houve correlação.

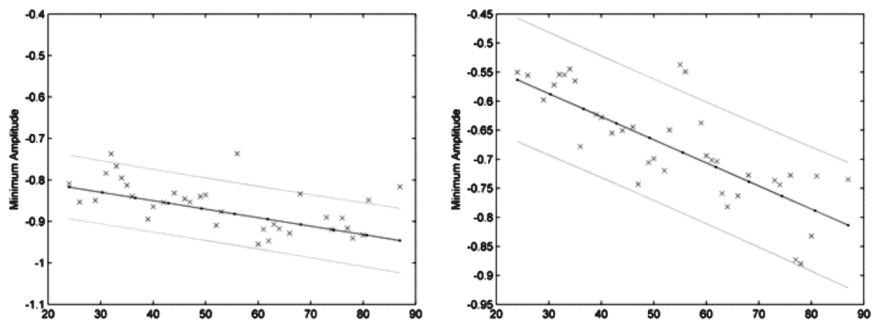


Figura 1

Na Figura 2, são mostradas as correlações entre a amplitude média e a idade, para dentro, para fora e com o braço parado. Todas foram positivas, com coeficientes de 0,9085, 0,8865 e 0,8282, respectivamente.

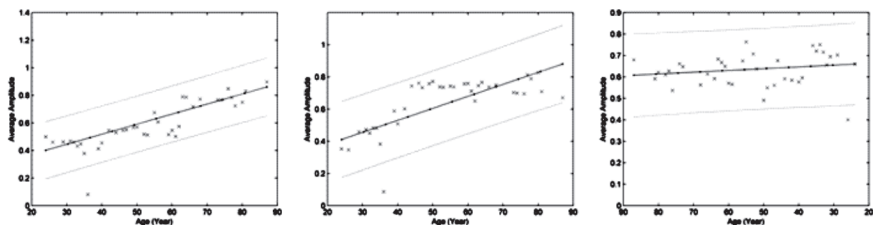


Figura 2

A correlação entre a amplitude máxima e a idade é mostrada na Figura 3. Nas três medições, para dentro ($r^2 = 0,9142$), para fora ($r^2 = 0,9033$) e parado ($r^2 = 0,8942$) a correlação foi positiva.

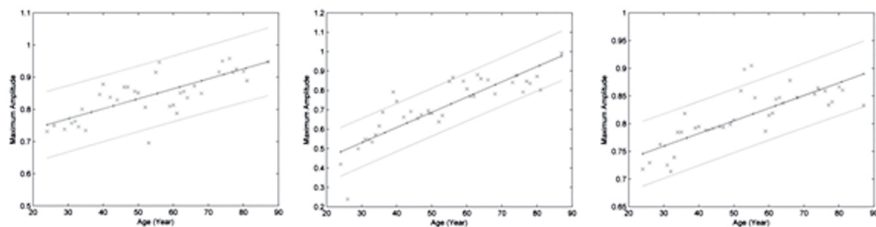


Figura 3

A correlação feita entre a banda de frequência que contém 50% da potência do sinal e a idade é mostrada na Figura 4. Os coeficientes de correlação foram: 0,8953, 0,8803 e 0,8958, todos mostrando uma correlação negativa.

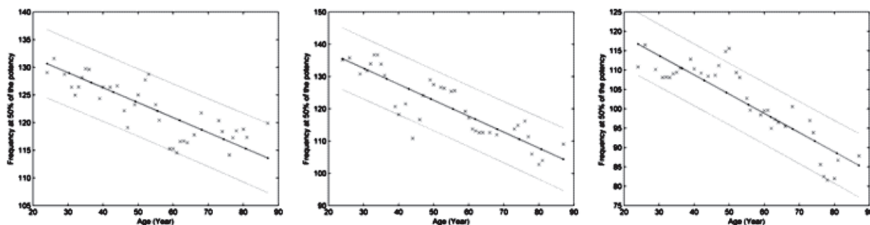


Figura 4

Para a banda de frequência contendo 80% da potência do sinal, obteve-se a correlação com a idade apenas para o braço em movimento não tendo correlação em situação de repouso. A correlação foi negativa em ambos os casos, com coeficientes de 0,9163 para dentro e 0,9372 para fora da espiral (Figura 5).

