

DISPOSITIVI di biofeedback in uso in neuroriabilitazione

1) BFB-EMG: finalizzato al controllo volontario della muscolatura striata, tramite un'apparecchiatura di EMG che emette informazioni sullo stato di tensione muscolare.

La sua applicazione è utilizzata in 2 tipi di alterazioni della funzione muscolare:

- Lesioni nervose centrali e periferiche (deficit di reclutamento)
- Cefalee muscolo-tensive, balbuzie, distonie idiopatiche focali (squilibri funzionali)

2) BFB goniometrico posizionale: utilizzato per monitorare l'attività motoria e gli angoli articolari

3) BFB di pressione-posizione: utilizzato per rilevare il grado di carico e di forza sviluppata da un segmento corporeo valutandone la relativa posizione.

INDICAZIONI DEL BFB IN AMBITO NEURORIABILITATIVO

- 1. Lesioni cerebrali a focolaio nell'adulto***
- 2. Mielolesioni incomplete***
- 3. Fase di recupero di lesioni nervose periferiche***
- 4. Paralisi cerebrali infantili***
- 5. Lombalgie croniche***
- 6. Cefalee muscolo-tensive***
- 7. Distonie idiopatiche focali***

Sono possibili 2 tipi di BFB uno **visivo** e uno **acustico**.

Il primo viene somministrato come segnale luminoso semplice, che si accende quando il segnale supera il valore soglia prefissato, oppure come una serie di LED luminosi, variabili di colore dal verde- giallo- arancio rosso in modo sequenziale e direttamente proporzionale alla potenza del segnale EMG; oppure come segnale digitale che riporta l'attività EMG in microvolts, preferibilmente secondo intervalli regolari e prestabiliti (30'' o 1'), o in lettura continua, o infine come segnale oscilloscopico che riproduce l'attività EMG sul video sottoforma di un'onda o una traccia lineare.

Il BFB acustico prevede l'erogazione di un tono puro (che varia di frequenza o a frequenza fissa e cadenza variabile) direttamente proporzionale alla potenza del segnale EMG, o di un segnale acustico grezzo, come semplice riproduzione sonora delle scariche EMG.

L'età, il sesso, il lato emiparetico, cicli di riabilitazione già praticati non sembrano avere effetto significativo sul risultato finale.

Soltanto la presenza di un grave deficit propriocettivo riduce la probabilità di riacquisire la funzione motoria.

In generale i pz mostrano maggiori miglioramenti funzionali con l'addestramento agli arti inferiori rispetto a quello agli arti superiori.

Non è ancora stato stabilito chiaramente il momento ottimale per l'introduzione del BFB nel programma riabilitativo.

Per avviare un pz al trattamento con BFB devono sussistere le seguenti condizioni:

- Potenzialità al controllo volontario
- Motivazione e collaborazione del pz

L'esperienza dimostra che l'afasia con deficit di comprensione, gravi danni propriocettivi, spasticità marcata e incapacità a compiere movimenti volontari sono in relazione ad un minor recupero funzionale.

www.fisiokinesiterapia.biz

I **modelli teorici** che ispirano le tecniche di BFB sono 2:

- **Modello skinneriano** (o del condizionamento operante)
- **Modello cognitivo**

Secondo il **modello comportamentista**, di cui si fa promotrice la Scuola Riabilitativa del Nord America, è possibile la facilitazione del processo di apprendimento tramite la immediata coscientizzazione di ciò che il pz sta compiendo, cogliendo la correttezza o meno della risposta attivata mediante un canale afferenziale integro.

Secondo tale concezione la retroinformazione fornita dall'apparecchiatura è in grado di indurre una modificazione della frequenza della risposta voluta, casualmente attivata, assumendo il carattere di rinforzo.

L'ottica comportamentista vede l'acquisizione di nuove abilità motorie come il risultato di un processo di accumulo di relazioni tra un comportamento motorio e la relativa risposta. In questo tipo di approccio viene assimilato il desiderio di recupero del pz (rinforzo motivazionale) al soddisfacimento di esigenze di base quali la fame nell'animale da esperimento, mentre il feedback dell'apparecchiatura, che segnala il raggiungimento dell'obiettivo della consegna terapeutica in quella particolare esercitazione, viene assimilato alla gratificazione usata come rinforzo.

Il **modello cognitivo** si pone come superamento del modello skinneriano in quanto non si basa su una visione strettamente meccanicistica dei legami tra stimoli e risposta.

In questa ottica il BFB rappresenta una “ortesi conoscitiva”, in quanto è uno strumento capace di attivare selettivamente i processi cognitivi e di facilitare l’acquisizione di nuove abilità motorie.

