

Addestrare il



cervello

Si può imparare a controllare e magari anche a modificare la propria attività cerebrale? Sì, grazie alla tecnica del neurofeedback, che può rivelarsi utile per tenere sotto controllo diverse patologie

di Giovanni Sabato

Il tema è tornato alle cronache grazie nientemeno che alla nuova ministra dell'istruzione statunitense, Betsy DeVos. La sua azienda, Neurocore, prospetta cure mirabolanti per una varietà di disturbi che va dall'ansia alla depressione, fino al disturbo da deficit di attenzione: stando alle dichiarazioni, il 90 per cento e più delle 10.000 persone trattate nei suoi centri in Michigan e in Florida ne avrebbe tratto seri benefici.

Il metodo prodigioso della Neurocore è una variante del *neurofeedback*, una tecnica con cui una persona impara a modificare qualche aspetto della propria attività cerebrale. Che però non è una terapia approvata per la maggior parte delle condizioni citate da Neurocore, che infatti non pubblica i suoi dati su riviste con *peer review*. Per chi lo studia e lo pratica con serietà, però, le potenzialità del neurofeedback sono notevoli.

► Alla ricerca del benessere

«Il neurofeedback è una forma di *biofeedback*, una tecnica con cui una persona impara a controllare una propria funzione fisiologica grazie a un segnale che la informa su come si sta modificando quella funzione. Se il segnale viene dal cervello si parla di neurofeedback», spiega Daniela Palomba, che all'Università di Padova è docente ordinario di psicologia clinica e responsabile del Servizio di psicofisiologia, un centro di eccellenza riconosciuto dalla Biofeedback Federation of Europe.

In pratica con tecniche come l'elettroencefalografia (EEG) o la risonanza magnetica funzionale (fMRI) si rileva un indicatore di una funzione cerebrale, come un'onda elettroencefalografica di una data frequenza o ampiezza o l'attività metabolica di una data regione, e la persona riceve un segnale – di solito visivo o acustico – che la informa su come sta variando questa attività momento per momento. Si sente per esempio un suono che cresce o cala di tono, o si vede su uno schermo un aeroplano che sale e scende a seconda dell'attività corticale rilevata. Grazie a questo feedback in diretta, la persona si rende conto di come i suoi pensieri, gli stati emotivi, le immagini mentali e così via influenzano l'attività misurata, e impara a modificarla, autoregolando in tempo reale i substrati neurali alla base di un comportamento, un processo fisiologico o una patologia.

«Il neurofeedback non è una novità. È nato negli anni sessanta in California per cercare



di controllare il ritmo alfa: un ritmo EEG associato a condizioni di veglia rilassata, tranquillità, benessere. Si cercava quindi un meccanismo per produrre uno stato di benessere», dice Palomba.

Poi ci sono stati due sviluppi importanti. Sul piano tecnico-strumentale, tecniche elettroencefalografiche più sofisticate e poi il *neuroimaging* hanno permesso di registrare l'attività localizzata di una specifica area del cervello. Sul piano scientifico, si è imparato che una certa attività in una data area sostiene a specifiche funzioni cognitive, stati mentali o comportamenti.

«Così posso avere un controllo molto più specializzato», osserva Palomba. «Per esempio posso monitorare un certo ritmo EEG proveniente dall'area sensorimotoria della corteccia, che organizza le informazioni sensoriali necessarie per regolare un'azione. Se so registrare un ritmo così specifico per frequenza e localizzazione, e so che è associato a un dato stato cognitivo o comportamentale, posso sviluppare un feedback che migliori il controllo del movimento. Così il neurofeedback ha avuto grande impulso nel



Progetto BrainTrain

Radunare i principali gruppi del continente che hanno sviluppato i metodi di neurofeedback tramite fMRI e i suoi primi usi clinici, per indagare più a fondo le tecniche e le loro applicazioni, rimuovere gli ostacoli e migliorare la diagnosi e il trattamento delle disfunzioni mentali. È questo il filo del progetto BrainTrain (www.braintrainproject.eu), finanziato dalla Commissione Europea.