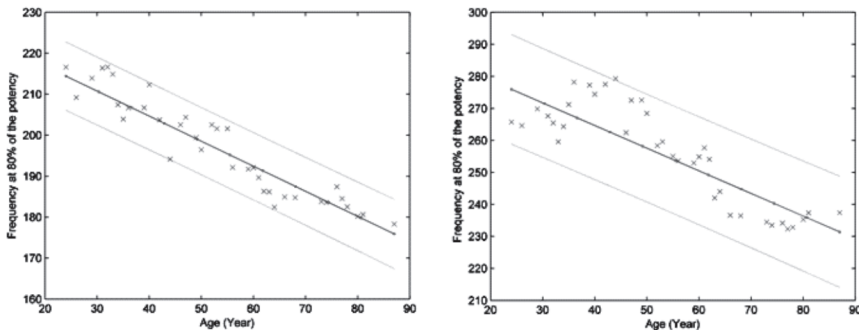


Figura 5

No caso da banda de frequência contendo 90% da potência do sinal, a correlação com a idade foi negativa para as três situações, para dentro ($r^2 = 0,9156$), para fora ($r^2 = 0,9152$) e parado ($r^2 = 0,8589$) (Figura 6).

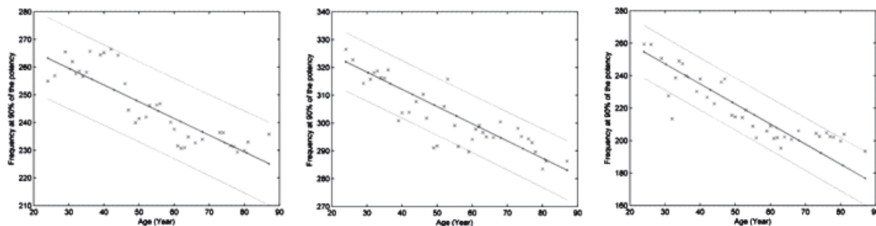


Figura 6

Correlação negativa também foi encontrada para o caso da banda de frequência contendo 95% do sinal e a idade, com coeficientes 0,8704, 0,8803 e 0,8874, para as três situações (para dentro, para fora e parado) (Figura 7).

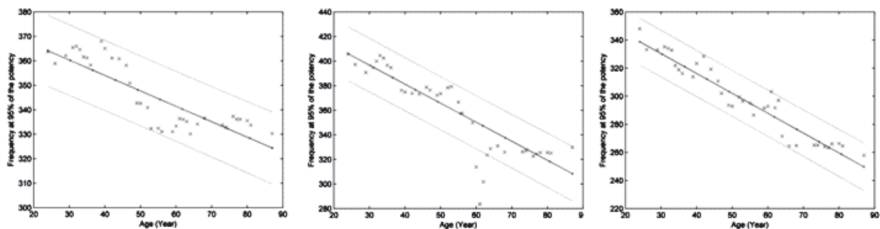


Figura 7

Diferentemente das frequências analisadas, em que a correlação para todos os casos foi negativa, a mesma análise feita para a frequência média com a idade (Figura 8) apresentou correlação positiva para o braço parado ($r^2 = 0,8818$). Para o braço em movimento, os coeficientes negativos foram 0,8772 (para dentro) e 0,9138 (para fora).

