

**Istituto "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenia**

# **STIMOLATORE ALT-2**

**ISTRUZIONI PER L'USO**

**2011**

## Indice

1. Descrizione .....	3
1.1 Destinazione d'uso .....	4
1.2 Indicazioni .....	4
2 Istruzioni per il paziente.....	6
2.1 Preparazione degli elettrodi .....	6
2.1.1 Elettrodi da impregnare nell'acqua .....	6
2.1.2 Elettrodi autoadesivi.....	6
2.2 Posizionamento degli elettrodi e dello stimolatore.....	6
2.3 Controllo dell'intensità della stimolazione.....	7
2.3.1 Impulsi.....	8
2.4 Modalità di funzionamento.....	8
2.5 Precauzioni per la sicurezza .....	9
2.6 Manutenzione dello stimolatore .....	10
2.7 Procedura di verifica del normale funzionamento dello stimolatore ALT-2.....	10
2.7.1 Verifica veloce .....	10
2.7.2 Verifica tecnica .....	10
2.8 Sostituzione delle batterie.....	11
2.9 Possibili malfunzionamenti del sistema e possibili rimedi.....	12
3 Istruzioni per il terapeuta .....	13
3.1 Ricerca della posizione ottimale degli elettrodi per la stimolazione .....	13
3.2 Il rafforzamento dei muscoli.....	14
3.3 Alzarsi.....	15
3.4 Posizione eretta.....	16
3.5 Attività quotidiane .....	17
3.6 La camminata .....	17
3.7 Note .....	19
4 Caratteristiche tecniche.....	20
5 Simboli.....	20
6 Bibliografia .....	21

# Istruzioni per l'uso dello stimolatore a due canali alternati ALT-2

## 1. Descrizione

Lo stimolatore ALT-2 è un apparecchio con uscita ad alta tensione per la stimolazione elettrica funzionale (FES) progettato per il rafforzamento dei muscoli atrofizzati paralizzati e per alzarsi dalla posizione seduta, riacquistare la posizione eretta e la camminata elementare nei pazienti con lesioni alla spina dorsale. Lo stimolatore può essere usato come aggiunta ad un programma terapeutico o come aiuto ortesico per l'uso quotidiano a casa.



Figura 1: Il set completo dello stimolatore con gli elettrodi da impregnare nell'acqua, i cavi per gli elettrodi e l'interruttore manuale.

Per la posizione eretta e la camminata di un paziente paraplegico sono necessari due stimolatori ALT-2. Lo stimolatore ALT-2 può essere usato inoltre per il rafforzamento dei muscoli e la correzione della camminata in persone paraparetiche e tetraparetiche. Di solito in questo tipo di pazienti una gamba è decisamente più debole dell'altra, perciò per il raggiungimento della funzione desiderata può essere sufficiente un unico stimolatore. Lo stimolatore può essere usato anche nei casi di lunghi periodi di immobilità delle estremità per ripristinare le nozioni motorie, nelle atrofizzazioni causate dall'immobilità e stati post-operatori. Può essere utilizzato anche per allenamenti muscolari estremi negli atleti.

## **Lo stimolatore ALT-2 è distribuito in tre kit differenti :**

ALT-2 Model 2000 kit professionale, composto da:

- 2 stimolatori ALT-2
- 4 set di elettrodi da impregnare nell'acqua
- 4 interruttori manuali
- 4 cavi per elettrodi
- 6 fasce elastiche con chiusura a Velcro
- 4 batterie ricaricabili (tipo AA)
- 1 caricabatterie
- 1 contenitore
- 1 manuale con le istruzioni per l'uso

### **1.1 Destinazione d'uso**

L'atrofizzazione del muscolo scheletrico compare nei casi di denervazione muscolare e questo accade quando degenerano gli assoni nervosi nei muscoli. L'atrofia compare anche, quando il sistema nervoso centrale non è più in grado di attivare i motoneuroni a causa di lesioni a quest'ultimo (p.e. lesioni alla spina dorsale). Contrariamente quanto succede nei casi di denervazione completa associata alla lesione del sistema nervoso periferico, lo stimolatore ALT-2 può essere d'aiuto nei casi di atrofizzazione muscolare e perdita della forza causata dalla denervazione funzionale a seguito di lesioni al sistema nervoso centrale. La stimolazione elettrica funzionale è l'unico metodo per l'attivazione di muscoli paralizzati nei casi di lesioni complete e in questo modo si previene la loro atrofizzazione e tutti gli altri sintomi collegati al non utilizzo dei muscoli (p.e. contratture, osteoporosi, problemi della circolazione sanguinea). Questo tipo di contrazioni, quando sono abbastanza forti, possono essere utilizzate per stimolare movimenti funzionali e per sostenere il peso corporeo. Con questo principio insieme allo stimolatore ALT-2 i pazienti con lesioni alla spina dorsale arrivano a sostenere una posizione eretta attiva e perfino a muovere qualche passo.

L'atrofizzazione dei muscoli causati dall'innattività compare dopo lunghi periodi di immobilità degli arti o delle giunture nei pazienti ortopedici. Lesioni parziali ai nervi vengono causate da interventi chirurgici (p.e. la totale sostituzione dell'anca, osteosintesi). In questi casi la stimolazione elettrica funzionale è il metodo più indicato per il miglioramento della forza di contrazione e per aumentare la resistenza del muscolo interessato. La stimolazione elettrica funzionale è consigliabile anche per il rafforzamento dei muscoli nei casi ove è consentito solo un leggero carico dell'ossatura o è addirittura controindicato.