«Nella visione più attuale molti disturbi neuropsichiatrici sono visti come disturbi di ampi circuiti neurali, di cui alcuni nodi cruciali giacciono in regioni profonde del cervello, difficilmente accessibili con altre tecniche come la stimolazione transcranica o l'elettroencefalografia. Perciò vogliamo capire come monitorare e rimodulare l'attività di questi centri con il neurofeedback basato sulla fMRI», spiega il progetto.

Le componenti principali saranno il miglioramento dei metodi, anche in combinazione con altre modalità come l'EEG; la localizzazione dei circuiti rilevanti per le malattie e lo sviluppo di protocolli per modularli; e la creazione e sperimentazione clinica di protocolli per affrontare una gamma di condizioni quali autismo, disturbo da stress post-traumatico, ansia infantile, depressione, alcolismo e disturbi alimentari.

La capacità di imparare a modulare certe attività neuronali può essere usata anche per controllare dispositivi esterni, tramite interfacce cervello-computer

miglioramento delle prestazioni cognitivo-comportamentali o emotive in persone sane e in alcuni disturbi. Anche nei bambini, dato che funziona a prescindere dall'età e dalla consapevolezza linguistica».

Di recente inoltre la capacità di imparare a modulare certe attività neuronali è stata usata per controllare con precisione dispositivi esterni, tramite le interfacce cervello-computer. «Regolando vari ritmi EEG in date regioni si è acuita l'attenzione visiva, ridotto il divagare della mente, migliorato compiti di elaborazione interna come le rotazioni mentali o le prestazioni musicali. Usando la fMRI si è visto che, aumentando l'attività di un'area motoria (M1) o della corteccia prefrontale dorsolaterale, migliorano rispettivamente le prestazioni motorie e la memoria di lavoro; riducendo l'attività del cingolato anteriore cala invece il desiderio di fumo indotto da stimoli», esemplifica un team internazionale guidato da James Sulzer, dell'Università del Texas ad Austin, che nel 2016 ha fatto il punto su «Nature Reviews Neuroscience».

A olte però la corsa alle applicazioni è troppo precipitosa. «Dopo alcuni studi pro-

mettenti, molti trial clinici hanno dato esiti incerti, e c'è il timore che certe proposte applicative e terapeutiche stiano precorrendo i tempi».

► Controllare le attività involontarie

Come possiamo imparare a controllare l'attività dei neuroni solo perché riceviamo un feedback? A ben pensarci, è quel che facciamo normalmente per le attività volontarie. È come imparare ad andare in bicicletta o ad afferrare un cucchiaio e usarlo per mangiare: un apprendimento involontario in cui faccio prove e in base ai feedback correggo automaticamente i movimenti – ovvero l'attivazione dei neuroni motori – e man mano affino il controllo.

Ma per attività involontarie, come il ritmo cardiaco? «Se voglio modificare una funzione interna, non accessibile con i comuni canali percettivi, devo avere un sistema esterno che me ne dia la percezione consapevole. Il biofeedback mi dà questa percezione, permettendomi di controllare il processo. Per spiegare come, si invocano due fattori principali», illustra Palomba. Da un lato si rendono

espliciti i meccanismi di autocontrollo di processi corporei, come la pressione o la temperatura, che di norma funzionano senza la nostra consapevolezza. Il feedback rende quindi consapevole un meccanismo enterocettivo sfuggito alla nostra percezione.

Poi entrano in gioco i meccanismi di rinforzo, di condizionamento. Come un bimbo impara a camminare non perché qualcuno gli spieghi come farlo, ma per le gratificazioni che prova quando gattona e poi quando si alza in piedi, così il poter controllare un esito quale un'attività EEG fa da rinforzo, inducendomi automaticamente a mettere in atto il comportamento che produce il cambiamento. Può fare da rinforzo anche la conoscenza stessa del risultato: sono soddisfatto se produco l'azione che desidero. Anche a livello neurale il neurofeedback sembra infatti dipendere dai circuiti coinvolti nell'apprendimento procedurale.

► Neuroplasticità a più livelli

Diversi esperimenti hanno mostrato fino a che punto si spinge la capacità di autoregolare le attività neuronali. Da un lato si può avere una precisione spaziale stupefacente. Aa-

studio pubblicato sul «Journal of cognitive neuroscience». In un gruppo di forti fumatori, alcuni praticavano un neurofeedback in fMRI in cui imparavano ad autoregolare l'attività dei singoli centri legati al desiderio di fumare, mentre altri imparavano ad autoregolare la connettività funzionale fra questi centri. Ebbene, questi ultimi ottenevano un calo più marcato del desiderio di fumo e un miglior controllo della volontà, con cambiamenti durati anche più di due mesi.

