



**Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija**

# **STIMULATOR ALT-2**

**NAVODILO ZA UPORABO**

**IJS, 2004**

# Vsebina

1 Opis.....	3
1.1 Namen uporabe.....	4
1.2 Indikacije.....	5
2 Navodila za paciente.....	6
2.1 Priprava elektrod.....	6
2.1.1 Elektrode za namakanje z vodo.....	6
2.1.2 Samolepilne elektrode.....	6
2.2 Postavitev elektrod in stimulatorja.....	6
2.3 Nadzor intenzivnosti stimulacije.....	7
2.3.1 Impulzi.....	8
2.4 Načini delovanja.....	9
2.5 Varnostni ukrepi.....	10
2.6 Vzdrževanje stimulatorja.....	10
2.7 Postopek preverjanja delovanja stimulatorja ALT-2.....	11
2.7.1 Hitro preverjanje.....	11
2.7.2 Tehnično preverjanje.....	11
2.8 Zamenjava baterij / akumulatorskih baterij.....	11
2.9 Možno nepravilno delovanje in pomoč.....	13
3 Navodila za terapevta.....	14
3.1 Iskanje optimalnega položaja stimulacijskih elektrod.....	14
3.2 Krepitev mišic.....	15
3.3 Vstajanje.....	16
3.4 Stoja.....	17
3.5 Dnevne aktivnosti.....	17
3.6 Hoja.....	18
3.7 Opombe.....	19
4 Tehnične karakteristike.....	20
5 Simboli.....	21
6 Literatura.....	22



# Navodilo za uporabo dvokanalnega stimulatorja ALT-2

## 1 Opis

Izmenični (alternirajoči) stimulator ALT-2 je naprava za električno živčno-mišično stimulacijo z visokotokovnim izhodom. Razvili in oblikovali smo ga za krepitev atrofiranih paraliziranih mišic in za vstajanje iz sedečega položaja, stojo ter enostavno hojo pacientov s poškodbo hrbtenjače (SCI). Stimulator uporabljamo kot dodatek v terapevtskem programu ali kot ortotski pripomoček za vsakodnevno uporabo doma.



Slika 1: Komplet stimulatorja ALT-2 z elektrodami za namakanje z vodo, elektrodnimi kabli in ročno tipko.

Komplet dveh stimulatorjev ALT-2 potrebujemo za stanje in hojo paraplegika. Stimulator ALT-2 lahko uporabljamo tudi za krepitev mišic in korekcijo hoje pri paraparetičnih in tetraparetičnih osebah. Pri teh pacientih je ena noga pogosto znatno šibkejša glede na drugo, zato je lahko en stimulator dovolj za željeno funkcijo oziroma delovanje. Stimulator moremo uporabiti tudi za učenje gibov po dolgih obdobjih imobilizacije ekstremitete, pri atrofijah zaradi mirovanja in v postoperativnih pogojih. Uporaben je lahko tudi za ekstremno treniranje mišic atletov.



## **Stimulator ALT-2 je na voljo v treh različnih garniturah:**

ALT-2 Model 2000: profesionalna garnitura, ki vsebuje:

- 2 stimulatorja ALT-2,
- 4 komplete elektrod za namakanje ali 3 paketke samolepilnih elektrod,
- 4 ročne tipke,
- 4 elektrodne kable,
- 6 spojnih elastičnih trakov (samo pri elektrodah za namakanje),
- 4 akumulatorske baterije (velikost AA),
- 1 polnilnik akumulatorskih baterij,
- 1 shranjevalni kovček,
- 1 navodilo za uporabo.

ALT-2 Model 1000: osebna garnitura, ki vsebuje:

- 2 stimulatorja ALT-2,
- 4 komplete elektrod za namakanje ali 3 paketke samolepilnih elektrod,
- 4 ročne tipke,
- 4 elektrodne kable,
- 6 elastičnih trakov (samo pri elektrodah za namakanje),
- 4 akumulatorske baterije (velikost AA),
- 1 polnilnik akumulatorskih baterij,
- 1 navodilo za uporabo.

ALT-2 Model 500: enojna osebna garnitura, ki vsebuje:

- 1 stimulator ALT-2,
- 2 kompleta elektrod za namakanje ali 2 paketka samolepilnih elektrod,
- 2 ročni tipki,
- 2 elektrodna kabla,
- 3 elastične trakove (samo pri elektrodah za namakanje),
- 2 akumulatorski bateriji (velikost AA),
- 1 polnilnik akumulatorskih baterij,
- 1 navodilo za uporabo.

### **1.1 Namen uporabe**

Atrofija skeletne mišice se pojavi, kadarkoli je mišica denervirana, to je kadar motorični aksoni mišice degenerirajo. Atrofija se pojavi tudi takrat, ko centralni živčni sistem (CŽS) ni več sposoben aktiviranja motoričnih nevronov, kar se zgodi po poškodbi CŽS, na primer poškodbi hrbtenjače. V nasprotju z absolutno denervacijo, povezano s poškodbo perifernega živčnega sistema oziroma živca, si lahko pri mišični atrofiji in izgubi moči kot posledici funkcionalne denervacije zaradi okvar CŽS pomagamo s stimulatorjem ALT-2. Električna stimulacija je pri kompletnih lezijah edina metoda za aktivacijo paraliziranih mišic in na ta način preprečevanje njihove atrofije ter drugih simptomov povezanih z neuporabo mišic (na primer skrčenje, osteoporoza, problematika obtoka krvi). Takšne dovolj močne kontrakcije mišic lahko uporabimo za funkcionalno gibanje ali za podporo telesu.



Pacienti - popolni SCI lahko z uporabo tega principa skupaj s stimulatorjem ALT-2 dosežejo aktivno in relativno lahko vertikalizacijo ali celo enostavno hojo.

Atrofija mišic zaradi neaktivnosti se pojavi po daljših obdobjih imobilizacije udov ali sklepov pri ortopedskih pacientih. Delne lezije živcev se pojavijo po kirurških operacijah (na primer popolna zamenjava kolka, osteosinteza). V takšnih primerih je električna stimulacija najprimernejše orodje za pacienta za izboljšanje sile kontrakcije in povečevanje vzdržljivosti prizadete mišice. Električna stimulacija je tudi primerna za krepitev mišic, kadar je dovoljena le majhna ali nobena obremenitev kosti.