### **1.2 Indicazioni**

Lo stimolatore ALT-2 si utilizza su pazienti con lesioni parziali o totali della spina dorsale con conseguente paresi spastica. La denervazione locale o totale di determinati muscoli può essere causata dal tipo di lesione e relativi interventi chirurgici. L'utilizzo dello stimolatore ALT-2 è indicato nei casi di denervazione parziale dei muscoli stimolati per la posizione eretta e per muovere qualche passo, in qual caso questi generi un sufficiente moto dei muscoli. Tra i pazienti con lesione

totale della spina dorsale i più probabili candidati al programma di raggiungimento della posizione eretta e della camminata sono quelli con lesioni classificate tra il C6 e Th10. Queste limitazioni sono comunque solo delle linee guida. Ogni paziente deve essere sottoposto ad analisi approfondite prima dell'inizio del programma.

**Indicazioni tipiche:**

- pazienti con paralisi spastica unilaterale o bilaterale degli arti inferiori con motoneuroni periferici non lesi
- pazienti con paralisi unilaterale o bilaterale combinata ad una parziale denervazione muscolare
- pazienti sottoposti a riabilitazione ortopedica a seguito di traumi muscolo-scheletrici o a seguito di interventi chirurgici, che soffrono di debolezza muscolare o atrofizzazione muscolare causata dall'immobilità.

**IMPORTANTE! Per l'applicazione del programma di stimolazione sono indispensabili la preservazione dell'eccitabilità delle fibre del nervo motore, l'almeno parziale trasmissione neuromuscolare e la contrazione dei muscoli stimolati.**

**Lo stimolatore ALT-2 può essere utilizzato alle seguenti condizioni:**

- stato fisico soddisfacente del paziente
- in assenza di scompensi cardiovascolari
- cute non lesionata nella posizione della stimolazione
- preservate capacità di contrazione dei muscoli stimolati
- assenza di forte spasticità
- assenza di contatture o altre deformazioni dell'apparato locomotore
- motivazione e collaborazione del paziente.

**Per l'uso ortopedico è inoltre necessario:**

- eccitabilità elettrica soddisfacente dei muscoli e nervi periferici
- mobilità del paziente con o senza aiuti (stampelle, aiuto di un'altra persona, ecc.)
- vista adeguata
- abilità da parte del paziente a maneggiare, controllare il funzionamento e occuparsi della manutenzione dello stimolatore in totale autonomia.

**Condizioni speciali:**

- osteoporosi
- gravi limitazioni al mantenimento della resistenza dei muscoli
- grave spasticità
- problemi di salute preesistenti, quali malattie cardiovascolari o epilessia.

## 2 Istruzioni per il paziente

### 2.1 Preparazione degli elettrodi

#### 2.1.1 Elettrodi da impregnare nell'acqua

Impregnare gli elettrodi nell'acqua corrente prima di usare lo stimolatore. Non si deve usare acqua distillata o acqua meteorica. Immergere per qualche minuto nell'acqua i nuovi elettrodi o nel caso quando sono troppo asciutti.

#### 2.1.2 Elettrodi autoadesivi

Seguire le istruzioni riportate sulla confezione contenente gli elettrodi.

### 2.2 Posizionamento degli elettrodi e dello stimolatore

Posizionare gli elettrodi di adeguata grandezza nei punti stabiliti dal fisioterapista. Gli elettrodi autoadesivi devono essere premuti con forza sulla pelle. Non è necessario alcun ulteriore fissaggio. Gli elettrodi da impregnare nell'acqua devono invece essere fissati con le fasce elastiche.

Attaccare lo stimolatore ad una delle fasce elastiche tramite il clip, che si trova nella parte dorsale di esso.

Connettere il cavo degli elettrodi allo stimolatore, facendo attenzione che entrambe le manopole per la regolazione dell'intensità siano posizionate su "OFF". L'ubicazione della presa è indicata con il simbolo **ELECTRODE** sullo stimolatore. Connettere i connettori degli elettrodi presenti sul cavo con gli elettrodi.

