

ESTUDO DA COERÊNCIA DO ELETRENCEFALOGRAMA NA BANDA DE FREQUÊNCIA ALFA EM INDIVÍDUOS ADULTOS NORMAIS

Resultados preliminares em 10 casos

Renato Anghinah¹, Paulo Caramelli¹, Daniel Yassumasa Takahashi², Ricardo Nitrini¹, Koichi Sameshima²

RESUMO - A coerência espectral inter-hemisférica do eletrencefalograma da região occipital do escalpo (eletrodos O1 e O2) foi estimada usando a transformada rápida de Fourier. As médias de coerências na banda de frequência alfa (α_1 - 8,0 a 10,0 Hz e α_2 - 10,1 a 12,5 Hz) em indivíduos normais com mais de 50 anos foram comparadas com as obtidas em adultos jovens com idade inferior a 50 anos. Nossos resultados mostraram que não há diferença significativa dos níveis de coerência na banda alfa entre indivíduos em faixas etárias mais avançadas comparados aos adultos jovens.

PALAVRAS-CHAVE: eletrencefalograma quantitativo, análise de coerência, envelhecimento.

EEG alpha band coherence analysis in healthy adults: preliminary results

ABSTRACT - We studied the occipital inter-hemispheric coherence of Electroencephalogram (electrodes O1-O2) for alpha band (α_1 - 8,0 to 10,0 Hz and α_2 - 10,1 to 12,5 Hz) in two groups of healthy individuals (young adults and subjects older than 50 years-old), to assess if there is significant difference between this two age groups. No significant difference in alpha band coherences was found between these two age groups.

KEY WORDS: quantitative electroencephalography, coherence analysis, aging.

Coerência espectral quadrática, coerência ordinária ou simplesmente coerência é a medida da covariância da potência espectral, dentro de bandas de frequência específicas, entre pares de canais (normalmente determinada a partir da estimativa do espectro cruzado) do eletrencefalograma (EEG). Estudos em pacientes com agenesia de corpo caloso mostram diminuição da amplitude da coerência inter-hemisférica em ampla banda de frequência indicando que a medida de coerência seria um indicador funcional da relação entre os hemisférios cerebrais via comissural¹⁻². Matemática e computacionalmente obtém-se a coerência entre dois canais dividindo-se a estimativa da potência do espectro cruzado destes dois canais pelos auto-espectros de cada um dos canais¹⁻⁵ (Equação). Em um traçado com 20 canais de registro, é possível

obter 190 (um dos 20 eletrodos x 19 eletrodos restantes, dividido por dois) combinações de medidas individuais de coerência inter-eletrodos, por cada banda de frequência. Simplificando este processo, os programas comerciais de análise computacional de EEG mostram as coerências apenas entre os pares de canais (eletrodo ativo com referência inativa; exemplo F7 - referência auricular) homólogos dos dois hemisférios cerebrais para os eletrodos do sistema 10-20, excluindo-se os eletrodos de linha média e auriculares, resultando em oito pares de eletrodos inter-hemisféricos cerebral (FP1-FP2; F7-F8; F3-F4; C3-C4; T3-T4; P3-P4; T5-T6; O1-O2) com 16 medidas de coerência, para cada faixa de frequência. Alguns programas de análise de EEG permitem uma livre relação de medida entre os eletrodos, podendo-se também determinar coerências

¹Grupo de Neurologia Cognitiva e do Comportamento, Departamento de Neurologia e ²Laboratório de Neurociências (LIM-01), Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo SP, Brasil.

Recebido 23 Abril 2004, recebido na forma final 15 Julho 2004. Aceito 16 Setembro 2004.

Dr. Renato Anghinah - Rua Itacolomi 333/83 - 01239-020 São Paulo SP - Brasil. E-mail: anghinah@terra.com.br

intra-hemisféricas, (dentro do mesmo hemisfério cerebral)¹⁻⁴.