► Dal fuori al dentro

Fra gli aspetti che restano ancora poco chiari, in vista di protocolli più efficaci, ci sono i fattori che facilitano oppure ostacolano l'apprendimento. Il feedback è più efficace se al di là della soddisfazione del risultato si forniscono gratificazioni esplicite (per esempio una ricompensa alimentare a un animale oppure una forma di gratificazione sociale a una persona)? O è utile suggerire a chi lo pratica strategie di apprendimento come l'uso di immagini mentali (consigliando per esempio di visualizzare un determinato gesto mentre si impara a controllare una specifica area motoria)?

Con il neurofeedback non si elimina la causa di una malattia, ma si può imparare a controllarne alcuni aspetti riducendo i sintomi

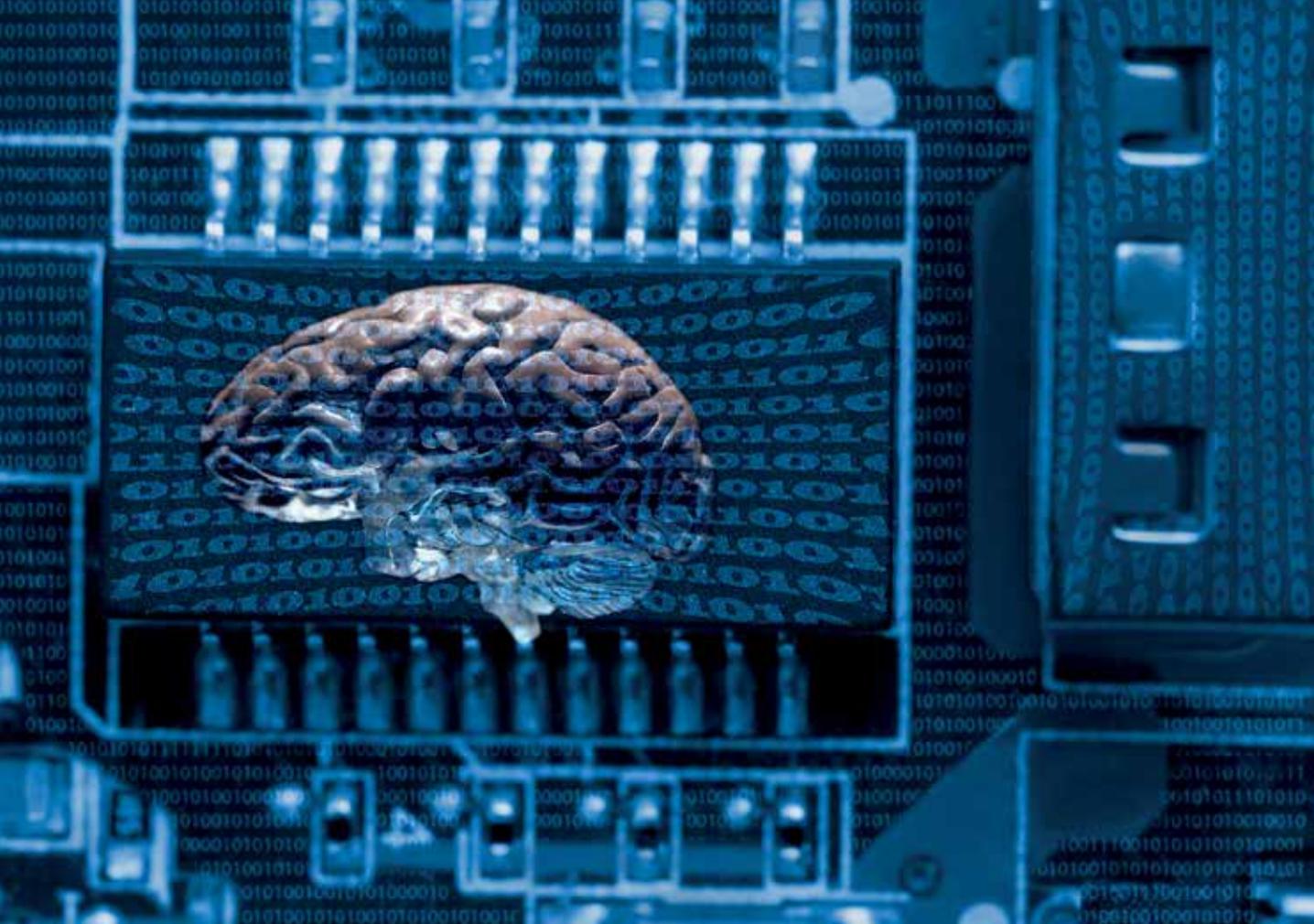
ron Koralek, neuroscienziato all'Università della California a Berkeley, nel 2012 su «Nature» ha mostrato per esempio che, dietro ricompensa, i ratti imparavano ad aumentare l'attività di un neurone della corteccia motoria e simultaneamente a ridurre quella di un neurone adiacente.