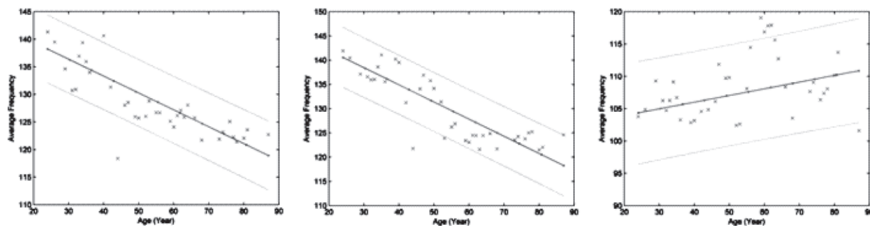


Figura 8

A correlação da integração do sinal e a idade foram positivas para os três casos, com coeficientes de 0,9155, 0,8946 e 0,9153, para o movimento para dentro, para fora e com o braço parado (Figura 9).

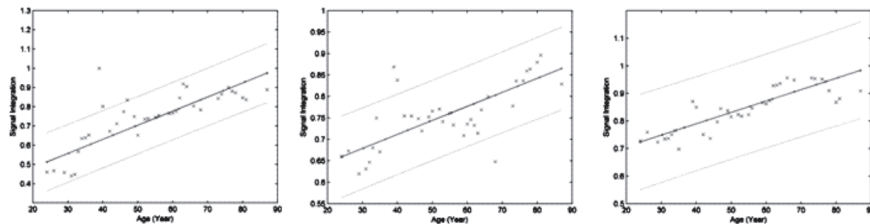


Figura 9

A correlação da potência elétrica do sinal EMG captado (RMS) com a idade foi positiva tanto para o movimento para fora da espiral quanto para o braço parado (Figura 10), com coeficientes de 0,8307 e 0,9192, enquanto para dentro em movimento a correlação não foi satisfatória.

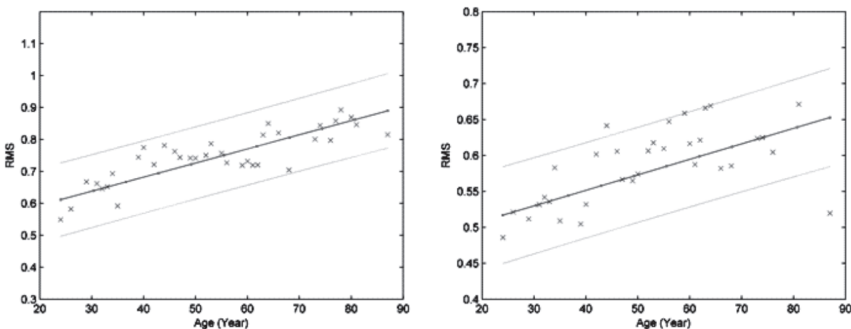


Figura 10

A entropia aproximada apresentou uma correlação negativa com a idade para o movimento para fora da espiral ($r^2 = 0,8085$) e com o braço parado ($r^2 = 0,9023$) (Figura 11). Para a realização da atividade para dentro houve a correlação no valor de 0.72 e não foi superior a 0.8 conforme adotado no trabalho.

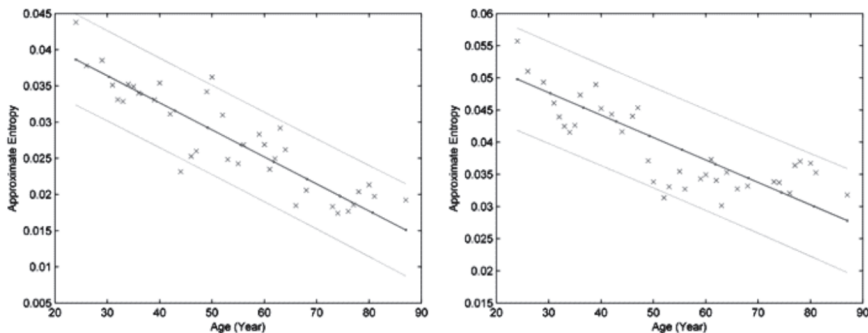


Figura 11

4. Discussão

Este estudo apresenta inovações no que se refere à busca de características do tremor fisiológico e envelhecimento que possam ser facilmente identificáveis em voluntários clinicamente diagnosticados como