## 1.2 Indikacije

Stimulator ALT-2 uporabljamo pri pacientih z delno ali popolno poškodbo hrbtenjače in posledično spastično parezo. Delne ali popolne periferne denervacije določenih mišic se lahko pojavijo zaradi narave poškodbe in posledičnih kirurških posegov. Delna denervacija stimuliranih mišic je sprejemljiva za uporabo stimulatorja ALT-2 za stojo ali hojo, ko stimulirana mišica zmore generirati zadosten mišični navor. Med pacienti SCI s popolno poškodbo hrbtenjače so v splošnem pacienti z lezijo med C6 in Th10 možni kandidati za program stoje in hoje. Vendar so te omejitve le smernice. Vsak pacient mora biti podrobno ocenjen pred uvedbo programa.

### Tipične indikacije:

- pacienti z unilateralno ali bilateralno spastično paralizo spodnjih ekstremitet z nepoškodovanimi perifernimi motonevroni;
- pacienti z unilateralno ali bilateralno paralizo, kombinirano z delno denervacijo mišic;
- pacienti ortopedske rehabilitacije po mišično-skeletni travmi ali kirurgiji, ki imajo šibke ali atrofirane mišice zaradi neaktivnosti.

**POMEMBNO! Ohranjeni vzdražljivost vlaken motoričnega živca, živčno-mišični prenos (vsaj delno) in skrčljivost stimulirane mišice so nujni za uporabo stimulacije.**

### Stimulator ALT-2 uporabljamo ob naslednjih pogojih:

- zadovoljivo fizično stanje pacienta,
- kompenzirani kardiovaskularni sistem,
- nepoškodovana koža na mestu stimulacije,
- ohranjene lastnosti krčenja stimuliranih mišic,
- brez močne spastičnosti,
- brez kontraktur in drugih deformacij lokomotorne aparata,
- motivacija in sodelovanje pacienta.

### Za ortotsko uporabo je tudi potrebno:

- zadovoljiva električna vzdražljivost perifernih živcev in mišic,
- mobilnost pacienta brez pripomočkov ali z njimi (berglje, podpora druge osebe, in podobno),
- ustrezen vid,
- zmožnost pacienta za samostojno rokovanje s stimulatorjem, nadzor delovanja in vzdrževanje stimulatorja.

**Posebni premisleki:**

- osteoporoza,
- hudo omejena vzdržljivost mišic,
- težka spastičnost,
- že prej prisotni zdravstveni problemi kot na primer srčna bolezen ali epilepsija.

## 2 Navodila za paciente

### 2.1 Priprava elektrod

#### 2.1.1 Elektrode za namakanje z vodo

Elektrode namočimo z navadno vodo pred uporabo s stimulatorjem. Ne uporabljamo destilirane vode ali deževnice. Nove ali zelo suhe elektrode namočimo v vodo za nekaj minut.

#### 2.1.2 Samolepilne elektrode

Upoštevamo navodilo za uporabo na paketku elektrod.

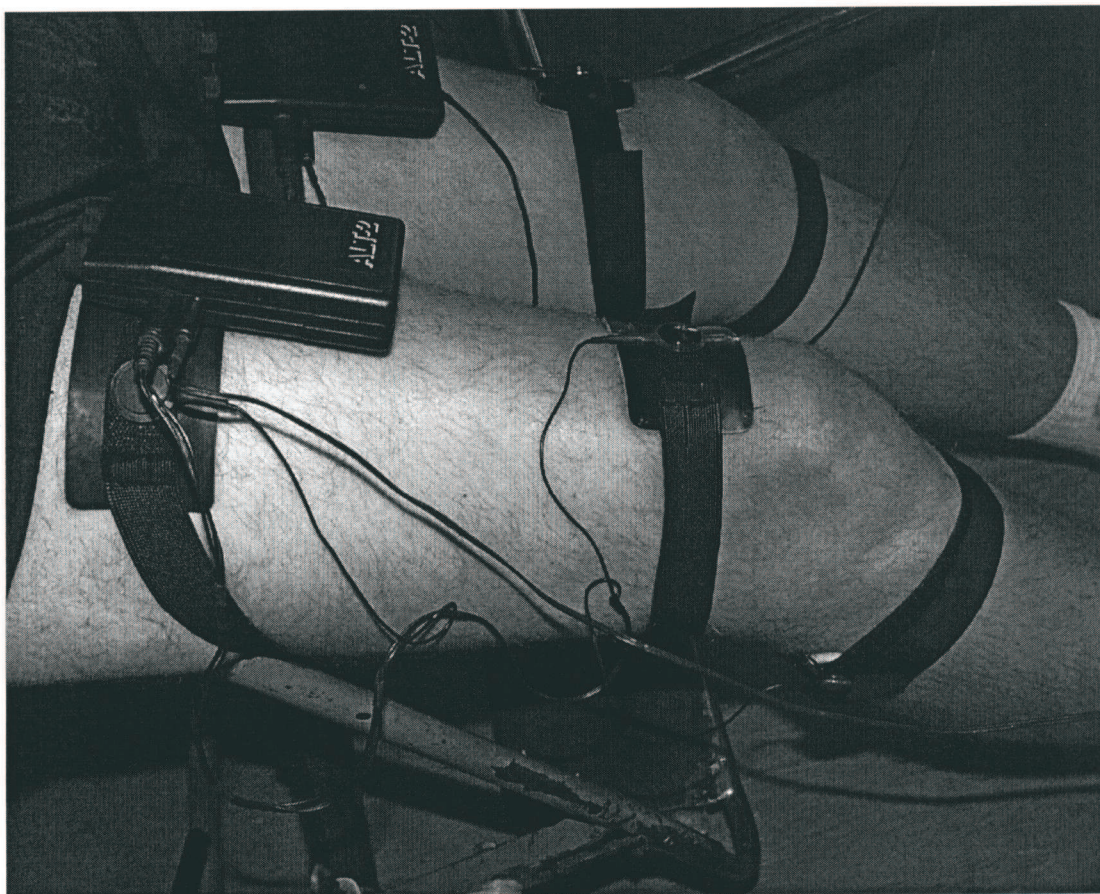
### 2.2 Postavitev elektrod in stimulatorja

Ustrezno velike elektrode pritrdimo na mesta, ki jih določi fizioterapevt. Samolepilne elektrode moramo pritisniti trdno na kožo. Dodatna pritrditev ni potrebna. Elektrode za namakanje z vodo pa moramo pritrditi z elastičnimi trakovi.