Elemento centrale dell’approccio cognitivo è il concetto di schema, definito (Schmidt, 1975) come quell’insieme di regole in base alle quali si configura il prototipo di una determinata categoria di movimenti e in relazione al quale è possibile conoscere, prevedere, eseguire in funzione del contesto e del risultato desiderato, le innumerevoli varianti del prototipo stesso.

Altro concetto fondamentale per la dottrina cognitivista è quello di programma motorio con il quale si indica un insieme prestrutturato di informazioni che, una volta inviato dal sistema nervoso centrale all’effettore periferico, sarebbe in grado di determinare lo svolgersi del movimento in modo indipendente dal feedback di ritorno (modello a circuito aperto).

Durante il movimento sarebbero immagazzinati 4 tipi di informazioni importanti per la costituzione dello schema motorio:

Condizioni iniziali: cioè la situazione del sistema muscolo-scheletrico e la posizione dei segmenti nello spazio prima dell'inizio del movimento,

Specificazione di risposta: cioè i parametri del movimento (durata globale, forza, selezione dei gruppi muscolari, parametri spaziali),

Conseguenze sensoriali: cioè le informazioni sensoriali (tattili, propriocettive, visive) che possono essere raccolte durante e dopo il movimento,

Risultato ottenuto: cioè l'effetto che il movimento ha prodotto sull'ambiente, che si identifica con la conoscenza del risultato.

Schmidt ritiene che nel corso delle esperienze fatte attivando più volte un determinato programma motorio il soggetto possa astrarre le relazioni tra esse (schema motorio).

La forma più importante di **classificazione dell'errore** è il cosiddetto sistema di classificazione dell'errore che si forma nel tempo dalla relazione tra conseguenze sensoriali previste e effettive e la conoscenza del risultato, cioè la conoscenza immediata, precisa, amplificata dell'errore.

Per Adams (1971) la conoscenza del risultato è il più potente fattore di facilitazione nell'apprendimento di nuove capacità motorie

Scopi del BFB nel trattamento dell'emiplegico sono:

- 1) Aumentare il reclutamento dei muscoli paretici
- 2) Controllare la contrazione dei muscoli spastici
- 3) Migliorare la coordinazione muscolare

Per conseguire il **primo obiettivo** si rileva l'attività EMG di un muscolo sano analogo per funzione e si mostra al pz l'intensità dei segnali acustici e visivi corrispondenti ad una contrazione normale.

Si invita il pz ad ottenere dal muscolo leso una contrazione che produca la stessa intensità di segnali acustici e visivi (modellaggio UP).

Si procede così fino ad ottenere un miglioramento quantitativo e qualitativo del reclutamento delle unità motorie.

Per quanto riguarda il **secondo punto**, il soggetto deve imparare a mantenere lo stato di rilassamento del muscolo spastico a riposo, nonostante la somministrazione di stimoli distraenti, dello sforzo mentale o dell'uso concomitante degli arti normali.

Successivamente il pz apprende ad inibire la spasticità causata dallo stiramento statico e dinamico dei muscoli bersaglio.

Lo stiramento dinamico deve essere effettuato a velocità crescenti iniziando ad es. con 15° di velocità angolare/sec passando poi a 30-45-60-75-90 gradi/sec.

Nella terza fase il soggetto deve imparare ad attivare il muscolo antagonista mentre inibisce la contrazione del muscolo spastico.

All'inizio gli esercizi devono essere di tipo isometrico (poi eccentrico, infine concentrico).

I soggetti sono anche addestrati a contrarre e rilassare senza ritardi anormali e a produrre contrazioni graduate.

Quindi nella terza fase si richiede:

- Abilità nell'attivare un muscolo senza latenze o falsi avvii di contrazione
- La modulazione della contrazione per ottenere una forza adeguata
- L'inibizione della tendenza a cocontrarre un muscolo antagonista o a coinvolgere muscoli non necessari nell'esecuzione del movimento desiderato
- L'inibizione della spasticità che si verifica in altri muscoli quando vengono stirati dal movimento risultante
- Rilassamento immediato o completo dopo sforzo.

Manovre facilitatorie possono essere l'applicazione di stimoli tattili o freddi sulla cute sopra l'antagonista, oppure la vibrazione dell'antagonista o del suo tendine (100-300 Hz di frequenza, 1-2 mm di ampiezza), oppure ancora facilitazioni crociate.

L'utilizzazione della vibrazione in associazione con l'apparecchiatura di BFB-EMG pone alcuni problemi tecnici: la maggior parte dei vibratorii emette numerosi rumori elettromagnetici e la vibrazione fisica degli elettrodi produce un artefatto EMG.

Comunque l'effetto della vibrazione perdura per un certo tempo dopo che il vibratore è stato rimosso cosicchè è possibile alternare le vibrazioni con periodi di addestramento in BFB.

In generale si procede secondo una progressione prossimo-distale.

SPALLA

I 2 problemi più frequenti sono rappresentati dalla sublussazione, dal deficit della flessione e dalla spasticità degli adduttori.