saudáveis e que podem se modificar com o decorrer da idade. Tratando-se de uma amostra de 59 indivíduos, é importante destacar que esse formato de estudo ainda não tinha sido realizado com a população brasileira. Há alguns trabalhos importantes publicados a esse respeito, mas diferem por buscar características que dependem de análises estatísticas ou matemáticas, e não aquelas que podem ser obtidas facilmente por exames laboratoriais presentes comumente em clínicas de referência, como é o caso do eletromiograma digital. Atualmente, esses equipamentos possuem diversos recursos sofisticados, que podem ser utilizados na análise das características do tremor sem a necessidade de se recorrer a exames mais complexos, exceto nos casos em que outros fatores clínicos demonstrem ser necessária uma avaliação mais aprofundada.

Os dados da Tabela 1 mostram que há correlação significativa entre as medições eletromiográficas e a idade dos indivíduos, em ambas as situações. O maior coeficiente foi encontrado entre a banda de frequência que contém 80% da energia total do sinal e a idade dos indivíduos, quando o movimento se deu do centro da espiral para a parte externa ($r^2 = 0,9372$).

Considerando-se que os voluntários não apresentam distúrbios neurológicos que possam ser detectados pelo exame clínico, a medição realizada indica que, na amostra pesquisada, há uma diminuição da frequência e amplitude do tremor fisiológico com a idade. Entretanto, algumas observações devem ser feitas quanto aos detalhes que foram encontrados nessas correlações.

Nos casos das amplitudes, as correlações em movimento foram mais significativas do que as correlações dos voluntários em repouso. Isso demonstra que, na amostra estudada, os parâmetros do sinal EMG em repouso (relacionado com o tremor fisiológico) é menos influenciado pela idade do que os parâmetros relacionados ao indivíduo em movimento. Outro aspecto interessante foi a correlação inversa encontrada entre a amplitude mínima do sinal EMG e a idade, ao contrário do resultado obtido para as amplitudes média e máxima do mesmo sinal, o que demonstra que com o aumento da idade, o sinal, aparentemente, reduz sua amplitude mínima e aumenta sua amplitude máxima, algo que acaba influenciando a amplitude média calculada.

A análise da correlação entre a integração do sinal e a idade reforça esses resultados. Neste caso, a correlação foi direta nas três situações (movimento para o centro da espiral, para o exterior ou em repouso). Como a integração calcula a área sob o gráfico, e se levamos em consideração

os valores absolutos, isso pode significar que há uma maior intensidade na amplitude do tremor fisiológico à medida que a idade aumenta. Em outras palavras, como já foi descrito acima, a amplitude do tremor fisiológico parece ser maior com o avanço da idade.

Com relação à frequência, a correlação encontrada também foi significativa. A frequência média do sinal apresentou uma correlação direta em movimento e inversa em repouso. Entretanto, na análise feita com percentuais de frequência contendo 50%, 80%, 90% e 95% da energia do sinal, esses resultados mostraram uma correlação significativa com a idade em situação em repouso e o envelhecimento em situações cinéticas. Para todos os intervalos considerados, independentemente das situações em repouso ou em movimento, as correlações foram inversas. Isso pode indicar que, apesar da maioria das frequências apresentadas reduzir com a idade, a frequência média pode apresentar um comportamento diferente em repouso. Em princípio, a correlação inversa parece prevalecer, o que indica que a frequência do tremor fisiológico pode diminuir com o aumento da idade.