Stimulator pritrdimo enostavno na enega od elastičnih trakov s priponko na hrbtne strani stimulatorja.

Elektrodni kabel priključimo na stimulator pri obeh gumbih za nastavitev intenzivnosti postavljenih na "OFF". Vtičnica je označena s simbolom **ELECTRODE** na ohišju stimulatorja. Elektrodne konektorje na elektrodnem kablu spojimo na elektrode.





Slika 2: Položaj elektrod vzdolž mišic ekstenzorjev kolena in na peronealnem živcu.

### **2.3 Nadzor intenzivnosti stimulacije**

Stimulator ALT-2 se vključi z obračanjem gumba za intenzivnost v smeri urinih kazalcev iz pozicije "OFF" v "ON" oziroma še naprej. Številčne oznake kažejo del polnega območja (180mA) in ne amplitude stimulacijskega toka. Povečevanje številke sorazmerno povečuje intenzivnost stimulacije. Črta čez rumeni indikator poleg gumba označuje pozicijo gumba. Svetlost indikatorja se spreminja sorazmerno s stimulacijskim tokom skozi elektrode.





Slika 3: Stimulator ALT-2 z gumboma za nastavitev intenzivnosti stimulacije in vtičnicama za elektrodni konektor (ELECTRODE) in konektorjem ročne tipke (SWITCH).

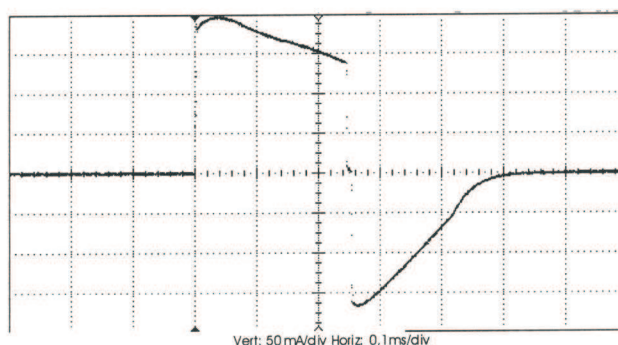
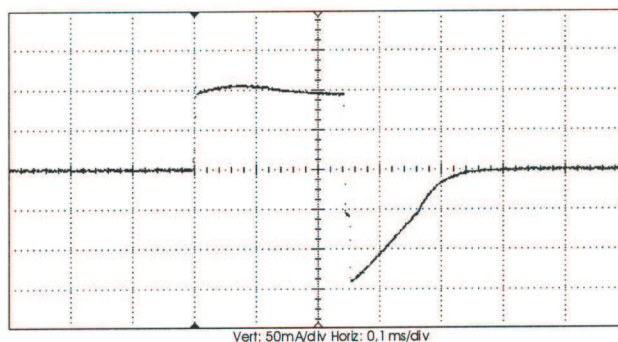
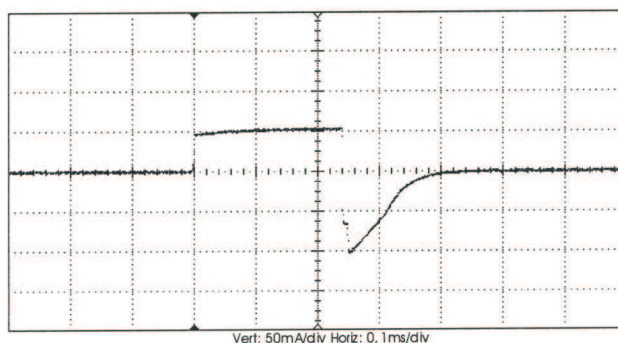
Naslednji postopek določa ustrezno intenzivnost stimulacije. Elektrodni kabel spojimo na elektrode in stimulator pri izklopljenem stimulatorju. Ročna tipka je izključena. Po vklopu stimulatorja vključimo ročno tipko v stimulator. Tipko sprostimo. Kanal 1 tako omogoča neprekinjeno stimulacijo. Opazujemo krčenje mišic pri postopnem povečevanju intenzivnosti (gumb kanala 1 obračamo v desno). Ko dosežemo ustrezno krčenje, si zapomnimo položaj gumba in intenzivnost (popolnoma) zmanjšamo na 0. Intenzivnost kanala 2 nastavimo po enakem postopku, le da neprekinjeno pritiskamo na ročno tipko, kar pomeni konstantno stimulacijo na kanalu 2.

**Opozorilo! Stimulator ALT-2 je naprava z visokotokovnim izhodom, zato moramo biti zelo previdni ob povečevanju intenzivnosti stimulacije pri pacientih z ohranjeno senzoriko.**

### 2.3.1 Impulzi

Stimulator ALT-2 generira pravokotne, nabojsko uravnovežene, asimetrične, bifazne stimulacijske impulze s konstantnim tokom. Slika 4 prikazuje obliko treh stimulacijskih impulzov različnih intenzivnosti oziroma amplitud, ki so bili posneti na nadomestnem bremenu z impedanco okoli 1 k $\Omega$ . Povprečne vrednosti pozitivnega dela impulza so 50 mA, 100 mA in 180 mA. Maksimalne efektivne vrednosti (R.M.S.) stimulacijskih impulzov so 9.9 V oziroma 8 mA.





Slika 4: Oblike stimulacijskih impulzov (tokov) pri treh različnih intenzivnostih (50 mA, 100 mA and 180 mA).

## 2.4 Načini delovanja

Stimulator ALT-2 ima dva načina delovanja: izmenični in ročno krmiljeni. Izmenični način delovanja izberemo, ko ne priključimo ročne tipke na stimulator. V tem primeru deluje stimulator izmenično (alternirajoče) po 4 sekunde na vsakem kanalu, intermitentno. Ta način je namenjen programu krepite mišic.