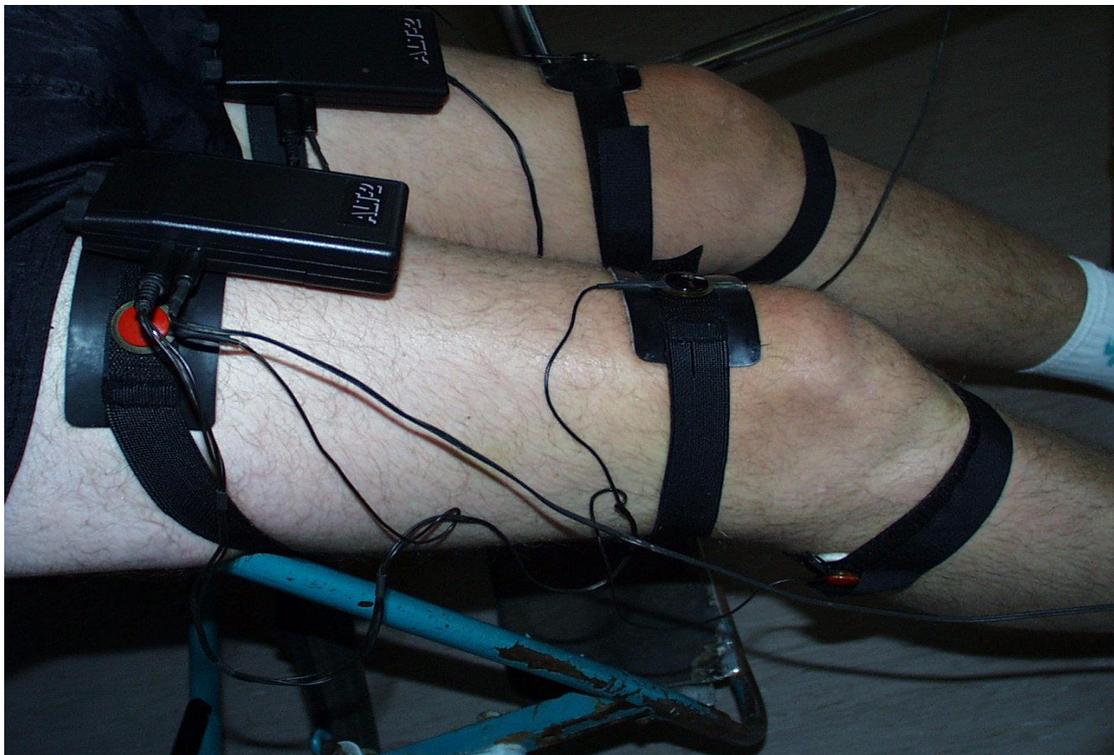


Figura 2: Posizione degli elettrodi lungo i muscoli estensori del ginocchio e sul nervo peroneo.

### 2.3 Controllo dell'intensità della stimolazione

Lo stimolatore ALT-2 si attiva girando in senso orario il pomello dell'intensità dalla posizione "OFF" alla posizione "ON" ed oltre. La scala numerica sta ad indicare parti della scala completa (180mA) e non l'ampiezza corrente della stimolazione. Aumentando il valore numerico, si aumenta l'intensità della stimolazione. La posizione del pomello viene indicata dalla linea sull'indicatore giallo vicino al pomello stesso. L'intensità della luminosità dell'indicatore varia proporzionalmente alla corrente stimolante, che attraversa gli elettrodi.



Figura 3: Lo stimolatore ALT-2 con i pomelli per la regolazione dell'intensità e le prese per il connettore degli elettrodi (ELECTRODE) e per il connettore dell'interruttore manuale (SWITCH).

L'intensità adeguata della stimolazione può essere determinata con la seguente procedura. Connettere i cavi agli elettrodi e allo stimolatore, quando questi è spento. L'interruttore manuale deve essere disconnesso. Connettere l'interruttore manuale allo stimolatore dopo averlo attivato e rilasciare il pulsante sull'interruttore. In questo modo sul canale 1 si ha una stimolazione continua. Osservare la contrazione dei muscoli mentre si aumenta gradualmente l'intensità (girare in senso orario il pomello del canale 1). Quando si arriva ad una contrazione adeguata, ricordarsi la posizione del pomello e diminuire l'intensità a 0. L'intensità del canale 2 viene regolata alla stessa maniera, solamente si deve premere costantemente sull'interruttore manuale, in modo tale da avere una stimolazione continua sul canale 2.

**Attenzione! Lo stimolatore ALT-2 è un apparecchio con uscita ad alta tensione, perciò è necessaria molta cautela nell'aumento della stimolazione nei pazienti con la percezione sensoriale conservata.**

### 2.3.1 Impulsi

Lo stimolatore ALT-2 genera impulsi stimolanti costanti, rettangolari, compensati, asimmetrici e bifase. Nella figura 4 è illustrata la forma di tre impulsi stimolanti con intensità (ampiezze) differenti, che sono state registrate per una resistenza pari a  $1\text{ k}\Omega//220\text{NF}$ . I valori medi degli impulsi con segno positivo sono rispettivamente 50 mA, 100 mA e 180 mA. I valori efficaci massimi (R.M.S.) degli impulsi stimolanti sono 9.9 V ossia 8 mA.

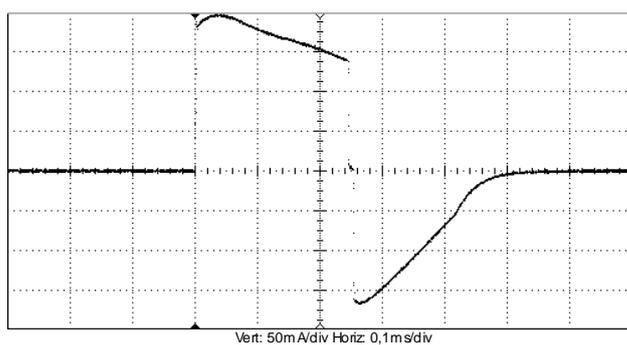
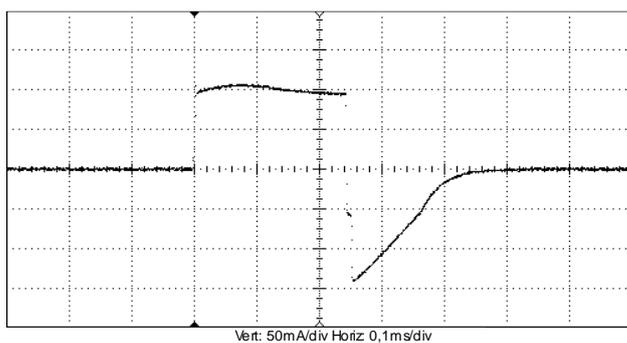
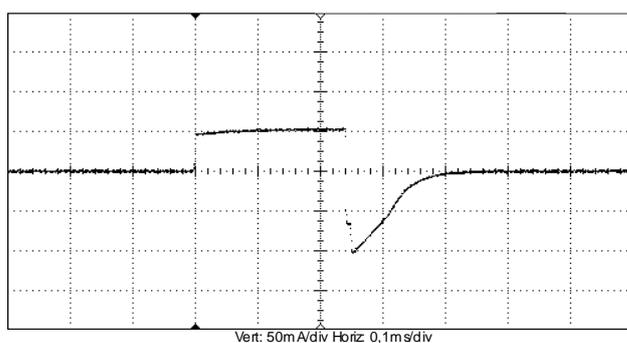


Figura 4: Forme degli impulsi stimolanti a tre intensità differenti (50 mA, 100 mA e 180 mA).