A outra característica interessante apontada pelos resultados diz respeito à variabilidade do sinal registrado, o que foi analisado a partir dos valores obtidos para a correlação entre idade e a entropia. Sendo a entropia uma medida estatística que indica a variabilidade de uma série temporal, um valor elevado apontaria para uma maior desordem do tremor e, por consequência, uma maior irregularidade nos sinais EMG. Tanto em movimento quanto em repouso, a correlação encontrada foi inversa, ou seja, com o aumento da idade, o sinal EMG reduz sua variabilidade dentro do intervalo de tempo medido para a amostra. Isso pode indicar que há uma maior uniformidade nos sinais eletromiográficos, que pode levar à suposição de que há um menor número de unidades motoras envolvidas nas contrações musculares. Aliás, Powers e Howley [26] afirmam que há uma perda de massa muscular com a idade, perda essa que é mais acelerada a partir dos 50 anos.

Pela análise entre a idade e o RMS, surge uma situação nova que precisa ser aprofundada: pode haver menos unidades motoras disponíveis nas pessoas mais idosas, porém a intensidade do sinal permanece constante. Esta é uma das explicações possíveis para que a correlação entre o RMS do sinal e a idade seja positiva. Se houver um menor número de unidades motoras, o aumento na intensidade do sinal EMG pode indicar que o sinal é distribuído pelas unidades restantes, o que aumenta a quantidade recebida por cada uma delas.

5. Conclusão

Em condições normais, o tremor fisiológico não interfere nas atividades cotidianas, por ter baixa frequência e amplitude, o que o torna quase imperceptível, tanto para a pessoa quanto para terceiros. As situações em que esse tipo de tremor aumenta de intensidade, provocando oscilações que passam a ser percebidas, como é o caso da ingestão de algumas substâncias, estresse ou ansiedade, também não são clinicamente preocupantes, pois quando a causa é eliminada, também o tremor retorna às características anteriores.

O resultado desse experimento mostrou que há um aumento no tremor com a idade e uma alteração nos parâmetros utilizados para a análise do envelhecimento em condições cinéticas, e isso torna a situação um pouco mais preocupante, já que é nos idosos que o tremor pode ser um sintoma de doenças que precisam de atenção médica, como o tremor essencial e o Mal de Parkinson. Além do tremor ser considerado como uma situação normal em idosos, o fato de se tornar mais acentuado com o decorrer dos anos pode dificultar a procura por um diagnóstico mais preciso em idosos que apresentem tremor visível. Nesses casos, os eventuais casos de tremor essencial ou Mal de Parkinson somente serão detectados em estágios mais avançados, quando o tratamento é menos efetivo e a qualidade de vida do indivíduo já se encontra comprometida.

6. Referências Bibliográficas

- [1] Habib-ur-Rehman: **Diagnosis and Management of Tremor**. *Arch Intern Med* 2000:2438-2444.
- [2] PHG Mansur, LKP Cury, AO Andrade, AA Pereira, GAA Miotto, AB Soares, ELM Naves: **A Review on Techniques for Tremor Recording and Quantification**. *Critical ReviewsTM in Biomedical Engineering* 2007: 35(5), 343-362.
- [3] G Rao, L Fisch, S Srinivasan, F D'Amico, T Okada, C Eaton, C Robbins: **Does this patient have Parkinson disease?** *Journal of the American Medical Association* 2003, **289**:347-353.
- [4] G Bhagwath: **Tremors in Elderly Persons: Clinical Features and Management**. *Hospital Physician* 2001, 37:31-39.