Dall'altro lato, il controllo si può esercitare a livelli molto ampi, di centri cerebrali o di circuiti distribuiti fra regioni cerebrali diverse. Anche negli esseri umani si è visto che il neurofeedback produce cambiamenti strutturali, sia della materia grigia sia delle connessioni funzionali tra le aree cerebrali, rafforzando le connessioni esistenti o creandone di nuove, in modo analogo a quanto avviene nell'apprendimento. Poter modulare interi circuiti è particolarmente interessante perché spesso questo è il livello alterato nelle malattie del cervello.

La modulazione dei circuiti ha poi conseguenze tangibili sui comportamenti, come ha mostrato per esempio nel 2015 Dong-Youl Kim, della Korea University di Seul, in uno

«Per noi veterani del biofeedback fornire istruzioni esplicite era un tabù, perché impedisce al soggetto di trovare la propria strategia», spiega Palomba. «Certo, bisogna sempre spostare l'attenzione dal mondo esterno all'interno, e restare in uno stato di consapevolezza vigile ma non eccitata. Ma poi ciascuno trova al suo interno i meccanismi mentali, cognitivi, comportamentali e via dicendo che lo portano al risultato: per esempio una concentrazione passiva su un'attività mentale, uso di immagini, ripetizione di uno stesso numero o di una frase. In genere si inizia ad acquisire una strategia utile fra la seconda e la terza seduta: per tentativi ed errori ne provo diverse, finché non vedo che un certo stato psicofisico si associa al ritmo EEG desiderato, la pratico, la modifico, sbaglio e la perdo, la ritrovo. Una volta acquisita però diventa automatica, è come guidare la macchina: prima devo stare attento a quando cambiare marcia, poi lo sento senza pensarci. Una volta automatizzato, il processo è stabile».





Gli studi al riguardo sono però controversi. In alcuni, l'uso di immagini mentali o di altre strategie esplicite per imparare, sia in modo spontaneo sia su istruzioni dello sperimentatore, ha peggiorato i risultati rispetto a chi semplicemente praticava senza pensarci. «Forse prestare attenzione anche alle strategie distrae e peggiora l'apprendimento», osserva Sulzer. Addirittura, un esperimento illustrato nel 2016 sui «Proceedings of the National Academy of Sciences» da Michal Ramot, del Weizmann Institute of Science di Rehovot, in Israele, ha mostrato che per apprendere non solo non serve una strategia deliberata ma a volte non occorre neanche sapere quel che si sta facendo: un suono che, all'insaputa dei partecipanti, era legato a una data attività cerebrale bastava perché imparassero automaticamente a regolarla. Bisognerà confermare se questo «feedback occulto» è rilevante più in generale. Altri studi dicono l'opposto, cioè che istruzioni esplicite aiutano o sono indispensabili per apprendere. Il ruolo delle strategie cognitive resta quindi incerto.

Nell'apprendimento sembrano contare inoltre aspetti psicologici individuali, come l'idea che siamo in grado di causare cambiamenti (*sense of agency*) e che quanto ci acca-

de dipenda da noi o da fattori esterni (il *locus of control*). «Un forte senso di controllo sembra compromettere l'efficacia dei training, quindi bisognerebbe evitare di forzare su questo aspetto e mirare a uno stato di rilassamento concentrato», spiega Sulzer. Resta poi da approfondire il ruolo di altri fattori, come la concentrazione, l'umore e la motivazione.