### 2.4 Modalità di funzionamento

Lo stimolatore ALT-2 ha due modi di operare: intermittente ed a controllo manuale. Il modo intermittente viene attivato, quando l'interruttore manuale non è connesso

all'apparato. In questo caso lo stimolatore funziona alternando la stimolazione sui due canali ogni 4 secondi. Questa modalità è indicata per il rafforzamento dei muscoli.

La modalità a controllo manuale viene attivata, quando si connette l'interruttore manuale allo stimolatore. Il simbolo **SWITCH** sull'apparato indica la posizione della presa, dove vanno inseriti i connettori dell'interruttore manuale. Se si connette l'interruttore mentre lo stimolatore è in funzione, si interrompe la modalità intermittente e si attiva quella a controllo manuale. Quando si rilascia il pulsante sull'interruttore manuale, la stimolazione è impostata ininterrottamente sul canale 1, mentre sul canale 2 non è presente alcuna stimolazione. Quando invece si tiene premuto il pulsante, la stimolazione è impostata ininterrottamente sul canale 2, mentre sul canale 1 non è presente alcuna stimolazione. Questa modalità operativa consente al paziente o al terapeuta di controllare manualmente il funzionamento dello stimolatore (p.e. nella camminata).

Per facilitare le operazioni nell'alzarsi dalla posizione seduta lo stimolatore è stato implementato con un'ulteriore funzionalità (chiamata funzione "click"). Quando si attiva lo stimolatore con l'interruttore manuale già connesso, sui canali di stimolazione non viene emesso alcun impulso. Questo permette al paziente di impostare l'intensità predefinita della stimolazione senza attivare in realtà la contrazione dei muscoli. Questo gli/le permette di posizionarsi nella posizione più consona per alzarsi. Quando è pronto, una pressione sul pulsante (effettivamente il rilascio del pulsante) attiva la stimolazione sul canale 1. Dopo questa operazione il controllo manuale funziona, come già descritto in precedenza.

## **2.5 Precauzioni per la sicurezza**

- Lo stimolatore ALT-2 è stato progettato per essere utilizzato con elettrodi specifici. Nel caso venga utilizzato con un diverso tipo di elettrodi o se gli elettrodi sono eccessivamente asciutti, potrebbero verificarsi delle bruciature sulla pelle. In situazioni del genere interrompere la stimolazione e consultare il terapeuta.
- Lo stimolatore deve essere spento prima di connettere o disconnettere gli elettrodi. Aumentare gradualmente l'intensità.
- Non applicare gli elettrodi sopra ferite aperte, tagli o altre lesioni della cute.
- Non posizionare mai gli elettrodi sul torace o sul collo.
- La connessione simultanea del paziente allo stimolatore e ad apparecchiature chirurgiche ad alta frequenza potrebbe comportare la comparsa di bruciature in corrispondenza degli elettrodi stimolanti e causare dei guasti allo stimolatore.
- Il funzionamento in prossimità (p.e. 1m) di apparecchiature terapeutiche ad onde corte o a microonde può causare l'instabilità dell'output dello stimolatore.
- Tenere l'apparecchio lontano dalla portata dei bambini.
- Durante l'utilizzo dello stimolatore non maneggiare utensili potenzialmente pericolosi e non mettersi alla guida di un'autovettura.
- Non utilizzare mai lo stimolatore in ambienti con presenza di sostanze esplosive.

## **2.6 Manutenzione dello stimolatore**

Per pulire la parte esterna dello stimolatore usare un panno umido e una soluzione acquosa di detergente neutro. Non immergere l'apparecchio nell'acqua, dato che verrebbero danneggiati i componenti elettronici.

Ogni tanto pulire gli elettrodi da impregnare nell'acqua (senza cablaggio) con detergente neutro ed acqua. Sostituirgli in caso che siano non pulibili o danneggiati. Con un uso quotidiano gli elettrodi durano approssimativamente 2 mesi. Asciugare ogni volta gli elettrodi da impregnare nell'acqua.

Per la manutenzione degli elettrodi autoadesivi seguire le istruzioni riportate sulla confezione di quest'ultimi.

La garanzia non copre le batterie, i cavi, gli interruttori a tallone e gli elettrodi, che si usurano causa l'uso quotidiano.

Se propriamente mantenuto, lo stimolatore ALT-2 può durare 7 anni.

## **2.7 Procedura di verifica del normale funzionamento dello stimolatore ALT-2**

Per verificare il normale funzionamento dello stimolatore ALT-2 esistono due diverse procedure:

- Verifica veloce, basata sull'osservazione degli indicatori luminosi e della contrazione dei muscoli, il che può essere svolto dal paziente o dal fisioterapista;
- Verifica tecnica, che può essere svolta da un elettrotecnico e per cui è necessaria un'apparecchiatura addizionale per effettuare le misurazioni.