La sublussazione può essere ridotta mediante l'addestramento al reclutamento del trapezio superiore. Al feedback elettromiografico può essere affiancato un feedback visivo (specchio).

Nei pz con esiti di ictus la flessione della spalla è spesso possibile solo attivando la sinergia patologica caratterizzata da elevazione della scapola e abduzione della spalla.

In questi casi è utile il monitoraggio a 2 canali: si addestra il pz a contrarre il deltoide anteriore, rilasciare deltoide medio e trapezio superiore.

In genere inizialmente si richiede al pz di mantenere la flessione della spalla in posizione supina e con gomito flesso senza attivare il deltoide medio.

Successivamente si richiede la stessa prestazione, ma a gomito esteso e poi ancora in posizione seduta.

Infine si richiede al pz, partendo dalla flessione a 90°, di portare il braccio in basso e di riportarlo nella posizione di partenza senza attivare il deltoide medio.

Una situazione relativamente frequente nell'emiplegico è rappresentata dalla spasticità del m. gran pettorale.

Inizialmente bisogna addestrare il sogg a rilassare il muscolo a riposo. Una volta raggiunto questo obiettivo si introducono situazioni distraenti: conversazione, movimento degli arti sani, posizionamento del muscolo in progressivo stiramento. Nell'ultima fase si applicano stiramenti dinamici a frequenze progressivamente maggiori.

GOMITO

I problemi possono essere di 2 tipi: ipertonìa dei flessori e paresi degli estensori.

Di solito si inizia con esercizi di rilassamento dei flessori, poi con il monitoraggio a due canali si procede all'utilizzo degli estensori senza l'attivazione dei flessori.

Una volta raggiunto l'obiettivo si introduce il monitoraggio anche sui muscoli della spalla, mentre si richiede al sogg di flettere la spalla stessa.

In una fase successiva si può iniziare la riabilitazione delle attività più funzionali ad es. facendo raggiungere e recuperare al pz degli oggetti posti sul tavolo.

AVAMBRACCIO

Di solito per la riabilitazione dei movimenti di prono-supinazione dell'avambraccio vengono utilizzati dei dispositivi di BFB di posizione. Questo consente di segnalare al pz movimenti di supinazione abnormi associati alla flessione del gomito, monitorando contemporaneamente muscoli della spalla e del gomito.

Successivamente si può addestrare il sogg a rilassare il bicipite e a mantenere l'avambraccio in posizione neutra o supina mentre raggiunge un oggetto.

POLSO E DITA

Sequenza: rilassamento dei flessori del polso e dita a riposo, poi in presenza di stimoli distraenti, poi in corso di stiramenti lenti e veloci.

Successivamente si porta il polso nella posizione di massima estensione ottenibile senza sorreggere le dita, quindi si stirano le dita estendendo progressivamente il polso.

Con il monitoraggio a 2 canali si può richiedere successivamente al soggetto di estendere attivamente il polso, mantenendo rilassati i flessori.

ADDESTRAMENTO ALLA DEAMBULAZIONE

Problemi preliminari: deficit dell'abduzione dell'anca, recurvatum di ginocchio, piede cadente.

Nell'addestramento alla deambulazione si utilizzano sia dispositivi di BFB di posizione che di carico.

FASE DI APPOGGIO

Per facilitare l'uguale distribuzione del carico sui 2 arti si può utilizzare il feedback di carico fin dalle prime fasi di trattamento, mentre si insegna al soggetto ad alzarsi dalla sedia, a stare in piedi, a rimettersi a sedere.

Trasduttori di diversa dimensione a forma di sottopiede vengono posti nella scarpa del pz.

Questi dispositivi sono collegati tramite un cavo coassiale all'amplificatore e al dispositivo appena al di sotto del livello di carico attuale del pz, con l'obiettivo finale pari al 50% del peso corporeo del pz.

Contemporaneamente si possono monitorizzare con dispositivi di BFB-EMG o goniometri o l'estensione del ginocchio.

FASE DI OSCILLAZIONE

In fase preliminare bisogna addestrare il pz a flettere attivamente il ginocchio con anca estesa e a flettere l'anca a ginocchio esteso, associando a ciascuno di questi movimenti la dorsiflessione attiva della caviglia. Inoltre bisogna addestrare il pz a rilassare gli abduuttori dell'anca durante la flessione della stessa per evitare l'andatura a forbice.

Il trattamento di solito inizia alle estremità e prosegue con la deambulazione assistita da dispositivi di sostegno. Ogni componente del movimento viene esercitata dapprima separatamente e poi la sequenza completa viene integrata in una fase di oscillazione eseguita lentamente. Si praticano molte ripetizioni di questa fase prima che il pz sia in grado di collegare la fase di oscillazione alla fase di appoggio del passo per la deambulazione normale.