Ročno krmiljeni način delovanja izberemo, ko priključimo ročno tipko na stimulator. Simbol **SWITCH** na ohišju stimulatorja označuje vtičnico, kamor se priključi konektor ročne tipke. Če se priključi ročno tipko na stimulator, ko je stimulator že vključen, se izmenični način delovanja prekine in začne se ročno krmiljeni način

delovanja. Ko je ročna tipka sproščena, stimulacija deluje neprekinjeno na kanalu 1 in na kanalu 2 ni stimulacije. Ko je ročna tipka pritisnjena, stimulacija deluje neprekinjeno na kanalu 2 in na kanalu 1 ni stimulacije. Ta način delovanja omogoča pacientu ali terapevtu ročno krmiljenje delovanja stimulatorja (na primer pri hoji).

Dodatna lastnost (tako imenovana funkcija "klik"), ki je implementirana v stimulator ALT-2, omogoča lažji manever vstajanja. Kadar vklopimo stimulator z že priključeno ročno tipko, ni nobenega izhodnega signala na stimulacijskih kanalih. To pacientu omogoča nastavitve že prej definiranih intenzivnosti stimulacije brez dejanskega izvajanja krčenja mišic. Tako se lahko postavi v najbolj ugodno pozicijo za vstajanje. Ko je pripravljen, klik na tipko (dejansko sprostitvev tipke) sproži stimulacijo na kanalu 1. Potem deluje ročno krmiljenje stimulatorja tako, kot je že bilo opisano v tem poglavju.

## 2.5 Varnostni ukrepi

- Stimulator ALT-2 je skonstruiran za uporabo s specifičnimi elektrodami. Če uporabljamo druge tipe elektrod, ali če so elektrode preveč suhe, potem obstaja nevarnost pojava kožnih opeklin. V takšnem primeru prekinimo stimulacijo in se posvetujemo s terapevtom.
- Stimulator mora biti izključen pred pritrditvijo ali odstranitvijo elektrod. Intenzivnost povečujte postopoma.
- Ne uporabljajte elektrod čez odprto rano, rez ali katero drugo lezijo kože.
- Nikoli ne postavljajte elektrode na prsni koš ali vrat.
- Istočasna priključitev pacienta na visokofrekvenčno kirurško opremo lahko pripelje do opeklin na mestu stimulacijskih elektrod in možnih poškodb stimulatorja.
- Delovanje v neposredni bližini (na primer 1m) kratkovalovne ali mikrovalovne terapevtske opreme lahko povzroči nestabilnost izhoda stimulatorja.
- Napravo shranjujte izven dosega otrok.
- Ne uporabljajte potencialne nevarne stroje in ne vozite avtomobil med uporabo stimulatorja.
- Nikoli ne uporabljajte stimulatorja v eksplozivni atmosferi.

## 2.6 Vzdrževanje stimulatorja

Stimulatorjevo ohišje lahko čistimo z vlažno krpo in z vodno raztopino nežnega detergenta. Naprave ne potapljam v vodo, saj to poškoduje elektronske komponente.

Kdaj pa kdaj očistite elektrode za namakanje z vodo (brez kabla) z nežnim detergentom in vodo. Ko postanejo nepopravljivo umazane ali poškodovane, jih zamenjajte. Elektrode trajajo približno 2 meseca ob dnevni uporabi. Po uporabi vedno posušite elektrode za namakanje z vodo.

Samolepilne elektrode vzdržujte po navodilih proizvajalca, ki so na elektrodnih paketkih.



Garancija ne velja za baterije, kable, petna stikala in elektrode, ki se vsi izrabljajo zaradi vsakodnevnih uporabe.

Življenjska doba stimulatorja ALT-2 je 7 let s primernim vzdrževanjem.

## **2.7 Postopek preverjanja delovanja stimulatorja ALT-2**

Dva različna postopka sta na razpolago za preverjanje delovanja stimulatorja ALT-2 :

- hitro preverjanje, zasnovano na opazovanju svetlobnih indikatorjev in krčenja mišic, ki ga lahko izvaja pacient ali fizioterapevt;
- tehnično preverjanje, ki ga lahko izvaja elektrotehnik, potrebuje pa nekaj dodatne merilne opreme.

### **2.7.1 Hitro preverjanje**

Hitro preverjanje lahko izvedemo z uporabo elektrod na običajnih mestih, s priključitvijo elektrodnih kablov na stimulator, brez priključene ročne tipke. Stimulator naj bi deloval v izmeničnem načinu, kar pomeni 4 sekunde stimulacije na kanalu 1 in potem 4 sekunde stimulacije na kanalu 2, izmenično. Opazujemo krčenje mišic ob povečevanju intenzivnosti. Svetlobni indikator poleg gumba za nastavitev intenzivnosti mora svetiti med stimulacijo, kar nakazuje električni tok skozi elektrode. Ročno tipko priključimo brez izklopa stimulatorja. Pritiskanje in sprostitvev tipke bi moralo preklapljati stimulacijo med kanali. Če se delovanje stimulatorja ne ujema s to proceduro, potem pogledajte poglavje 2.9. Če še vedno ne najdemo rešitve, potem mora stimulator pregledati in preveriti pooblaščen oseba.