Presença de coerência significativa do EEG tem sido considerada como uma evidência funcional da ocorrência de coativação em duas áreas corticais⁶, que pode indicar a presença de uma interconexão direta ou indireta entre essas duas áreas corticais. A informação obtida da função de coerência parece ser essencial para o entendimento de como a inter-relação funcional entre regiões pode mudar sob diferentes condições ou ao longo de um comportamento⁷. Dentro do grande número de possibilidades de correlações entre diferentes áreas cerebrais, a análise de coerência tem sido comprovada como sendo capaz de expor as relações inter-hemisféricas mediadas pelo corpo caloso, tanto na vigília como no sono⁵, tendo sido explorada em vários protocolos clínicos no estudo das demências. Leuchter et al.⁷ encontraram coerência menor em pacientes com demência vascular (DV) em relação a pacientes com doença de Alzheimer (DA), porém não evidenciaram diferença estatisticamente significativa entre o grupo DA e o grupo controle formado por indivíduos normais; Besthorn et al.⁸ estudaram um grupo de 50 pacientes com hipótese diagnóstica de DA e compararam-no a um grupo controle normal, encontrando uma coerência diminuída nas regiões centrais e frontais, achado este semelhante ao relatado por outros estudos^{5,9}.

O presente estudo teve como objetivo mostrar os resultados preliminares ao comparar a coerência cerebral do EEG, entre um grupo de indivíduos adultos jovens normais e outro com idades acima de 50 anos para avaliar se o nível de coerência considerado como padrão de normalidade se modifica significativamente com o envelhecimento, buscando

assim um padrão de normalidade da senescência para futuras comparações com diferentes patologias.

MÉTODO

Dois grupos de indivíduos voluntários foram selecionados: o primeiro (G1) composto por 5 indivíduos normais, de ambos os sexos (3 mulheres e 2 homens) e com idade superior a 50 anos, e o segundo (G2) composto por 5 indivíduos de ambos os sexos (3 mulheres e 2 homens), com idade abaixo de 50 anos. Os indivíduos não tinham queixa neurológica, não utilizavam medicamentos que poderiam ter ação sobre o sistema nervoso central (SNC), apresentavam exame clínico normal e mini-exame do estado mental (MEEM) normal considerada a escolaridade.

Excluímos do presente estudo indivíduos com antecedentes de diabetes mellitus, nefropatias, tireoideopatias, alcoolismo, hepatopatias, doenças pulmonares e carência de vitamina B12.

Os registros do EEG quantitativo foram realizados por meio de equipamento digital da marca EMSA, com 20 canais e processador de 12 bits, e frequência amostral de 200 Hz, capacitado a realizar estudos quantitativos do EEG e estimar coerência (*Coh*) por transformada rápida de Fourier (FFT), utilizando a expressão:

$$Coh^2(f) = \frac{|G_{xy}(f)|^2}{G_{xx}(f)G_{yy}(f)}$$

em que $G_{xy}(f)$ é a densidade de espectro de espectro cruzado, e $G_{xx}(f)$ e $G_{yy}(f)$ são as densidades espectrais dos sinais x e y .

Para posicionamento dos eletrodos de escalpo de aquisição do EEG seguiram-se as normas da Sociedade Brasileira de Neurofisiologia Clínica e da Sociedade

Tabela 1. Indivíduos adultos normais maiores de 50 anos.

Grupo I	Idade (anos)	Coh O1-O2 banda α 1	Coh O1-O2 banda α 2
IZC	62	0,68	0,60
RPM	70	0,68	0,64
ATT	70	0,75	0,62
JAN	52	0,74	0,63
LLG	60	0,59	0,65
Média		0,69	0,63

Coh, coerência; O1-O2, eletrodos occipitais.

Tabela 2. Indivíduos adultos normais menores de 50 anos.

Grupo I	Idade (anos)	Coh O1-O2 banda α 1	Coh O1-O2 banda α 2
MFO	46	0,78	0,66
RA	36	0,76	0,83
IGO	40	0,62	0,59
CAS	32	0,68	0,66
RRS	31	0,71	0,70
Média		0,71	0,68

Coh, coerência; O1-O2, eletrodos occipitais.

Americana de Neurofisiologia Clínica (sistema 10-20 com referência bi-auricular unida)¹⁰⁻¹².