► Applicazioni pratiche

Come si accennava, la possibilità di correggere l'attività cerebrale ha fatto tentare usi clinici. «Con il neurofeedback non elimino la causa di una patologia, ma ne controllo un aspetto riducendo alcuni sintomi», spiega Palomba. Sebbene le potenzialità appaiano notevoli, le applicazioni consolidate sono però ancora poche.

Nel 2000 la Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback ha iniziato a produrre linee guida sull'efficacia di questi metodi, definendone cinque livelli, da 1 (poco dimostrata, pochi studi, casi clinici isolati) a 5 (trial randomizzati e controllati rigorosi che provano un'efficacia significativa, anche rispetto ad altri trattamenti). Il biofeedback ha avuto buone valutazioni (4 o 5) per la cefalea, il dolore cronico e l'ipertensione; il neu-

Prestazioni nelle persone sane

Il neurofeedback è usato anche per potenziare le capacità di persone sane. «Si usa soprattutto per le prestazioni sportive e manageriali. Spesso si associa al training di una funzione periferica, come la frequenza cardiaca, in modo da controllare sia funzioni cognitive legate alla prestazione sia lo stato di attivazione somatica», precisa Palomba.

Se ne è occupato molto John Gruzelier alla Goldsmiths, un'università di Londra, che in varie rassegne (inclusa un'esauriva serie di tre lavori su «Neuroscience and Biobehavioral Reviews» nel 2014) ha analizzato gli studi su

come, agendo su vari tipi di onde elettroencefalografiche, si possano modulare varie forme di memoria, attenzione, concentrazione, ansia, abilità motorie e visivo-spaziali.

Si possono migliorare inoltre l'umore, il senso di benessere e la creatività, soprattutto nelle arti performative come musica, danza e recitazione. «Lavorando sulle onde alfa e teta, sul ritmo sensomotorio o sulla variabilità del ritmo cardiaco ci sono prove attendibili di benefici per la creatività dei musicisti avanzati e per le prestazioni musicali dei meno esperti», riassume per esempio Gruzelier riguardo a questo aspetto.

rofeedback per alcune forme di epilessia e il disturbo da deficit di attenzione, con o senza iperattività (ADHD).

«Come mai? Perché su queste condizioni ci sono parecchi studi, ma soprattutto perché abbiamo identificato bene alcune basi elettroencefalografiche di queste alterazioni. Nell'ADHD per esempio sappiamo che i bambini hanno un'eccessiva attività teta, una banda tipica della veglia sonnolenta che precede il sonno, e un deficit di un altro tipo di onde (il ritmo sensomotorio) collegate alla pianificazione e al controllo dell'azione. Quindi si punta a ridurre la prima attività e aumentare la seconda», spiega Palomba. «Se non conosciamo bene il ritmo associato alla disfunzione non abbiamo buoni risultati. Ma non vuol dire che non possa funzionare: solo che ci vogliono altri studi», osserva.

Il suo team lo propone, tra l'altro, anche per la cefalea nei bambini, e vari gruppi lavorano in ambiti come i traumi cranici e la riabilitazione dall'ictus. «Alcuni studi randomizzati e controllati hanno mostrato che il neurofeedback può coadiuvare le terapie di riabilitazione dopo l'ictus, ma non sappiamo ancora bene come calibrare gli interventi secondo le lesioni e come integrarli con le altre terapie», spiega Sulzer.

► Le difficoltà

Eppure, anche in un caso favorevole come l'ADHD il verdetto non è unanime. «In trial randomizzati e controllati si è visto che in molti bambini il neurofeedback riduce le attività cerebrali anomale e di pari passo i sintomi, con miglioramenti equivalenti a quelli dei farmaci e di altri interventi. Ma altri trial hanno dato esiti opposti, e le metanalisi sull'insieme degli studi hanno tratto conclusioni discordi», osserva Sulzer.