### **2.7.2 Tehnično preverjanje**

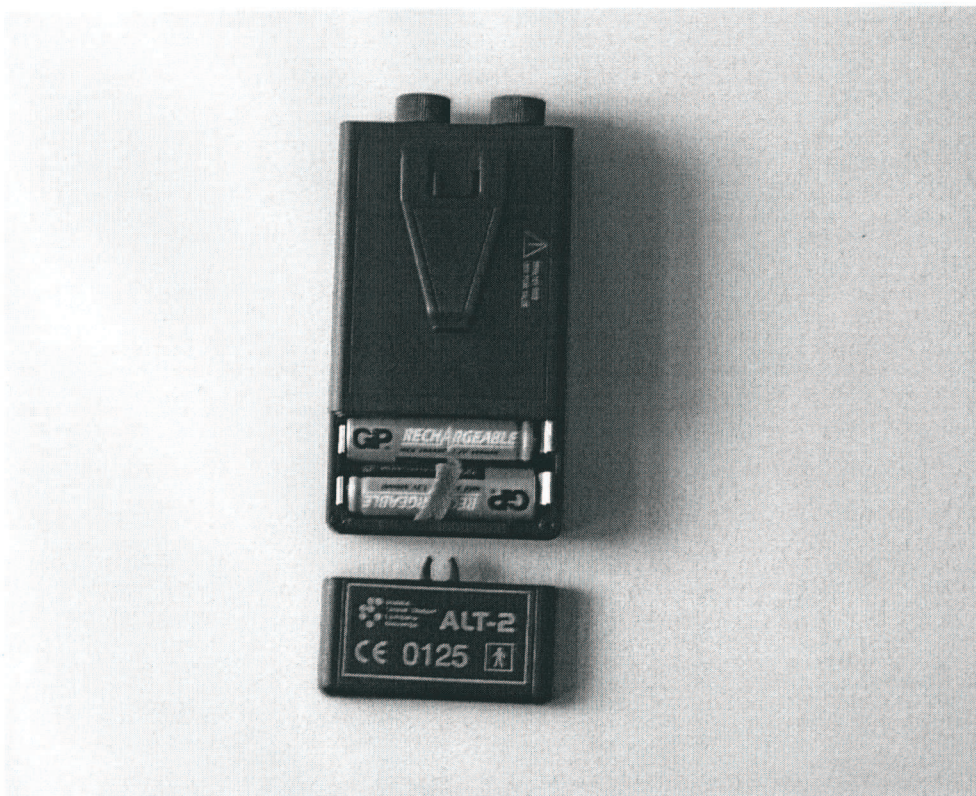
Tehnično preverjanje mora opraviti kvalificirana oseba. Potrebujemo dvokanalni osciloskop in dva umetna (nadomestna) bremena (električna impedanca okoli 1 k $\Omega$ ). Električno napetost moramo meriti na vsakemu uporu z osciloskopom. Nove baterije uporabimo za preizkus. Po enakem postopku, kot je v poglavju 2.7.1, opazujemo stimulacijske impulze na zaslonu osciloskopa. Oblika impulzov mora ustrezati prikazanim na sliki 4. Trajanje impulzov in frekvenca morajo ustrezati tehničnim karakteristikam, ki so navedene v poglavju 4. V primeru neustreznosti ali napačnega delovanja kontaktiramo pooblaščen osebno za dodatno preverjanje in morebitno popravilo.

Tok puščanja merimo po standardu EN60601-1 clause 19. Temperatura ambienta mora biti med 21 in 25°C brez vlage.

## **2.8 Zamenjava baterij / akumulatorskih baterij**

Dve 1.5V LR-6 (velikost AA) bateriji potrebujemo za delovanje stimulatorja ALT-2. Uporabimo lahko tudi polnilne akumulatorske baterije 1,24V enake velikosti. Pokrov prostora za baterije je na dnu zadnje strani stimulatorja. Vedno zamenjajte obe bateriji z novimi.





Slika 5: Stimulator ALT-2 z odprtim prostorom za baterije, kjer je vidna pravilna pozicija baterij.

Oba gumba za nastavitev intenzivnosti obrnemo v položaj "off". Odstranimo pokrov prostora za baterije. Odstranimo stare baterije. Vstavimo nov par baterij, ki morata biti orientirani glede na polariteto, prikazano na dnu prostora za baterije.

Puščanje stare baterije lahko poškoduje kontakte. Izrabljeno baterijo moramo takoj odstraniti iz prostora za baterije. Baterije odstranimo tudi, kadar stimulator ne uporabljamo več kot en teden.

Stimulator ne bo deloval iz varnostnih razlogov, če odstranimo in ponovno vstavimo baterije pri vklopljenem stimulatorju. Stimulator moramo izklopiti in ponovno vklopiti za povrnitev v normalno delovanje stimulatorja.

Rdeči indikator na sprednji strani stimulatorja prikazuje stanje stimulatorja (vklopljen, izklopljen) in stanje baterij. Ko se baterije izpraznijo do kritičnega nivoja, rdeč indikator začne utripati. Dodatno se vklopi še zvočni alarm. Funkcija tega alarma je opozorilo uporabniku, da ima na razpolago še okoli 10 minut varnega delovanja stimulatorja. To daje dovolj časa osebi, ki stoji ali hodi, za povrnitev v varno pozicijo in se tako izogne možni zgruditvi zaradi nenadnega padca intenzivnosti stimulacije.



## **2.9 Možno nepravilno delovanje in pomoč**

### **Ni stimulacije**

Vzrok:

- ni baterij ali so izpraznjene;
- potrebno je izvesti funkcijo "klik";
- odključene stimulacijske elektrode;
- vstavljene baterije pri vklopljenem stimulatorju.

Ukrep:

- vstavite nove baterije;
- pritisnite in sprostite ročno tipko;
- priključite stimulacijske elektrode;
- izklopite in ponovno vklopite stimulator.

### **Slaba stimulacija kljub nastavitvi na maksimum**

Vzrok:

- izrabljene baterije;
- preveč suhe elektrode;
- samolepilne elektrode niso dobro pritrjene;
- neprimerna pozicija elektrod.

Ukrep:

- vstavite nove baterije;
- omočite elektrode z vodo;
- odstranite samolepilne elektrode in uporabite nove;
- premaknite elektrode.

### **Neprijetni občutki preden dosežemo funkcionalno gibanje**

Vzrok:

- preveč suhe elektrode;
- samolepilne elektrode niso dobro pritrjene;
- neprimerna pozicija elektrod;
- razdražena ali poškodovana koža.

Ukrep:

- omočite elektrode z vodo;
- odstranite samolepilne elektrode in uporabite nove;
- premaknite elektrode;
- prekinite stimulacijo in se posvetujte s terapevtom.

### **Maksimalna stimulacija pri najnižji možni nastavitvi gumba intenzivnosti**

Vzrok: pokvarjen stimulator.

Ukrep: stimulator dajte popraviti.