Estudou-se a coerência inter-hemisférica entre os sinais captados nos eletrodos O1 e O2 dos grupos G1 e G2 em duas sub-bandas alfa: alfa1 (8,0 a 10,0 Hz) e alfa 2 (10,1 a 12,5 Hz).

As média das coerências espectrais entre os dois grupos foram comparadas pelo teste *t* para duas amostras.

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Medicina da USP.

RESULTADOS

No grupo 1 foram encontradas na banda alfa, coerências entre 0,59 e 0,75 (média de 0,69) e, na alfa₂, valores entre 0,60 e 0,65 (média = 0,63) (Tabela 1).

No grupo 2, na banda alfa 1 coerências entre 0,62 e 0,78 (média = 0,71) e, na alfa 2, valores entre 0,59 e 0,83 (média = 0,68) (Tabela 2).

A análise estatística mostrou que não há diferença significativa de médias de coerência entre os grupos nas duas bandas alfas estudadas, Coh alfa1 - G1xG2 (P = 0,53) e alfa 2 - G1xG2 (P = 0,14).

DISCUSSÃO

Ao compararmos os dois grupos etários obtivemos resultados estatisticamente significativos de que não há diferenças entre as médias de coerência inter-hemisférica na banda de frequência alfa entre os indivíduos adultos nas duas faixas etárias estudadas. A literatura é escassa em estudos comparativos entre diferentes faixas etárias em indivíduos normais, Duffy et al.¹³ mostram diminuição global, frequência do EEG de 0,5 a 32 Hz, da coerência inter-hemisférica em indivíduos idosos normais comparados a um grupo de adultos jovens, enquanto Stevens e Kircher¹⁴, observaram que a ocorrência da diminuição da coerência em indivíduos idosos sem queixas, teria correlação com comprometimento cognitivo só detectado em tarefas neuropsicológicas, sugerindo que esta diminuição da coerência poderia correlacionar-se a estados pré-clínicos de doenças que afetem a cognição, como por exemplo a DA.

As diferenças encontradas no comportamento da coerência das bandas lentas (delta e teta) e das bandas rápidas (alfa e beta) do EEG provavelmente aparecem em momentos distintos da evolução da DA e, portanto, devem refletir substratos neuropatológicos específicos para esta etapa da doença. A diminuição da coerência das bandas rápidas ocorre nas fases iniciais da DA e deve refletir uma

perda das redes neurais córtico-corticais, enquanto o aumento da coerência para bandas lentas ocorre em fases mais avançadas e estaria associada à deafferentação das estruturas subcorticais¹.

Vários estudos mostram que há diminuição na coerência inter-hemisférica nas regiões posteriores de pacientes com diagnóstico provável de DA quando comparados a grupos controles normais¹⁴⁻¹⁷. Este achado também é corroborado por Anghinah et al.¹⁸ que estudaram a coerência inter-hemisférica do espectro do EEG, obtida pela FFT, da região occipital do escalpo (eletrodos O1 e O2) para a banda de frequência alfa (alfa1; 8,0 a 10,0 Hz, e alfa2; 10,5 a 12,5 Hz) em indivíduos normais maiores de 50 anos e pacientes com diagnóstico provável de DA. Neste estudo foi encontrada diminuição na coerência inter-hemisférica dos indivíduos com DA para ambas as sub-bandas do ritmo alfa¹⁸. Um dos questionamentos possíveis a estes estudos, seria interrogar se o declínio da coerência do EEG não resultaria do processo normal do envelhecimento, para tanto estudos da coerência da banda alfa entre grupos etários diferentes são fundamentais.

Portanto, até o presente momento, a análise de coerência do EEG tem sido bem sucedida em diferenciar grupos de indivíduos com DA da população normal, porém a sua baixa especificidade entre diferentes formas de demência e alta variabilidade inter-individual ainda torna esta metodologia questionável¹⁹.

Por não haver trabalhos brasileiros que comparem sistematicamente a coerência espectral de EEG nas diversas faixas etárias, estudos adicionais, com casuística mais ampla, são necessários para comprovação dos nossos achados.