Emblematica è una metanalisi recente, pubblicata nel 2016 sul «Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry» dallo European ADHD Guidelines Group, che ha introdotto controlli rigorosi di qualità degli studi (mutuati dalla Cochrane Collaboration) e ha considerato vari elementi che potrebbero spiegare le discrepanze, indagando per esempio se facessero differenza le varie tecniche di neurofeedback impiegate o la durata e l'intensità dei training. Pur con tutto questo, i verdetti restano ambigui: nelle valutazioni dei genitori (i più vicini al bambino, ma consapevoli del fatto che avesse ricevuto o meno il vero trattamento) il neurofeedback riduce abbastanza i classici sintomi di disattenzione, iperattività e impulsività; ma l'efficacia scompare nelle valutazioni degli insegnanti (all'oscuro di chi fossero i trattati e chi i controlli) e negli studi che somministrano ai controlli un finto neurofeedback. D'altra parte funzionano meglio i trattamenti più lunghi e intensi.

Ne è seguito un dibattito sul ruolo del tipo di neurofeedback impiegato, dei protocolli adottati, degli esiti considerati e di quali valutatori siano più significativi, dell'eterogeneità dei bambini con ADHD e delle relative anomalie cerebrali (che potrebbero richiedere approcci differenziati), della scelta dei giusti bersagli terapeutici, dell'effetto placebo (rafforzato dai ripetuti incontri con il medico, l'uso di apparecchi sofisticati, la richiesta di forte attenzione e partecipazione), e su vari altri elementi che probabilmente andranno definiti meglio perché il neurofeedback possa dimostrare le sue capacità senza incertezze. In più, rimarcano gli autori, «sorprende che gran parte degli studi ometta di riferire i potenziali conflitti d'interesse, vista la crescente presenza nel settore di società commerciali».

Il neurofeedback può essere sfruttato per potenziare alcune capacità: forme di memoria, attenzione, abilità motorie e così via



► Le prospettive

«In clinica il neurofeedback resta per lo più in una fase preliminare e attende convalide solide», afferma Sulzer. «Sono già in corso alcuni grandi trial che potrebbero iniziare a fare chiarezza. Ma ci vorrà anche più ricerca neuroscientifica e clinica, sui meccanismi di base con cui agisce, i protocolli più indicati, i fattori di successo, le combinazioni con altre terapie, la durata degli effetti. Il progetto europeo BrainTrain indagherà molti di questi aspetti» (si veda il box a p. 57).

Una difficoltà è identificare i destinatari più adatti o gli approcci più indicati per ciascuno: in varie casistiche fino al 30 per cento di coloro che hanno praticato il neurofeedback non ne hanno tratto benefici, e fra gli altri ci sono differenze nella capacità di controllare l'attività cerebrale. Bisognerà capire meglio in chi funziona poco o nulla e perché, e se ci sono soluzioni, per esempio procedure più indicate per le persone facili a distrarsi o con bassa capacità immaginativa.

«Spesso in realtà non funziona perché non è applicato in modo appropriato», aggiunge Palomba. «Il training è un'attività com-

plexa in cui prima devo trovare la strategia per controllare l'attività cerebrale (fase di acquisizione), poi devo renderla stabile (stabilizzazione), e poi imparare a mantenere l'autocontrollo senza più bisogno del feedback (generalizzazione). Questa la fase più difficile: devi riuscire a cogliere gli stessi segnali per capire qual è lo stato che ottenevi col feedback e applicare le stesse strategie per riprodurlo. Per esempio mi accorgo che combinando una serie di immagini mentali e una particolare condizione cognitiva imparo a produrre l'attività alfa (acquisizione); allora provo a capire se mettendo in atto questa condizione, provando queste sensazioni, ottengo sempre l'attività alfa (stabilizzazione). Infine il terapeuta toglie il feedback e guida la persona a mettere in atto quelle stesse strategie, verificando che si conservino gli effetti. Insomma, non basta applicare una macchina e pensare che tutto si risolve. Perciò è importante rivolgersi a centri e professionisti certificati. Per l'Italia il punto di riferimento è l'associazione europea, la Biofeedback Federation of Europe, che ha definito i criteri per certificare competenze e strumenti». ■

IN PIÙ

YUCHA C. e MONTGOMERY D., *Evidence-Based Practice in Biofeedback and Neurofeedback*, Wheat Ridge, CO: AAPB, 2008. Il documento della Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback sull'efficacia degli interventi.