### **Prijava okvar**

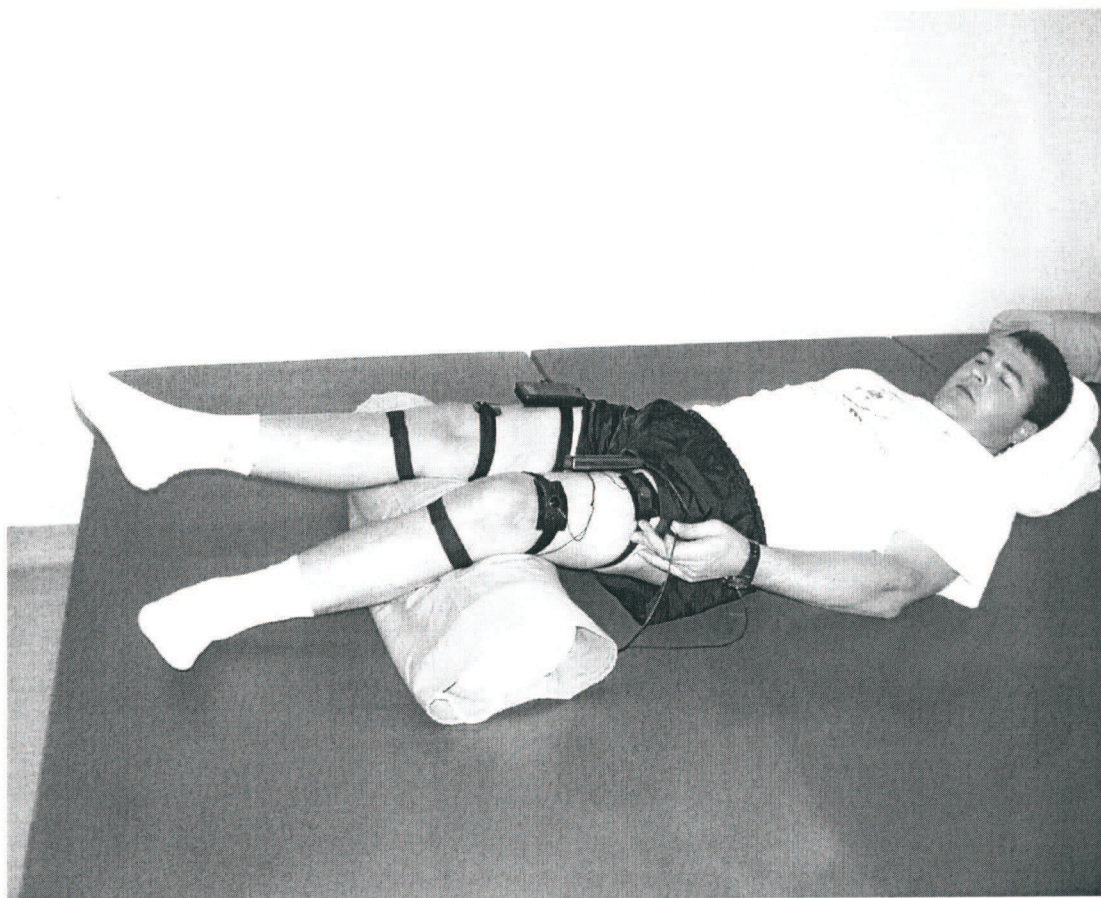
Če ste upoštevali vsa zgornja navodila, pa stimulator še vedno ne deluje pravilno: ne popravljajte sami stimulatorja. Popravila lahko opravi samo pooblaščen oseba. V primeru nepravilnega delovanja se povežite z dobaviteljem.

### 3 Navodila za terapevta

#### 3.1 Iskanje optimalnega položaja stimulacijskih elektrod

Elektrode pred pritrditvijo dobro namočimo z vodo iz pipe. Namočimo jih spet po več kot 3 urni uporabi.

Velike pravokotne elektrode so namenjene električni stimulaciji mišic ekstenzorjev kolena. Spodnjo pravokotno elektrodo (črn konektor) postavimo tik nad kolenom in zgornjo elektrodo (rdeč konektor) na zgornjo tretjino mišic ekstenzorjev kolena glede na velikost odziva mišic. Elektrode za namakanje z vodo pritrdimo z elastičnimi trakovi Velcro.



Slika 6: Paraplegik med programom vaj leže.

Majhna okrogla elektroda je namenjena stimulaciji peronealnega živca za doseganje fleksije gležnja in refleksne fleksije kolena in kolka. Pritrdite elektrodo nad peronealni živec med fossa poplitea in glavo fibule. Spreminjajte položaj elektrode za najboljše funkcionalno gibanje. Primerni položaj okrogle elektrode naj določi fizioterapevt. Peronealni živec lahko stimuliramo, če je tudi spodnja velika pravokotna elektroda (črn konektor) pritrjena na nogo.



Alternirajoči dvokanalni stimulator ALT-2 lahko uporabimo tudi za krepitev drugih mišičnih skupin spodnjih in zgornjih ekstremitet. Najprej moramo določiti pravilen položaj elektrod vzdolž mišic. Uporabiti moramo pravilno velikost elektrod. Manjše elektrode so namenjene stimulaciji manjših mišic in večje elektrode so namenjene stimulaciji večjih mišic ali mišičnih skupin.

### 3.2 Krepitev mišic

Program krepitev mišic za mišice ekstenzorje kolena ponavadi poteka s pacientom, ležečem na hrbtu. Položite blazino pod kolena, da so noge rahlo skrčene. Pritrdite elektrode in jih spojite na stimulator.



Slika 7: Paraplegik med programom vaj sede.

Uporabite samo dve veliki pravokotni elektrodi (kanal 1) za program krepitev mišic. Priključite elektrodni kabel na stimulator samo takrat, ko so elektrode pritrjene na mišice. Ne priključujte kabla ročne tipke. Dobite ciklični način delovanja stimulatorja ALT-2 s ponavljanjem vlaka stimulacijskih impulzov 4 sekunde in premora 4 sekunde. Zagotovite, da sta oba stimulacijska kanala izključena (oba gumba za nastavitve intenzivnosti sta v skrajno levem položaju) pred priključitvijo elektrodnega kabla. Vključite stimulator z obračanjem gumba "1" v desno in počasi povečujte intenzivnost stimulacije, dokler se ne pojavi mišična kontrakcija, ki ji sledi ekstenzija kolena. Kompletno ekstenzijo kolena ne moremo dosežati v začetku pri zelo šibkih



mišicah celo pri maksimalni intenzivnosti stimulacije. Vsekakor pa potrebujemo vidno in precej močno kontrakcijo.

