

## **Reti neuronali e interfacce neuro-ibride: nuove tecnologie per lo studio della plasticità neurale**

F. Benfenati

*Dipartimento di Neuroscienze e Neurotecnologie, Istituto Italiano di  
Tecnologia, Genova, Italy*

Il cervello è caratterizzato da un'organizzazione altamente complessa, computazione parallela, integrazione delle informazioni afferenti, proprietà emergenti e adattamento funzionale e strutturale. La caratteristica unica, e al momento non imitabile, del sistema nervoso centrale è la sua fenomenale capacità di adattarsi all'ambiente e di migliorare le proprie prestazioni col tempo e con l'esperienza. Le modificazioni indotte dall'esperienza nel sistema nervoso possono persistere per lungo tempo, virtualmente per l'intera esistenza dell'individuo; pertanto, le intrinseche proprietà plastiche potrebbero permettere all'esperienza di plasmare funzionalmente e scolpire strutturalmente il sistema nervoso. L'assemblaggio delle reti nervose è inizialmente guidato da fattori genetici, come la dimensione e la complessità dei bersagli da innervare o la costellazione di segnali chimici di riconoscimento. Tuttavia, dopo questo primo periodo, i circuiti neuronali continuano a essere modificati e plasmati dall'esperienza (fattori epigenetici) per tutta la vita: le connessioni sinaptiche che sono poco utilizzate gradualmente si indeboliscono ed alla fine scompaiono, mentre le sinapsi molto attive vengono potenziate ed aumentano di numero. La trasmissione dell'informazione a livello sinaptico, detta forza sinaptica, può essere finemente regolata ad opera di una combinazione di fattori come l'attività elettrica precedente, la concentrazione di secondi messaggeri e le modificazioni post-traduzionali da essi governate, nonché la regolazione dell'espressione di geni implicati nella crescita, sopravvivenza neuronale e trasmissione sinaptica. Questi fattori sono in grado di regolare la forza sinaptica in distinti domini temporali, da frazioni di secondo o minuti, nel caso della plasticità a breve termine (facilitazione, depressione), ad ore, giorni e mesi nel caso della plasticità a lungo termine (potenziamento o depressione a lungo termine). Queste variazioni transitorie o durature della forza sinaptica hanno un profondo impatto sull'elaborazione, filtraggio e flusso direzionale delle informazioni all'interno delle reti nervose. Queste osservazioni hanno stimolato la creazione di dispositivi ibridi biomimetici in cui i neuroni vengono interfacciati con chip elettronici o con semiconduttori organici per generare interfacce neuro-elettroniche o opto-neurali, o vengono geneticamente modificati ad esprimere attuatori fotoattivabili. Mediante la creazione di queste interfacce è possibile monitorare e modificare l'attività neuronale e creare dispositivi ibridi in grado di regolare l'eccitabilità e la plasticità delle reti nervose.