

Análise de Discriminante de Padrões Eletrográficos do Ciclo Sono-vigília Neonatal

Paulo R. Galhanone¹; Antonio Fernando C. Infantsi¹; David M. Simpson¹

¹ Programa de Engenharia Biomédica - COPPE/UFRJ
Caixa Postal 68510 - 21945-970 - Rio de Janeiro (RJ) - E-mail: afci@serv.peb.ufrj.br

Resumo - Trinta componentes espectrais (selecionados da coerência e da potência) e a potência agrupada em seis bandas foram submetidos à Análise Discriminante para distinção entre os padrões *Low Voltage Irregular*, *High Voltage Slow* e Misto das fases de sono-vigília neonatais. Para o segundo conjunto de variáveis obteve-se classificação correta global de 69,7%, resultado próximo ao reportado na literatura - 68% - para fases de sono de adultos.

Abstract - Thirty spectral components (chosen from coherence and power-spectrum) and then the power in six selected bands were submitted to Discriminant Analysis for the distinction of the neonatal EEG patterns of *High Voltage Slow*, *Low Voltage Irregular* and *Mixed*. For the second set of variables, 69.7% correct classification was obtained, which is close to that reported in the literature for adult sleep stages.

Introdução

No diagnóstico e prognóstico de diversas patologias neonatais, padrões do EEG (tais como: *Low Voltage Irregular* - LVI; Misto; e *High Voltage Slow* - HVS)¹ associados às fases de sono-vigília, vem sendo empregados na prática clínica. No estudo do espectro de potência e da coerência inter-hemisférica Galhanone *et alii*¹, indicam os componentes espectrais de potência até 15 Hz, como diferenciando-se mais significativamente entre estes padrões. Entretanto, para a classificação automática, torna-se necessário investigar o poder de distinção do conjunto de parâmetros espectrais que melhor caracterizam os estados de sono-vigília. Para tal, a MANOVA (*Multiple Analysis of Variance*) e a Análise Discriminante (AD) serão utilizadas.

Materiais e Métodos

Conforme Galhanone *et alii*¹ foram selecionados, por inspeção visual dos exames poligráficos de oito neonatos normais, 70 segmentos de 4 segundos (amostras) de vigília-LVI, 263 de sono quieto-HVS e 221 de sono ativo-Misto. O espectro de potência global do EEG e a

coerência inter-hemisférica foram estimados, para cada amostra, com 24 componentes (1 a 24 Hz). Destes foram selecionados, a partir da ANOVA (*Analysis of Variance*), 30 variáveis (24 componentes da potência e a coerência em 4 e de 20 a 24 Hz) para aplicação da análise multivariada.

A MANOVA³ foi então utilizada para teste da existência de diferenças significativas entre os padrões baseado na comparação da relação entre a variância intra e inter-grupos com os valores tabelados da distribuição *F*. Para a AD foram utilizadas as funções discriminantes lineares de Fisher que atribuem às variáveis coeficientes resultantes da maximização da relação entre a variabilidade inter-grupos e a total³. As amostras foram divididas aleatoriamente em conjunto de treinamento (2/3) e de avaliação (1/3), para estimação dos centróides dos grupos e verificação do desempenho do classificador, respectivamente. Cada amostra do conjunto de avaliação foi classificada através da mínima Distância Euclidiana (distância quadrática entre a amostra e os centróides).

Os componentes de potência foram também agrupados em seis bandas, (delta1 - 1-2Hz; delta2 - 2-4Hz; teta - 4-8Hz; alfa - 8-12Hz; beta1 - 12-16Hz e beta2 - 16-24Hz), sendo a este novo conjunto

aplicadas a MANOVA, a AD e o procedimento de classificação.

Resultados e Discussão

Os resultados da MANOVA para ambos os conjuntos das 30 variáveis e das seis bandas, indicam diferença estatisticamente significativa entre os padrões ($p < 0,1\%$).

Nota-se na Figura 1 que as amostras dos padrões LVI e HVS estão geralmente localizadas em regiões distintas no espaço discriminante ao contrário das do Misto que invadem estas regiões. Tal observação já era esperada, seja pela própria definição do padrão Misto, seja pelo indicado na análise espectral por Galhanone *et alii*¹.

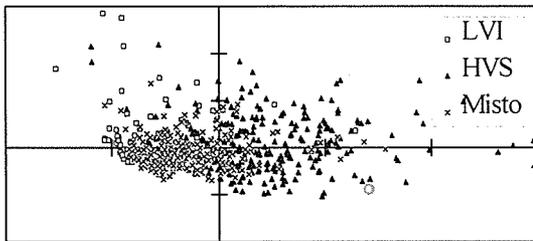


Figura 1: Espalhamento das amostras dos três padrões no espaço discriminante ($1^a \times 2^a$ função discriminante) calculado sobre as 30 variáveis.

A aplicação da AD às 30 variáveis resulta numa melhor classificação (avaliada pela sensibilidade e especificidade) para LVI e HVS (Tabela I) do que o Misto, concordando com o observado na Figura 1.

Tabela I: Resultados da classificação baseada nas 30 variáveis (conjunto de avaliação).

clínicos		AD				
padrão	amostras	LVI	HVS	Misto	especif.	sensib.
LVI	32	23	1	8	86,2%	71,9%
HVS	104	9	70	25	86,3%	67,3%
Misto	85	17	15	53	75,7%	62,4%

Tabela II: Resultados da classificação baseada nas seis bandas (conjunto de avaliação).

clínicos		AD				
padrão	amostras	LVI	HVS	Misto	especif.	sensib.
LVI	32	27	1	4	82,5%	84,4%
HVS	104	17	69	18	89,7%	66,4%
Misto	85	16	11	58	83,8%	68,2%

Neste caso observa-se um percentual do total de acertos para todos os padrões (classificação correta global) de 66,1%.

Para a AD aplicada às seis bandas (Tabela II) ocorre uma melhoria na classificação do padrão Misto e na sensibilidade do LVI, obtendo-se classificação correta global de 69,7%.

Conclusões

A utilização das componentes de potência agrupadas em seis bandas, além de simplificar e agilizar os cálculos envolvidos na AD, conduz a resultados semelhantes aos obtidos com as 30 variáveis. A classificação correta global de 69,7% é próxima da reportada por Larsen & Walter² (68%) na distinção das fases do sono de adultos, indicando ser o método adotado promissor, em particular ao se considerar que em adultos os padrões eletrográficos são melhor definidos que em neonatos. Finalmente, deve-se salientar a necessidade da investigação da melhoria de classificação com a inclusão de outros sinais fisiológicos (EMG, ECG e ventilação) na Análise Discriminante, similarmente ao procedimento adotado pelos especialistas clínicos.

Referências

- 1 GALHANONE, P. R., INFANTOSI, A. C. F., SIMPSON, D. M. Análise espectral do EEG neonatal. Anais do III FNCTS - XV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, (aceito)- Campos do Jordão, 13-17 Out., 1996.
- 2 LARSEN, L. E., WALTER, D. O. On automatic methods of sleep staging by EEG spectra. *Electroenceph. Clin. Neuroph.*, v. 28, n. 4, p. 459-467, 1970.
- 3 JOHNSON, R. A., WICHERN, D. W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*, New Jersey: Prentice-Hall International, 2nd Edition, 1988.

Agradecimentos

Ao CNPq e CAPES, pelo apoio financeiro, e ao Serviço de Neurofisiologia Clínica do Instituto Fernandes Figueira - FIOCRUZ na aquisição e interpretação de sinais EEG de neonatos.