Treniranje mišic ne sme presegati pol ure na dan v prvem tednu. Povečujte intenzivnost stimulacije med krepitvijo mišic, če se zmanjšuje krčenje mišic ali obseg gibanja. Povečujte trajanje treninga za pol ure vsak teden, dokler program krepitve ne doseže minimum dve uri. Program lahko razdelimo v dva dela, na primer eno uro stimulacije zjutraj in drugo uro popoldan. Pacient lahko bere ali opravlja druge aktivnosti med trajanjem stimulacije. Program krepitve se lahko izvaja tudi sede v invalidskem vozičku.

Krepitev mišic z električno stimulacijo je posebej priporočljivo za paraplegike in tetraplegike: vzdrževanje kontrakcij ne krepí samo mišic, temveč tudi zmanjšuje njihovo utrujanje, povečuje cirkulacijo krvi, preprečuje nastajanje preležanin, preprečuje ali zmanjšuje kontrakture in spastičnost.

Na koncu dnevnega programa krepitve mišic najprej izklopite stimulator. Odključite elektrodni kabel, tako da izvlečete vtikač. Šele potem odstranite elektrode.

### **3.3 Vstajanje**

Stimulator ALT-2 lahko običajno uporabimo za funkcionalno vstajanje paraplegikov, medtem ko stojo in hojo lahko izvajamo po krepitvi atrofiranih paraliziranih mišic. Začetna krepitev redkokdaj ni potrebna samo pri osebah z dovolj močno spastičnostjo, ki ohranja mišično maso. Prva stimulirana aktivnost je vstajanje iz sedečega položaja. Pri nekaterih paraplegikih stimulacija ne zadošča, zato morajo uporabiti tudi zgornje okončine. Vstajanje najprej vadijo na paralelnih drogovih (bradlji) ali na podobnih stojalih ali na primernih oporah doma. Electrode pritrdimo na oba stegna, tako kot pri krepitvi mišic. Ročne tipke so pritrjene na opori blizu rok. Kabli ročnih tipk so povezani na stimulatorje. Nastavite gumb za nastavitev intenzivnosti "1" na vrednost, ki je bila ugotovljena že prej, ki povzroči krčenje mišic ustrezne sile. Ko vklopite stimulator s priključenimi ročnimi tipkami, ni stimulacije na nobenem kanalu. Stimulacija se začne po prvem kratkem pritisku na ročno tipko.

#### **Postopek**

Sedite na robu invalidskega vozička z nožnimi prsti za kolena in s trupom nagnjenim naprej. Primite se za oporo, s hitrim pritiskom na ročne tipke (samo "klik") sprožite stimulacijo in vstanite s pomočjo stimulacije. Naslednji korak je vstajanje s hoduljo ali berglo v eni roki in z oporo na trdnem kosu pohištva (na primer miza) z drugo roko. Ta pravkar opisana metoda ni edina. Stimulator lahko vklopimo in začnemo stimulacijo sede, tako dobimo ekstenzijo spodnjih ekstremitet. Vstajanje z iztegnjenimi nogami je enako vstajanju z mehanskimi opornicami. Vsedanje dosežemo s hkratnim pritiskom na obe ročni tipki in s tem končanje stimulacije na kanalu 1.





Slika 8: Paraplegik vstaja iz invalidskega vozička z dvema stimulatorjema ALT-2.

### 3.4 Stoja

Paraplegik lahko stoji pri neprekinjeni stimulaciji mišic od ene minute do nekaj ur, kar je odvisno od utrujanja in sposobnosti mišic. Drža vpliva na trajanje stoje, zato je pomembna poprejšnja fizikalna terapija za pripravo na vstajanje in stojo. Podaljšajte začetno kratko obdobje stoje do ene ure. Bodite pozorni na pravilno lego iztegnjenih nog s trupom, rahlo nagnjenim nazaj (lumbarna lordoza). Pravilna drža zmanjšuje sile v kolenih in povečuje učinkovitost električne stimulacije. Povečajte intenzivnost stimulacije, če se začnejo ekstenzorji kolena utrujati (rahlo skrčena kolena).

Stoja je za paraplegike terapevtska aktivnost, ki preprečuje slabljenje mišic, formiranje kontraktur in preležanin, povečuje cirkulacijo krvi v spodnjih ekstremitetah in stopnjuje delovanje notranjih organov (na primer redno izločanje).

### 3.5 Dnevne aktivnosti

Tipične dnevne aktivnosti, kjer potrebujemo stojo, so doseganje objektov na višjih nivojih ter premikanje iz invalidskega vozička in v invalidski voziček. Doseganje visokih objektov je na primer v knjižnici, kuhinji, supermarketu, na banki ali pošti. Vstajanje in stojo lahko tudi porabimo za zvonjenje na hišnih zvoncih, priklicovanje dvigal, prižiganje luči, odpiranje in zapiranje oken. Stimulator ALT-2 lahko učinkovito uporabljamo za premikanje iz invalidskega vozička v ozki kopalnici, ki ni oblikovana za paraplegika.