REFERÊNCIAS

1. Kuks JBM, Vos JE, O'Brien MJ. Coherence patterns of the infant sleep EEG in absence of the corpus callosum. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1987;66:8-14.
2. Nielsen T, Montplaisir J, Lassonde M. Decreased interhemispheric EEG coherence during sleep in agenesis of the corpus callosum. *Eur Neurol* 1993;33:173-176.
3. Gotman J, Gloor P, Ray WF. A quantitative comparison of traditional reading of the EEG and interpretation of computer-extracted features in patients with supratentorial brain lesions. *Electroenceph. clin. neurophysiol* 1975;38:623-639.
4. Tucker DM, Roth DL, Bait TB. Funcional connections among cortical regions: topography of EEG coherence. *Electroenceph Clin neurophysiol* 1986;63:242-250.
5. Locatelli T, Cursi M, Liberati D, Franceschi M, Comi G. EEG coherence in Alzheimer's disease. *Electroencephalogr. clin. Neurophysiol* 1998;106:229-237.
6. Harmony T, Marosi E, Fernandez T, Bernal J, Rodriguez M, Reyes A. EEG coherences in patients with brain lesions. *Intern J Neuroscience* 1994;74:203-226.

7. Leuchter AF, Spar JE, Walter DO, Weiner H. Electroencephalographic spectra and coherence in the diagnosis of Alzheimer's-type and multi-infarct dementia. *Arch Gen Psychiatry* 1987;44:993-998.
8. Besthorn C, Förstl H, Geiger-Kabisch C, Sattel H, Gasser T. EEG coherence in Alzheimer disease. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1994;90:242-245.
9. Anderer P, Saletu B, Klöppel B, Semlitsch HV, Werner H. Discrimination between demented patients and normals based on topographic EEG slow wave activity: comparison between z statistics, discriminant analysis and artificial neural network classifiers. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1994;91:108-117.
10. Lucas FJC, Braga NIO, Fonseca LC, Frochtengarten ML. Recomendações para o registro e interpretação do mapeamento topográfico do eletroencefalograma (EEG) e potenciais evocados sensoriais (PES): parte I. Aspectos gerais. *Braz J Epilepsy Clin Neurophysiol* 1996;2:175-182.
11. Lucas FJC, Anghinah R, Braga NIO, et al. Recomendações para o registro/interpretação do mapeamento topográfico do EEG e potenciais evocados. *Arq Neuropsiquiatr* 1999;57:132-146.
12. Nuwer MR, Comi G, Emerson R, et al. IFCN standards for digital recording of clinical EEG. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1998;106:259-261.
13. Duffy FH, Jones KJ, Mcanulty GB, Albert MS. Effects of age upon interhemispheric EEG coherence in normal adults. *Neurobiol aging* 1996;17:587-589.
14. Stevens A, Kircher T. Cognitive decline unlike normal aging is associated with alterations of EEG temporo-spatial characteristics. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 1998;248:259-266.
15. Rosen I. EEG as diagnostic tool in dementia. *Dement Geriatr Cogn Disord* 1997;8:110-116.
16. Wada Y, Nanbu Y, Koshino Y, Yamaguchi N, Hashimoto T. Reduced interhemispheric EEG coherence in Alzheimer disease: analysis during rest and photic stimulation. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 1998;12:175-181.
17. Wada Y, Nanbu Y, Kikuchi M, Kochino Y, Hashimoto T, Yamaguchi N. Abnormal functional connectivity in Alzheimer's disease: intrahemispheric EEG coherence during rest and photic stimulation. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 1998;248:203-208.
18. Anghinah R, Kanda PAM, Jorge MS, Lima EEP, Pascuzzi L, Mello ACP. Estudo da coerência do eletroencefalograma para a banda de frequência alfa em indivíduos adultos normais e com provável demência do tipo Alzheimer. *Arq Neuropsiquiatr* 2000;58:272-275.
19. Leocani L, Comi G. EEG coherence in pathological conditions. *J Clin Neurophysiol* 1999;16:548-555.