- [5] RJ Elble: **Characteristics of physiologic tremor in young and elderly adults.** *Clinical Neurophysiology* 2003:624-635.
- [6] ED Louis, SL Pullman: **Comparison of Clinical vs. Electrophysiological Methods of Diagnosing of Essential Tremor.** *Movement Disorders* 2001, **16**:668-673.
- [7] J Timmer, M Lauk, WP Pflieger, G Deuschl: **Cross-spectral analysis of physiological tremor and muscle activity.** *Biol. Cybern.* 1998, **78**:349-357.
- [8] S Morrison, P Mills, R Barrett: **Differences in Multiple Segment Tremor Dynamics Between Young and Elderly Persons.** *Journal of Gerontology*: 2006, **61A**:982-990.
- [9] MM Sturman, DE Vaillancourt, DM Corcos: **Effects of aging on the regularity of physiological tremor.** *Journal of Neurophysiology* 2005, **93**:3064-3074.
- [10] I Milanov: **Electromyographic differentiation of tremors.** *Clinical Neurophysiology* 2001, **112**:1626-1632.
- [11] RJ Elble, M Brilliant, K Leffler, C Higgins: **Quantification of Essential Tremor in Writing and Drawing.** *Movement Disorders* 1996, **11**:70-78.
- [12] G Deuschl, M Lauk: **Tremor classification and tremor time series analysis.** *Chaos* 1995, **5**:48-51.
- [13] JWL Keogh: **Constraints on the control of physiological tremor.** Queensland, Australia: Griffith University; 2006.
- [14] J Raethjen, F Pawlas, M Lindemann, F Wenzelburger, G Deuschl: **Determinants of physiologic tremor in a large normal population.** *Clinical Neurophysiology* 2000, **111**:1825-1837.
- [15] JP Mattos: **Diagnóstico Diferencial dos Tremores.** *Arquivos de Neuropsiquiatria* 1998, **56**:320-323.
- [16] U Seneviratne, TE King: **Tremor Disorders: A Clinical Approach.** *SGH Proceedings* 2003, **12**:88-92.
- [17] S Smaga: **Tremor.** *American Family Physician* 2003, **68**:1545-1552.
- [18] PD Charles, GJ Esper, TL Davis, RjMaciunas, D Robertson: **Classification of Tremor and Update on Treatment.** *American Family Physician* 1999, **59**:1565-1572.

- [19] R Bridayasiri: **Differential diagnosis of common tremor syndromes.** *Postgraduate Medical Journal* 2005:756-762.
- [20] DM Halliday, BA Conway, SF Farmer, JR Rosenberg: **Load-Independent Contributions From Motor-Unit Synchronization to Human Physiological Tremor.** *J Neurophysiol* 1999, 82:664-675.
- [21] J Raethjen, M Lauk, B Koster, U Fietzek, L Friege, J Timmer, H Lücking, G Deuschl: **Tremor analysis in two normal cohorts.** *Clinical Neurophysiology* 2004:2151-2156.
- [22] I Milanov: **Correlation between tremor parameters.** *Functional Neurology* 2002, 17:19-23.
- [23] I Milanov: **A cross-over clinical and electromyographic assessment of treatment for parkinsonian tremor.** *Parkinsonism & Related Disorders* 2001, 8:67-73.
- [24] HJ Wharrad, D Jefferson: **Distinguishing between physiological and essential tremor using discriminant and cluster analyses of parameters derived from the frequency spectrum.** *Human Movement Science* 2000:319-339.
- [25] SM Pincus: **Approximate entropy as a measure of system complexity.** *Proceedings of the National Academy of Science* 1991, 88:2297-2301.
- [26] SK Powers, ET Howley: **Fisiologia do Exercício**, 3 edn. São Paulo: Manole; 2000.
- [27] J Lexel: **Evidence for Nervous System Degeneration with Advancing Age.** *The Journal of Nutrition* 1997, 127:1011S-1013S.
- [28] WR Frontera, KF Reid, EM Phillips, LS Krivickas, VA Hughes, R Roubenoff, RA Fielding: **Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study.** *J ApplPhysiol* 2008, 105:637-642.
- [29] Z Erim, M Faisal Beg, BD T., CJD Luca: **Effects of Aging on Motor-Unit Control Properties.** *J Neurophysiol* 1999, 82:2081-2091.
- [30] NA Lynch, EJ Metter, RS Lindle, JL Fozard, JD Tobin, TA Roy, JL Fleg, BF Hurley: **Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups.** *J ApplPhysiol* 1999, 86:188-194.