

STUDIO DELLE DINAMICHE DELL'ELETTROENCEFALOGRAMMA EPILETTICO MEDIANTE MODELLI SPAZIO-TEMPORALI DELL'ENTROPIA

*Giuseppina Inuso¹, Domenico Labate¹, Fabio La Foresta¹,
Nadia Mammone¹, Francesco Carlo Morabito¹, Mario Versaci¹,
Umberto Aguglia^{2,3}, Vittoria Cianci^{2,3}*

¹Dipartimento di Informatica Matematica Elettronica e Trasporti (DIMET),
Università "Mediterranea" degli Studi di Reggio Calabria

²Dipartimento di Scienze Mediche - Università "Magna Graecia" di Catanzaro, Italia

³Centro Regionale Epilessie, A.O. BMM Reggio Calabria, Italia

L'Unità di Reggio Calabria ormai da anni svolge attività di ricerca nell'ambito dello studio delle serie temporali Elettroencefalografiche (EEG) allo scopo di evidenziare dei collegamenti fra le dinamiche di tale segnale e il comportamento patologico cerebrale.

L'epilessia rappresenta uno dei disturbi neurologici più comuni (approssimativamente interessa l'1% della popolazione mondiale). Gli aspetti disabilitanti della malattia sono rappresentati dal manifestarsi improvviso delle crisi, comportando alti rischi di incidenti e inducendo nel paziente un senso di impotenza che ha un forte impatto sulla vita di ogni giorno. È chiaro che un metodo capace di spiegare come si sviluppano le crisi e capace di prevederle migliorerebbe significativamente le possibilità terapeutiche, così come la qualità della vita dei pazienti epilettici. Fintanto che ci si concentrerà sull'esordio della crisi per poi spiegare ciò che è accaduto prima in maniera retrospettiva, probabilmente non si riuscirà a scoprire il processo epilettogeno e, perciò, a capire pienamente e controllare l'epilessia, poiché le crisi sono solamente un parziale aspetto di un problema più generale.

Le crisi epilettiche, infatti, sembrano essere il risultato di una sincronizzazione anomala di aree diverse del cervello, come se si verificasse una sorta di reclutamento da un'area critica verso le altre aree del cervello (non necessariamente il focolaio) finché il cervello stesso, non potendo più sopportare l'entità di tale condizione anomala, provoca la crisi per ripristinare una condizione di normalità. Se questa ipotesi fosse vera, non sarebbe più lecito considerare la zona di esordio della crisi come l'unico fattore scatenante della crisi stessa, ma si dovrebbe piuttosto considerare la crisi come effetto di un fenomeno di network che potrebbe interessare anche aree non apparentemente coinvolte nella generazione della crisi ad esame standard dell'EEG. Bisogna comunque sottolineare che i meccanismi caratteristici dell'inizio della crisi e della propagazione sono ben noti solo nella fase ictal ed è quindi ragionevole chiedersi quando, dove e perché questo processo epilettogeno si inneschi nel cervello e come esso dia luogo alla crisi. Le crisi, dunque, non dovrebbero essere considerate più il fulcro dell'analisi diagnostica, ma l'intero "processo epilettogeno" dovrebbe invece essere esplorato.

Secondo l'Unità di RC, andrebbe formulata un'ipotesi sull'inizio, sulla propagazione e sulla fine del "processo epilettogeno", non delle sole crisi. Questo potrebbe realizzarsi grazie alla scoperta di "descrittori" robusti che siano capaci di rilevare l'esordio di questi processi, seguirli e rilevare inoltre i processi di reclutamento e accoppiamento delle diverse aree del cervello. Nell'ultimo anno di attività, la ricerca dell'Unità di RC si è focalizzata proprio sulla definizione di descrittori ottimali delle dinamiche cerebrali.

Partendo dalle basi della neurofisiologia che collegano l'attività epilettiforme ad un'anomala sincronia dell'attività neuronale, si è pensato di misurare tale sincronia calcolando la randomness/regolarità del segnale EEG. Ci si è concentrati sull'entropia e sulla definizione secondo Renyi in particolare [1]. Più recentemente, si è estesa l'analisi ad altre definizioni di entropia, come quella "di permutazione" (Permutation Entropy) [2].

Importanti risultati sono stati ottenuti mediante la topografia dell'entropia di Renyi: si è dimostrato come sussista un legame fra la distribuzione spaziale dell'entropia stessa e la localizzazione delle aree critiche cerebrali.

Bisogna tuttavia tenere presente che, per i segnali EEG di superficie, a differenza dei segnali intracranici, è necessaria una fase di preprocessing che assicuri la rimozione degli artefatti con perdita di informazione minima, per tale motivo l'Unità di RC ha continuato a lavorare anche su questo fronte [3].

Un importante filone di ricerca è stato intrapreso dal 2006 dall'Unità di RC in collaborazione con il Computational NeuroEngineering Laboratory. Partendo da tracciati sia intracranici sia di superficie, sono state create delle mappe topografiche dello Short-Term Maximum Lyapunov Exponent (STLmax), al fine di osservare la distribuzione spaziale di STLmax nel tempo e quindi la distribuzione della caoticità nelle diverse aree cerebrali, si è evinto un collegamento fra la topografia di STLmax e la dislocazione delle aree critiche cerebrali [4].

Referenze

- [1] MAMMONE N., AGUGLIA U, CIANCI V, INUSO G, LA FORESTA F, MORABITO F. C (in stampa). Algorithms and topographic mapping for epileptic seizures recognition and prediction. In: B. APOLLONI, S. BASSIS, M. MARINARO. *New Directions in Neural Networks - Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*. ASTERDAM: IOS-Press, ISBN/ISSN: 978-1-58603-984-4
- [2] MAMMONE N., LA FORESTA F, MORABITO F. C, AGUGLIA U, CIANCI V (in stampa). Discovering Network Phenomena in the Epileptic Electroencephalography through Permutation Entropy Mapping. In: B. APOLLONI, S. BASSIS, M. MARINARO. *New Directions in Neural Networks - Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*. ASTERDAM: IOS-Press, ISBN/ISSN: 978-1-58603-984-4
- [3] MAMMONE N., F. C. MORABITO (2008). Enhanced Automatic Artifact Detection based on Independent Component Analysis and Renyi's Entropy. *NEURAL NETWORKS*, vol. 21 (7); p. 1029-1040, ISSN: 0893-6080, doi: 10.1016/j.neunet.2007.09.020
- [4] MAMMONE N., PRINCIPE J. C, MORABITO F. C, SHIAU D. S, SACKELLARES J. C (in stampa). Visualization and Modelling of STLmax Topographic Brain Activity Maps. *JOURNAL OF NEUROSCIENCE METHODS*, ISSN: 0165-0270