### **2.7.1 Verifica veloce**

È possibile effettuare la verifica veloce posizionando gli elettrodi sui punti stabiliti, connettendo i cavi degli elettrodi allo stimolatore e non connettendo l'interruttore manuale. Lo stimolatore dovrebbe così funzionare nella modalità intermittente, il che sta a significare che lo stimolatore funziona alternando la stimolazione sui due canali ogni 4 secondi. Aumentando l'intensità, si osserva la contrazione dei muscoli. L'indicatore luminoso accanto al pomello per la regolazione dell'intensità deve emanare una luce durante la stimolazione, il che sta ad indicare che la corrente elettrica attraversa gli elettrodi. Connettere l'interruttore manuale allo stimolatore senza spegnerlo. Premendo e rilasciando il pulsante dovrebbe far sì che la stimolazione passi da un canale all'altro. Nel caso che il funzionamento dello stimolatore non sia come quello descritto, vedere il capitolo 2.9. Se dopo aver consultato il capitolo citato, non si è trovata una soluzione, lo stimolatore deve essere controllato da una persona autorizzata.

### **2.7.2 Verifica tecnica**

La verifica tecnica deve essere svolta da una persona qualificata. Sono necessari un oscilloscopio a 2 canali e due carichi artificiali (resistenze di circa 1 k $\Omega$ ). Il voltaggio dovrebbe essere misurato su ognuna delle resistenze con un oscilloscopio. Per il test si consiglia di usare delle nuove batterie. Si osserva gli impulsi sul display dell'oscilloscopio, seguendo la stessa procedura descritta nel capitolo 2.7.1. La forma degli impulsi deve combaciare con quella illustrata nella figura 4. La durata e la frequenza degli impulsi devono sottostare alle caratteristiche tecniche decritte nel

capitolo 4. Nel caso di discrepanze o malfunzionamento contattare la persona autorizzata per verifiche adizionali e per una possibile riparazione. La corrente di dispersione si misura secondo lo standard EN60601-1 clause 19. La temperatura ambiente deve essere tra i 21° e 25°C in assenza di umidità.

## 2.8 Sostituzione delle batterie

Per il funzionamento dello stimolatore ALT-2 sono necessarie 2 batterie 1.5V LR-6 (tipo AA). Si possono utilizzare anche delle batterie ricaricabili di 1.24V delle stesse dimensioni di quelle alcaline. L'alloggiamento delle batterie si trova sulla parte dorsale dello stimolatore. Sostituire sempre entrambe le batterie.



Figura 5: Lo stimolatore ALT-2 con aperto l'alloggiamento delle batterie e vista sul loro giusto posizionamento.

Girare entrambi i pomelli dell'intensità su posizione "OFF". Rimuovere il coperchio dell'alloggiamento delle batterie. Rimuovere le batterie vecchie. Inserire quelle nuove, orientandole secondo le polarità indicate sul fondo dell'alloggiamento.

Lasciando le vecchie batterie nell'alloggiamento si possono danneggiare i contatti. Le batterie scariche devono essere subito rimosse dall'alloggiamento. Rimuovere le batterie anche nel caso di non utilizzo dello stimolatore per più di una settimana.

Per ragioni di sicurezza lo stimolatore non funzionerà, se si andrà a rimuovere e reinserire le batterie, mentre questi è acceso. Si deve spegnere e riaccendere lo stimolatore per farlo ritornare al funzionamento normale.

L'indicatore rosso sulla parte frontale dello stimolatore indica se l'apparecchio è acceso o spento e lo stato di carica delle batterie. Quando le batterie sono ad un livello critico, l'indicatore comincia a lampeggiare insieme ad un segnale acustico. La funzione di questo segnale è di indicare all'utilizzatore, che ha ancora 10 minuti di funzionamento sicuro dello stimolatore. Questo lasso di tempo è sufficiente alla persona, che sta in piedi o sta camminando, di ritornare in una posizione sicura e di evitare una caduta a causa di un'improvvisa diminuzione dell'intensità della stimolazione.

## **2.9 Possibili malfunzionamenti dell'apparecchio e possibili rimedi**

### **Assenza della stimolazione**

Causa:

- assenza delle batterie o batterie scariche
- è necessaria l'attivazione della funzione "click"
- gli elettrodi per la stimolazione sono disconnessi
- inserimento delle batterie a stimolatore acceso

Rimedio:

- inserire delle batterie nuove
- premere e rilasciare il pulsante sull'interuttore manuale
- connettere gli elettrodi
- spegnere e riaccendere lo stimolatore

### **Stimolazione debole su impostazione massima**

Causa:

- batterie scariche
- elettrodi eccessivamente asciutti
- elettrodi autoadesivi non attaccati correttamente
- posizione non corretta degli elettrodi

Rimedio:

- sostituirle con un paio di batterie nuove
- impregnare gli elettrodi nell'acqua
- rimuovere gli elettrodi autoadesivi e utilizzare un nuovo paio
- riposizionare gli elettrodi

### **Sensazioni sgradevoli prima di arrivare al movimento funzionale**

Causa:

- elettrodi eccessivamente asciutti
- elettrodi autoadesivi non attaccati correttamente
- posizione non corretta degli elettrodi
- cute irritata o lesionata

Rimedio:

- impregnare gli elettrodi nell'acqua
- rimuovere gli elettrodi autoadesivi e utilizzare un nuovo paio
- riposizionare gli elettrodi
- interrompere la stimolazione e consultare il terapeuta

### **Intensità massima della stimolazione nella posizione minima possibile del pomello per la regolazione dell'intensità**

Causa: stimolatore in avaria

Rimedio: fare riparare lo stimolatore

### **Notifica dei malfunzionamenti**

Se si sono seguite tutte le istruzioni riportate qui sopra e lo stimolatore accusa ancora dei malfunzionamenti:

Non riparare autonomamente lo stimolatore. Le riparazioni devono essere eseguite solo da una persona autorizzata. In caso di malfunzionamento contattare il fornitore.

## **3 Istruzioni per il terapeuta**

### **3.1 Ricerca della posizione ottimale degli elettrodi per la stimolazione**

Prima di posizionare gli elettrodi impregnarli per bene con acqua corrente. Impregnarli nuovamente dopo un utilizzo di 3 ore.

I grandi elettrodi di forma rettangolare sono indicati per la stimolazione degli estensori del ginocchio. Posizionare l'elettrodo rettangolare inferiore (connettore nero) appena sopra il ginocchio e l'elettrodo superiore (connettore rosso) nella terza parte superiore dell'estensore del ginocchio in rapporto all'intensità della risposta muscolare. Fissare gli elettrodi da impregnare nell'acqua con le fascie elastiche con chiusura a Velcro.



Figura 6: Persona paraplegica durante l'esercitazione in posizione supina.

I piccoli elettrodi di forma circolare sono indicati per la stimolazione del nervo peroneo in modo da provocare la flessione della caviglia e la flessione riflessogena del ginocchio e dell'anca. Posizionare gli elettrodi sopra il nervo peroneo tra la fossa poplitea e la testa della fibula. Riposizionare gli elettrodi per un miglior movimento funzionale. La posizione appropriata degli elettrodi dovrebbe essere stabilita dal fisioterapista. La stimolazione del nervo peroneo può essere eseguita solamente se l'elettrodo rettangolare inferiore (connettore nero) è fissato alla gamba.

Lo stimolatore ALT-2 a due canali alternati si può utilizzare anche per il rafforzamento di altri gruppi muscolari negli arti inferiori e superiori. La prima cosa da fare è stabilire la posizione corretta degli elettrodi lungo i muscoli. Si devono utilizzare elettrodi di appropriata grandezza. Gli elettrodi più piccoli sono indicati per la stimolazione di muscoli piccoli, gli elettrodi più grandi invece si utilizzano per la stimolazione di muscoli più grandi o di gruppi muscolari.

### **3.2 Il rafforzamento dei muscoli**

Il programma per il rafforzamento degli estensori del ginocchio si esegue di solito con il paziente in posizione supina. Mettere un cuscino sotto i ginocchi così da avere le gambe un po' flesse. Posizionare gli elettrodi e connetterli allo stimolatore.



Figura 7: Persona paraplegica durante l'esercitazione in posizione seduta.

Per il programma di rafforzamento dei muscoli utilizzare solo due grandi elettrodi di forma rettangolare (canale 1). Connettere il cablaggio degli elettrodi allo stimolatore solo quando gli elettrodi sono fissati al muscolo. Non connettere il cavo dell'interruttore manuale. Si ottiene così un funzionamento ciclico dello stimolatore ALT-2 con delle ripetizioni composte da 4 secondi di impulsi stimolanti seguiti da 4 secondi di pausa. Prestare attenzione, che ambedue i canali di stimolazione siano spenti (ambedue i pomelli per la regolazione dell'intensità sono nella posizione estrema sinistra) prima di connettere il cavo degli elettrodi. Attivare lo stimolatore girando il pomello "1" verso destra e aumentare gradualmente l'intensità della stimolazione, finché non compare la contrazione dei muscoli seguita dall'estensione del ginocchio. All'inizio con una muscolatura molto debole non è possibile avere una totale estensione anche applicando l'intensità massima di stimolazione. In ogni caso è necessaria una visibile e molto forte contrazione.

Durante la prima settimana la durata dell'allenamento muscolare non deve superare la mezzora. Quando diminuisce la contrazione dei muscoli o l'ampiezza del movimento, aumentare l'intensità della stimolazione durante l'esercizio di rafforzamento. Aumentare la durata dell'allenamento di mezzora ogni settimana, finché non si arrivi ad un minimo di due ore. Il programma può essere suddiviso in due parti, per esempio un'ora di stimolazione al mattino ed un'ora al pomeriggio. Il paziente si può dedicare alla lettura o a qualche altra attività durante la stimolazione. Il programma di rafforzamento può essere eseguito anche seduti nella sedia a rotelle.

Il rafforzamento dei muscoli tramite la stimolazione elettrica è specialmente raccomandato per le persone paraplegiche e tetraplegiche; il mantenimento delle contrazioni non rafforza solo i muscoli, ma diminuisce anche il loro affaticamento, aumenta la circolazione sanguinea, previene la formazione delle piaghe da decubito, previene o diminuisce le contratture e lo spasticismo.

Alla fine del programma quotidiano di rafforzamento spegnere lo stimolatore. Disconnettere i cavi degli elettrodi, disinserendoli dalla presa. Solo allora rimuovere gli elettrodi.

### **3.3 Alzarsi**

Lo stimolatore ALT-2 si può usare solitamente per il movimento funzionale nell'alzarsi in persone paraplegiche, mentre la posizione eretta e la camminata si possono praticare dopo il rafforzamento dei muscoli atrofizzati paralizzati. Il rafforzamento iniziale raramente non è necessario solo alle persone con forte spasticismo, che preserva la massa muscolare. La prima attività di stimolazione è alzarsi dalla posizione seduta. In alcune persone paraplegiche la stimolazione non è sufficiente, perciò si dovranno aiutare usando gli arti superiori. L'alzarsi viene dapprima praticato sulle parallele o attrezzature simili o su appoggi idonei a casa. Fissare gli elettrodi su ambedue le cosce, come nel programma di rafforzamento dei muscoli. Gli interruttori manuali sono fissati su supporti accanto alle mani. I cavi degli interruttori sono connessi allo stimolatore. Posizionare il pomello "1" per la regolazione dell'intensità sul valore stabilito in precedenza, che stimola una contrazione adeguata dei muscoli. Quando si accende lo stimolatore con gli interruttori manuali connessi, non viene prodotta nessuna stimolazione su alcun

canale. La stimolazione ha inizio dopo una leggera pressione sull'interruttore manuale.

#### Procedura

Sedersi sull'orlo della sedia a rotelle con le dita dei piedi posizionate dietro la linea delle ginocchia e con il corpo in avanti. Afferrate gli appoggi e premete velocemente l'interruttore manuale (solo un "click"), attivando la stimolazione, ed alzatevi con l'aiuto di essa. Il passo successivo è alzarsi con il deambulatore o con una stampella in una mano e l'altra appoggiata su un mobile fisso (p.e. il tavolo). La procedura appena descritta non è l'unica. Attivare la stimolazione in posizione seduta, così da provocare l'estensione degli arti inferiori. Alzarsi con le gambe stese è comparabile all'alzarsi con i tutori meccanici. Per ritornare alla posizione seduta premere contemporaneamente i due interruttori manuali con cui si disabilita la stimolazione sul canale 1.



Figura 8: Persona paraplegica nell'alzarsi dalla sedia a rotelle usando due stimolatori ALT-2.

### 3.4 Posizione eretta

Una persona paraplegica può stare in una posizione eretta per un minuto o per diverse ore (il che dipende dall'affaticamento e dalla capacità muscolare) grazie alla stimolazione ininterrotta dei muscoli. La postura influenza la durata della posizione eretta, perciò è necessaria una terapia fisiatrica preliminare atta alla preparazione ad alzarsi ed alla posizione eretta. Prolungare la posizione eretta dal periodo corto iniziale fino ad arrivare ad un'ora. Prestare attenzione al corretto allungamento delle gambe e del corpo, leggermente incurvato all'indietro (ladosi lombare). La corretta postura diminuisce le forze agenti sul ginocchio e aumenta l'efficacia della

stimolazione elettrica. Aumentare l'intensità della stimolazione, se gli estensori del ginocchio cominciano ad affaticarsi (leggera flessione del ginocchio). La posizione eretta nelle persone paraplegiche è un'attività terapeutica, che previene l'indebolimento dei muscoli, la formazione di contratture e piaghe da decubito, aumenta la circolazione sanguinea negli arti inferiori e intensifica le funzionalità degli organi interni (p.e. evacuare regolarmente).

### 3.5 Attività quotidiane

Il raggiungimento di oggetti posti ad un livello più alto ed il trasferimento dalla sedia a rotelle sono attività quotidiane, in cui è necessaria la posizione eretta. Il raggiungimento di oggetti posti ad un livello più alto è necessario per esempio nelle biblioteche, in cucina, nei supermarket, in banca o in posta. L'alzarsi e la posizione eretta servono anche per suonare il campanello, chiamare gli ascensori, accendere le luci, aprire e chiudere le finestre. Lo stimolatore ALT-2 si può usare efficacemente per muoversi dalla sedia a rotelle in bagni stretti, che non sono stati progettati per persone paraplegiche.



Figura 9: Persona paraplegica nella posizione eretta con due stimolatori ALT-2.

### 3.6 La camminata

Molte persone, dopo un adeguato allenamento, possono riuscire a camminare grazie alla stimolazione. I primi passi devono essere fatti sotto la supervisione del fisioterapista, qualificato ad insegnare la posizione eretta e la camminata con la

stimolazione elettrica. In questo modo solamente si riesce a camminare correttamente. Inizialmente la persona paraplegica camminerà con l'aiuto del deambulatore. Gli interruttori manuali sono fissati alle maniglie. La risposta adeguata dei flessori si raggiunge con la pressione sull'interruttore manuale e con lo spostamento dei piccoli elettrodi circolari lungo il nervo peroneo. La camminata è composta da una doppia fase di supporto e dalla fase di movimento. Durante la fase di supporto vengono stimolati gli estensori del ginocchio contemporaneamente su ambedue le gambe. Alla fine della fase di supporto si provoca l'alzata della gamba premendo l'interruttore manuale sul deambulatore o stampella. In questo modo si interrompe la stimolazione del quadricipite e comincia la stimolazione del nervo peroneo, che provoca la risposta dei flettori. Si ottiene così la flessione degli arti inferiori in corrispondenza dell'anca, del ginocchio e della caviglia. Il movimento dura finché si tiene premuto l'interruttore manuale. Al momento del rilascio del pulsante si riattiva la stimolazione degli estensori del ginocchio.

Quando la persona paraplegica è in grado di camminare in modo sicuro con il deambulatore, può cominciare gli allenamenti per camminare con le stampelle. Gli interruttori manuali sono fissati alle maniglie di ambedue le stampelle. L'apprendimento della camminata con le stampelle deve essere eseguito sotto la supervisione del fisioterapista.



Figura 10: Persona paraplegica cammina con l'aiuto di due stimolatori ALT-2 ed un deambulatore.

### 3.7 Note

- Gli elettrodi dovrebbero essere fissati alla cute in punti stabili precedentemente.
- La stimolazione dovrebbe essere incrementata gradualmente.
- Non si deve stimolare con gli elettrodi più di un'estremità alla volta (braccio-braccio, braccio-gamba, ecc.).
- La stimolazione non deve essere applicata su ferite aperte, tagli o altre lesioni cutanee.

Gli elettrodi devono essere tolti di giorno in giorno, se si fa un uso quotidiano ininterrotto dell'apparecchio. Anche se attenendosi a tutte queste precauzioni di sicurezza, dovrebbero apparire delle irritazioni cutanee sotto gli elettrodi in pazienti ipersensibili, queste si curano come lesioni della cute. La stimolazione deve essere interrotta durante il periodo di cura o in alternativa si devono spostare gli elettrodi in qualche altro punto.



Figura 11: Persona paraplegica cammina con l'ausilio di due stimolatori ALT-2 e di stampelle.

## 4 Caratteristiche tecniche

Corrente in uscita separatamente sui due canali	0 - 180 mA (1 k $\Omega$ //220NF di carico)	Impostato dal paziente o dal terapeuta
Forma d'onda	impulsi costanti, rettangolari, bilanciati, asimmetrici, bifase	vedi Fig. 4.
Frequenza	20 Hz	valore fisso
Durata dell'impulso	0.25 ms	valore fisso
Modalità di funzionamento	A controllo manuale o intermittente 4s / 4s	
Batterie	2 x 1.5 V batterie alcaline LR-6, o 2 x 1.24 V batterie ricaricabili al NiCd (opzionale)	LR-6 (tipo AA)
Dimensioni	115 x 60 x 21 mm	
Peso	136 g	batterie incluse

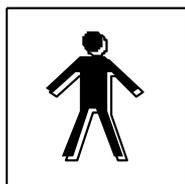
## 5 Simboli

### SWITCH

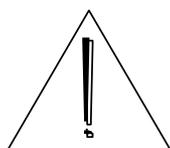
Questo simbolo indica la posizione della presa per l'inserimento dei connettori dell'interruttore manuale.

### ELECTRODE

Questo simbolo indica la posizione della presa per la connessione dei connettori degli elettrodi..



Questo apparecchio è del tipo "B type equipment with an F type applied part (IEC 601-1 subclause 2.2.25)". L'apparecchiatura di tipo B è provvista di particolari accorgimenti contro le scosse elettriche, in particolar modo riguardanti la corrente di dispersione ammissibile e l'affidabilità delle connessioni della messa a terra (IEC 601-1 subclause 2.2.24). Componente di tipo F: quando il componente è isolato dagli altri componenti dell'apparecchiatura a tal punto, che la corrente di dispersione sostenibile dal paziente, ammissibile nel caso di un unico malfunzionamento, non sia superata, quando tra il componente utilizzato e la messa a terra si induce una tensione pari a 1.1 volte il valore massimo della tensione nominale di entrata(IEC 601-1 subclause 2.1.7).



Questa apparecchiatura è in grado di emettere valori superiori a 10 mA r.m.s. o 10 V r.m.s. sulla media dei periodi di 5 secondi.

**CE 0125**

Questo è un prodotto con marchio CE. Come tale è conforme alla direttiva Council Directive 93/42/EEC Annex IV, Annex VII. La verifica EC secondo l'Allegato IV è stata eseguita da LGA (the notified body no. 0125). Lo stimolatore ALT-2 è stato prodotto secondo le norme: IEC 601-1:88+A1:91+A2:95 (EN 60601-1:90+A1:93+A2:95) e IEC 601-2-10:87.

## **6 Bibliografia**

Cybulski GR., *et al.*: Lower Extremity Functional Neuromuscular Stimulation in Cases of Spinal Cord Injury, *Neurosurg.*, Vol. 15, pp. 132-146, 1984.

Hesse S., *et al.*: Stellenwert der funktionellen Elektrostimulation bei Patienten mit Querschnittlaehmung, *Nervenarzt*, Vol. 69, pp. 300-305, 1998.

Hooker SP., *et al.*: Physiologic Effects of Electrical Stimulation Leg Exercise Training in Spinal Cord Injured Persons, *Arch Phys Med Rehabil*, Vol. 73, pp. 470-476, 1992.

Kralj A., T. Bajd: Functional Electrical Stimulation for Standing and Walking After Spinal Cord Injury, CRC Press Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, Florida, 1989.

Kralj A., *et al.*: Gait Restoration and Balance Control in Spinal Cord Injured Patients, *Brain Res*, Vol. 97, pp. 387-396, 1993.

Turk R., *et al.*: The Alteration of Paraplegic Patients Muscle Properties due to Electrical Stimulation Exercising, *Paraplegia*, Vol. 18, pp. 386-391, 1980.

Yarkony GM., *et al.*: Functional Neuromuscular Stimulation for Standing after Spinal Cord Injury, *Arch Phys Med Rehabil*, Vol. 71, pp. 201-206, 1990.

Prodotto da:

Istituto Jožef Stefan

Jamova 39

SI-1000 Ljubljana

Slovenia

tel.: +386 1 477 39 00

+386 1 477 37 37

Rappresentante ufficiale:



email: [stimulatorji@ijs.si](mailto:stimulatorji@ijs.si)