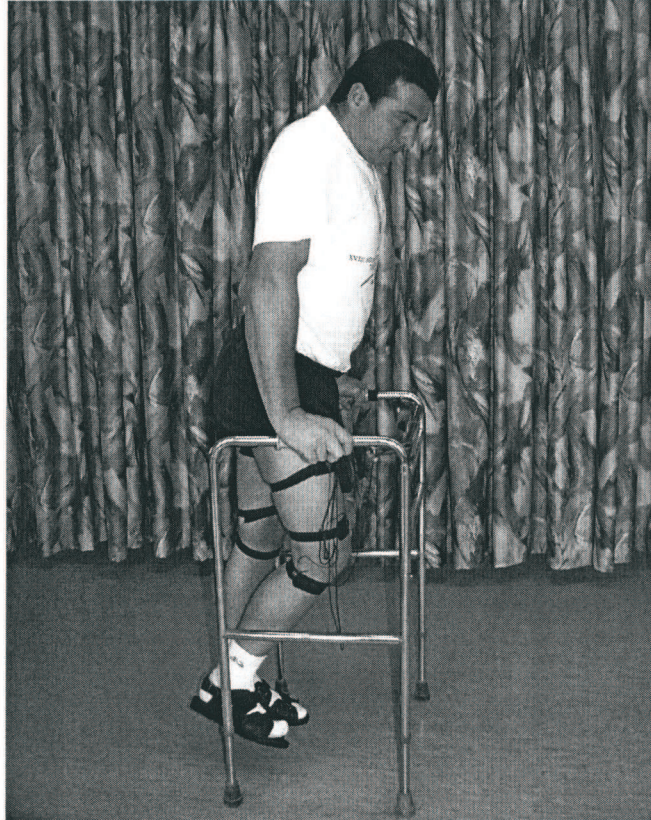
Slika 9: Paraplegik stoji z dvema stimulatorjema ALT-2.

### 3.6 Hoja

Veliko oseb (paraplegikov) lahko doseže hojo s stimulacijo po primernem treningu. Prvi koraki se morajo narediti pod nadzorom fizioterapevta, kvalificiranega za učenje stoji in hoje z električno stimulacijo. Samo na ta način lahko dosežemo pravilno hojo. Na začetku paraplegik hodi s podporo hodulje. Obe ročni tipki sta pritrjeni na ročaja. Primerno reakcijo fleksorjev doženemo s pritiskanjem na ročno tipko in s premikanjem majhne okrogle elektrode vzdolž peronealnega živca. Hoja je sestavljena iz dvojne podporne faze in faze zamaha. V podporni fazi so mišice ekstenzorji kolena stimulirane istočasno na obeh nogah. Dvigovanje noge na koncu faze podpore dosežemo s pritiskom na ročno tipko na hodulji ali bergli. Tako je stimulacija kvadricepsa prekinjena in začne se stimulacija peronealnega živca, kar izvabi reakcijo fleksorjev, torej fleksijo spodnje ekstremitete v kolku, kolenu in gležnju. Zamah traja, dokler pritiskamo na ročno tipko. Ko pa sprostimo tipko, se spet vklopi stimulacija ekstenzorjev kolena.



Ko je paraplegik sposoben zanesljive hoje s podporo hodulje, lahko začne s treningom hoje z berglami. Ročni tipki sta montirani na ročaja obeh bergel. Učenje hoje z berglami izvajamo pod nadzorom fizioterapevta.



Slika 10: Paraplegik hodi z dvema stimulatorjema ALT-2 in s hoduljo.

### 3.7 Opombe

- Elektrode morajo biti pritrjene na vnaprej določenih mestih na koži.
- Intenzivnost stimulacije moramo povečevati postopoma.
- Stimulacijo ne smemo uporabljati z elektrodami, pritrjenimi na več kot le eno samo okončino (na primer roka-roka, roka-noga, itn.).
- Stimulacijo ne smemo uporabljati čez odprto rano, vrez ali drugo poškodbo kože.

Pri vsakodnevni neprekinjeni uporabi moramo elektrode odstranjevati vsaj dnevno. Če pa se kljub tem varovalnim ukrepom pri katerem hipersenzitivnem pacientu razvije vnetje kože pod elektrodami, ga obravnavamo kot poškodbo kože. Stimulacija mora biti prekinjena v času zdravljenja ali pa elektrode uporabimo na drugem ustreznem mestu.



Slika 11: Paraplegik hodi z dvema stimulatorjema ALT-2 in berglami.

#### 4 Tehnične karakteristike

Izhodni tok na vsakem kanalu posebej	0 - 180 mA (breme okoli 1 k $\Omega$ )	nastavi pacient ali terapevt
Oblika izhoda	tokovni izhod, pravokotni, uravnoveženi, asimetrični, bifazni impulzi	glej sliko 4
Frekvenca	20 Hz	nespremenljiva
Trajanje impulza	0.25 ms	nespremenljivo
Način delovanja	ročno krmiljeni ali intermitentno 4s / 4s	
Baterije	2 x 1.5 V alkalne baterije LR-6 ali 2 x 1.24 V akumulatorske baterije NiCd oz. NiMH (opcija)	LR-6 (velikost AA)
Dimenzije	115 x 60 x 21 mm	
Teža	136 g	skupaj z baterijami



## 5 Simboli

**SWITCH** Ta simbol kaže vtičnico, kamor se priključi konektor ročne tipke.

**ELECTRODE** Ta simbol kaže vtičnico, kamor se priključi konektor elektrodnega kabla.



To je oprema tipa "B type equipment with an F type applied part (IEC 601-1 subclause 2.2.25)". Oprema tipa B zagotavlja posebno stopnjo zaščite proti električnemu udaru, še posebej glede: dovoljen tok puščanja in zanesljivost povezave zaščitne ozemljitve (IEC 601-1 subclause 2.2.24). Uporabljen del tipa F: ko je uporabljen del izoliran od vseh ostalih delov opreme do take stopnje, da pacientov tok puščanja, dovoljen v pogojih enojne napake, ni presežen, ko med uporabljen del in ozemljitev priključimo napetost, enako 1.1-kratniku najvišje nazivne napajalne napetosti (IEC 601-1 subclause 2.1.7).



Ta oprema je zmožna dati izhodne vrednosti več kot 10 mA r.m.s. ali 10 V r.m.s., povprečene skozi katerokoli periodo 5 sekund.

**CE 0125**

To je certificiran produkt z oznako CE. Ustreza direktivi Council Directive 93/42/EEC, Annex IV, Annex VII. Verifikacijo EC po aneksu IV je opravil LGA (the notified body no. 0125). Stimulator ALT-2 je izdelan po standardih: IEC 601-1:88+A1:91+A2:95 (EN 60601-1:90+A1:93+A2:95) in IEC 601-2-10:87.

## 6 Literatura

- 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., *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.

Izdellovalec:

Institut Jožef Stefan

Jamova 39

1000 Ljubljana

Slovenija

tel.: +386 1 477 3900

+386 1 477 3400

fax: +386 1 423 2209

+386 1 251 9385

Uradni zastopnik:

