

# **ESTIMULACION ELECTRICA FUNCIONAL EXPERIENCIAS EN CUBA**

---

**Dr. Julio Zamarreño Hernández**

**Centro Nacional de Rehabilitación Julio Díaz  
Ciudad Habana, Cuba**

# ESTIMULACION ELECTRICA FUNCIONAL

---

## CONCEPTO

ES LA ESTIMULACION ELECTRICA DE LOS MUSCULOS , TOTAL O PARCIALMENTE PRIVADOS DEL CONTROL NERVIOSO VOLUNTARIO, CON EL OBJETIVO DE PROVOCAR LA CONTRACCION MUSCULAR, PARA OBTENER DETERMINADAS FUNCIONES

---



# **ORTESIS**

## **PRINCIPALES OBJETIVOS**

---

- ▣ ESTABILIZACION DE UNA O MAS ARTICULACIONES**
  - ▣ PROPORCIONAR O REGULAR SOPORTE**
  - ▣ CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS ARTICULARES**
  - ▣ PREVENCIÓN O CORRECCIÓN DE DEFORMIDADES**
  - ▣ COMPENSAR FUNCIONES DE MUSCULOS Y NERVIOS**
  - ▣ REEDUCACION NEUROMUSCULAR**
-

# **FORMAS DE ADMINISTRACION DE** **LA ESTIMULACION**

---

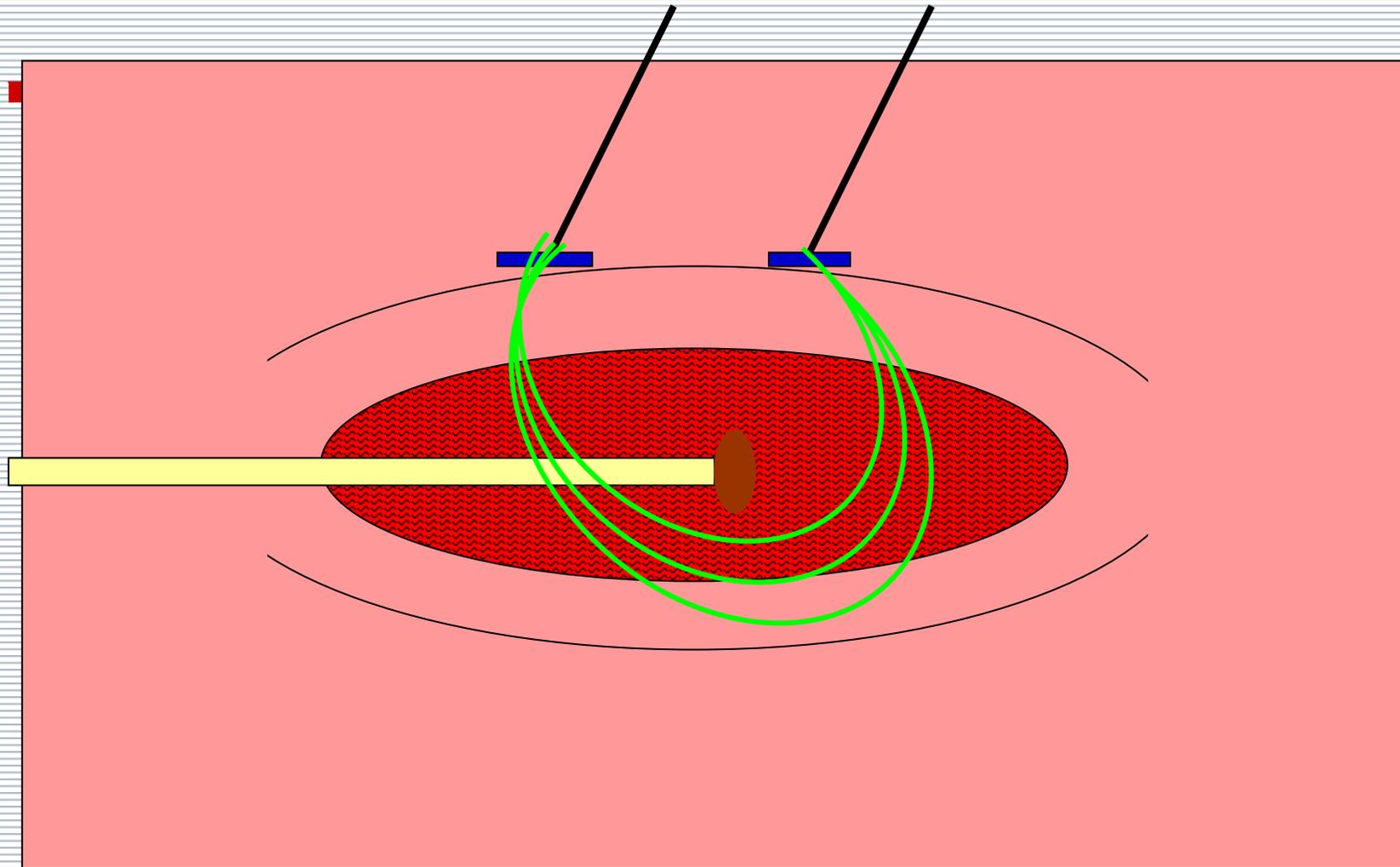
**SISTEMAS EXTERNOS NO INVASIVOS  
TOTALMENTE FUERA DEL CUERPO**

**SISTEMAS PERCUTANEOS  
ESTIMULADOR Y CONTROLES FUERA DEL CUERPO**

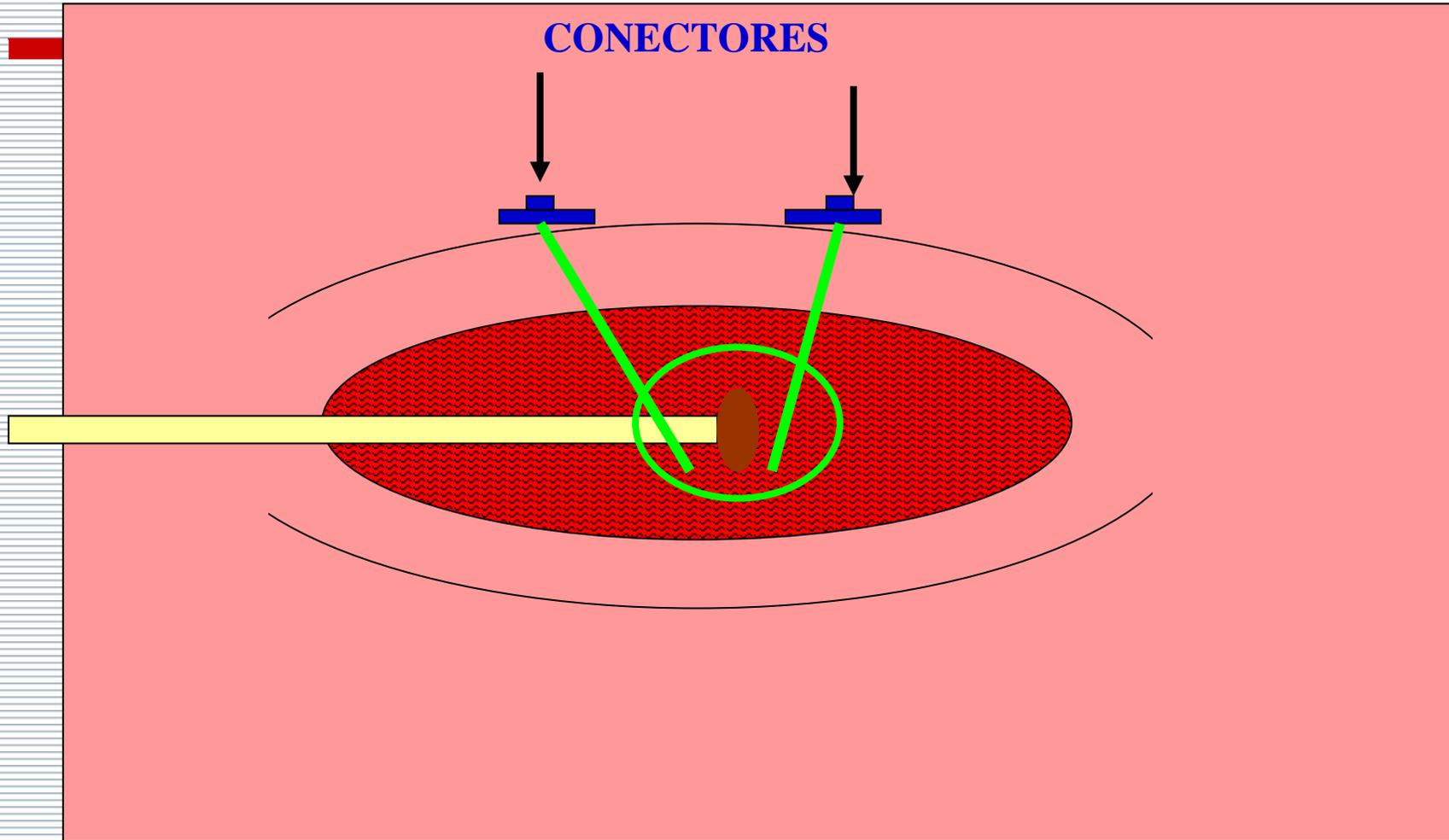
**SISTEMAS IMPLANTADOS  
ESTIMULADOR Y ELECTRODOS DENTRO DEL  
CUERPO**

---

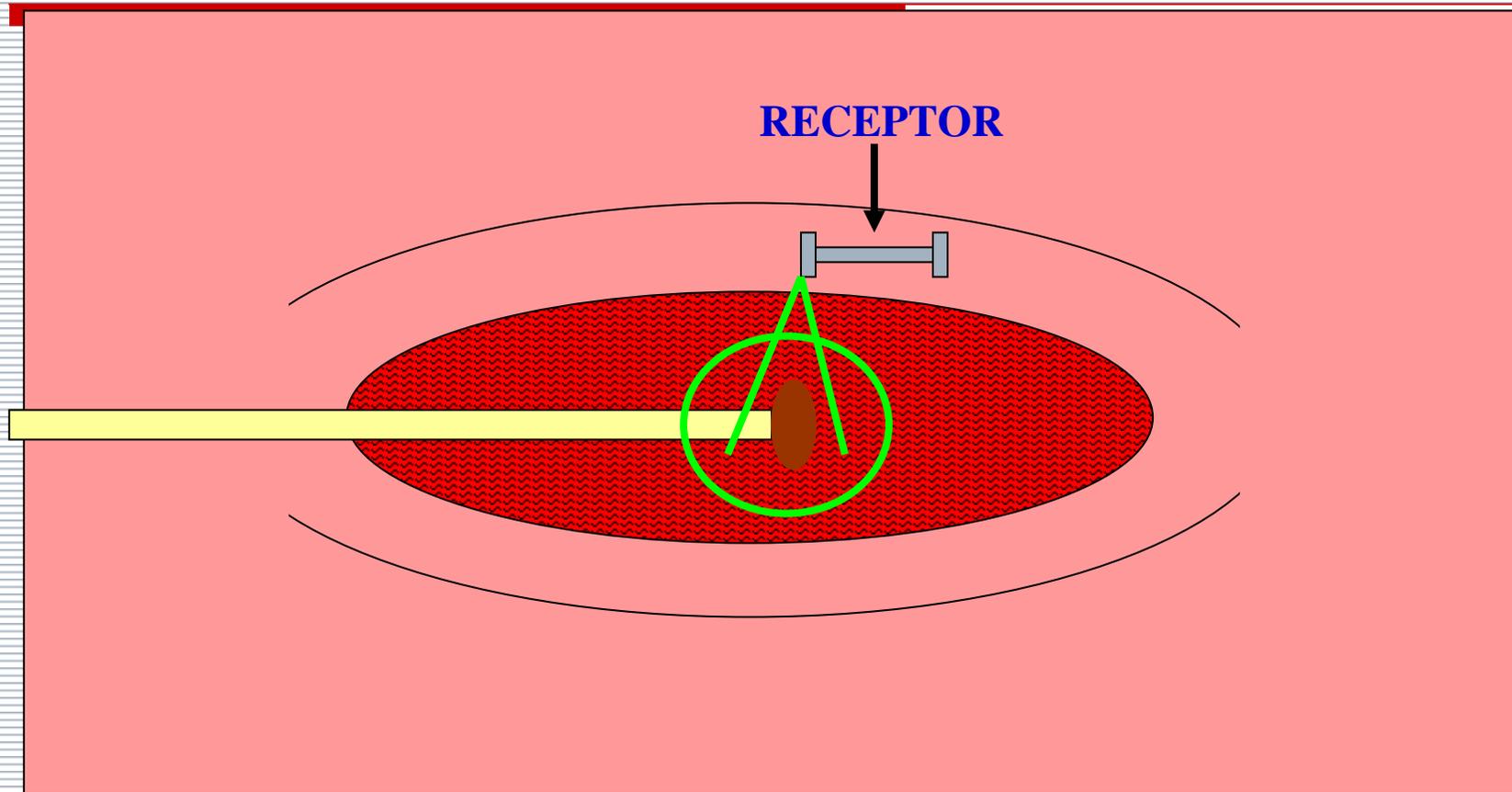
# ESTIMULACION SUPERFICIAL



# ESTIMULACION PERCUTANEA



# ESTIMULACION IMPLANTADA



# APLICACIONES CLINICAS

---

- ❑ RESTAURAR O SUSTITUIR FUNCIONES MOTORAS ALTERADAS O AUSENTES DEBIDO A LESION DEL SNC
- ❑ RECUPERAR LOS MECANISMOS NEUROFISIOLOGICOS DE LA NEURONA MOTORA SUPERIOR
- ❑ RESTAURAR LOS MECANISMOS REFLEJOS BASICOS DE LOS MOVIMIENTOS, INTEGRADOS A NIVEL MEDULAR
- ❑ EN LA REEDUCACION NEUROMUSCULAR, PARA DESARROLLAR NUEVAS FUNCIONES EN DETERMINADOS MUSCULOS O GRUPOS DE MUSCULOS

# INDICACIONES EN LESIONES DEL S.N.C.

---

- HEMIPLEJIA, PARAPLEJIA, CUADRIJIA
  - MONOPARESIA O DIPARESIA  
DE CAUSA TRAUMATICA, QUIRURGICA, TOXICO-  
QUIMICA, TUMORAL.
  - POR AFECCION DEL S.N.C. COMO LA  
ESCLEROSIS MULTIPLE, LA MIELITIS  
TRANSVERSA, LA MIELOMALACIA,  
LA PARALISIS CEREBRAL
-

# **CONTROL EXTERNO DE LA SEÑAL ELECTRICA**

---

- a) CONTROL DE LAZO ABIERTO (OPPEN-LOOP CONTROL)**
    - ENCENDIDO/APAGADO (ON/OFF CONTROL)**
    - PROPORCIONAL (PROPORTIONAL CONTROL)**
  
  - b) CONTROL DE LAZO CERRADO (CLOSED-LOOP CONTROL)**
    - MECANISMOS DE RETROALIMENTACION**
-

# **MODOS DE APLICACION**

---

- 1. ESTIMULACION MONOCANAL UNILATERAL**
    - a) CONTROL IPSILATERAL**
    - b) CONTROL CONTRALATERAL**
  - 2. ESTIMULACION MONOCANAL BILATERAL**
  - 3. ESTIMULACION BICANAL**
  - 4. ESTIMULACION MULTICANAL**
-

# PARAMETROS OPTIMOS DE LA ESTIMULACION

---

- DURACION 0,1 – 0,5 ms
  - FRECUENCIA 20 - 50 Hz
  - INTENSIDAD Variable NCS
  - GRADIENTE Variable NMS
  - FORMA DE PULSO
  - TREN DE PULSOS
-

# **OBJETIVOS DE SELECCIÓN DE LOS PARAMETROS OPTIMOS**

---

- ❑ PRODUCIR CONTRACCION MUSCULAR EFECTIVA**
  - ❑ REDUCIR SENSACION DEL DOLOR**
  - ❑ EVITAR O REDUCIR IRRITACION DE LA PIEL**
  - ❑ ALEJAR LA APARICION DE LA FATIGA MUSCULAR**
-

# **ELECTRODOS**

---

## **PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS**

- SUPERFICIALES, PERCUTANEOS, IMPLANTADOS**
  - TAMAÑO Y FORMA**
  - CONSTITUCION**
  - POLARIDAD**
  - IMPEDANCIA**
  - MEDIOS DE FIJACION Y ACOUPLE**
  - DISTANCIA INTERELECTRODOS**
  - INTERCONECCION**
  - APARIENCIA COSMETICA**
-

# **VENTAJAS DE LA E.E.F.**

---

**□ VENTAJAS ESTETICAS**

**□ VENTAJAS CLINICAS**

**□ VENTAJAS BIOMECANICAS**

---

# **VENTAJAS ESTETICAS**

---

- EL EFECTO COSMETICO EN SU FUNCION COMO ORTESIS ES SUPERIOR**
  - LA EJECUCION DE LOS MOVIMIENTOS FUNCIONALES TIENE MAYOR APROXIMACION A LA APARIENCIA NORMAL**
  - EN GENERAL, LA MAYOR PARTE DEL SISTEMA PUEDE SER DISCRETAMENTE OCULTADA POR LA ROPA CONVENCIONAL**
-

# **VENTAJAS CLINICAS**

---

- ❑ FACILITA LA FUNCION NEUROMUSCULAR**
  - ❑ MEJORA EL ESTADO CIRCULATORIO LOCAL**
  - ❑ FAVORECE EL TROFISMO MUSCULAR**
  - ❑ AUMENTA EL RENDIMIENTO CARDIOPULMONAR**
  - ❑ PREVIENE LA RETRACCION MUSCULOTENDINOSA**
  - ❑ PROFILAXIS EN LA LITIASIS Y SEPSIS UROLOGICAS**
  - ❑ ESTIMULA LA MINERALIZACION OSEA**
  - ❑ PSICOLOGICAMENTE FAVORABLE**
-

# **VENTAJAS BIOMECAICAS**

---

- ❑ INTERACTIVA CON EL CONTROL POSTURAL Y EL EQUILIBRIO**
  - ❑ PARTICIPACION ACTIVA EN LAS FUNCIONES DE BIPEDESTACION, MARCHA Y MANIPULACION DE LOS MsSs**
  - ❑ RAPIDEZ Y FACILIDAD EN LA COLOCACION Y MANIPULACION DEL SISTEMA**
  - ❑ INCREMENTO DE LA FUERZA MUSCULAR**
  - ❑ AUMENTO EN EL TIEMPO DE APARICION DE LA FATIGA MUSCULAR**
  - ❑ MEJORA LAS CARACTERISTICAS CINEMATICAS DE LA MARCHA**
-

# **LIMITACIONES**

---

- ❑ LESION DE LA NEURONA MOTORA PERIFERICA**
  - ❑ CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES CONTRACTILES DE LOS MUSCULOS**
  - ❑ RETRACCION Y DEFORMIDADES OSTEOMIOARTICULARES**
  - ❑ DIFICULTAD EN LA LOCALIZACION Y RESPUESTA MUSCULAR DE LOS PUNTOS DE ESTIMULACION MOTORA**
  - ❑ ESPASTICIDAD SEVERA EN TONO FLEXOR DOMINANTE**
  - ❑ ENFERMEDADES CARDIO RESPIRATORIAS CON RIESGO DE DESCOMPENSACION**
  - ❑ DESORDEN MENTAL SEVERO**
-

## **OTRAS LIMITACIONES**

---

- EDAD**
  - SEXO**
  - BIOTIPO**
  - PESO CORPORAL**
  - NIVEL DE LA LESION**
  - INTENSIDAD DE LA LESION**
  - AUTOESTIMA Y DISPOSICION**
  - CONDICION SOCIO ECONOMICA**
-

# CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (I)

---

## EVALUACION INICIAL

HEA, APP, EXAMEN FISICO, ESTUDIOS DE LABORATORIO E IMAGENOLOGICOS

## ETIOLOGIA DE LA LESION

TRAUMATICA, QUIRURGICA, TUMORAL, DEGENERATIVA, TOXICO-QUIMICA

## NIVEL DE LESION MEDULAR

COMPLETA (T6 – T11)

INCOMPLETA (INDIF)

---

## **CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (II)**

---

### **SISTEMA OSTEOMIOARTICULAR**

- ESPASTICIDAD LIGERA, SEVERA**
  - TONO FLEXOR DOMINANTE**
  - TONO EXTENSOR DOMINANTE**
  - TROFISMO MUSCULAR**
  - OSTEOPOROSIS**
  - OSIFICACION HECTEROTOPICA**
  - RETRACCIONES ARTICULARES**
  - DEFORMIDADES**
  - DISCREPANCIAS**
-

# **CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (III)**

---

## **SISTEMAS CARDIO - RESPIRATORIO**

- MARCAPASOS DE DEMANDA**
  - MIOCARDIOPATIAS SEVERAS**
  - HIPERTENSION ARTERIAL REFRACTARIA**
  - TROMBOFLEBITIS RECURRENTES**
  - EPOC - DISNEA**
-

# **CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (IV)**

---

## **APARATO UROGENITAL**

- INFECCIONES RECURRENTES**
- INSUFICIENCIA RENAL**

## **PIEL Y TCS**

- INTEGRIDAD, ULCERAS, HERIDAS, DERMATITIS**
  - RESISTENCIA**
  - OBESIDAD**
-

# **CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (V)**

---

## **SISTEMA NERVIOSO**

- HIPERESTESIA, HIPO – ANESTESIA**
- DISRREFLEXIA AUTONOMA**
- COORDINACION Y POSTURA**
- NEUROPATIAS**

## **OTROS CRITERIOS**

- COMPENSACION PSICOLOGICA**
  - EDAD, ESTADO FISICO**
  - AFECCIONES O ESTADOS ASOCIADOS COMO GRAVIDEZ Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS**
-

# **INSUFICIENCIAS**

---

- ❑ DEPENDENCIA PERMANENTE DEL SISTEMA**
  - ❑ RAPIDA APARICION DE LA FATIGA MUSCULAR Y CESE DE LA FUNCION**
  - ❑ RIESGO POTENCIAL DE ACCIDENTE POR CAIDAS O CAUSAS TECNICAS**
  - ❑ AUTONOMIA DE DESPLAZAMIENTO RELATIVAMENTE CORTA**
  - ❑ FRECUENTE EMPLEO DE AYUDA EXTERNA QUE OCUPA MsSs**
  - ❑ COSTO ECONOMICO IMPORTANTE**
-

# **EXPERIENCIA CUBANA**

---

- 20 AÑOS DE EMPLEO Y DESARROLLO DE LAS TECNICAS DE E E F (FES)**
  - IMPLEMENTACION, DISEÑO Y FABRICACION DE UNA FAMILIA DE EQUIPOS PARA LA E.E.F.**
  - TECNICAS ASOCIADAS A LA E E F**
  - INTRODUCCION DE AYUDAS EXTERNAS**
  - TECNICAS Y METODOS DE VALORACION**
-

# **INSTITUCIONES PARTICIPANTES**

---

- ☐ CENTRO NACIONAL DE REHABILITACION JULIO DIAZ**
  - ☐ INSTITUTO CENTRAL DE INVESTIGACION DIGITAL. ICID**
  - ☐ INSTITUTO SUPERIOR POLITECNICO JOSE ANTONIO ECHEVARRIA. ISPJAE**
  - ☐ CENTRO DE NEUROCIENCIAS DE CUBA. CENIC**
  - ☐ FACULTAD DE MATEMATICA Y COMPUTACION DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA**
  - ☐ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE MECANIZACION AGROPECUARIA. IIMA**
  - ☐ INSTITUTO SUPERIOR DE DISEÑO INDUSTRIAL. ISDI**
-

# DESARROLLO

- MECANICA SEGURIDAD, ESTETICA, ERGONOMIA, PORTABILIDAD
- ELECTRONICA CIRCUITOS INTEGRADOS DE BAJO CONSUMO, MICROPROCESADORES

INTERRUPTORES, SENSORES, ELECTRODOS

PULSO DE ESTIMULACION

- FUNCIONES PRECISION, ESPECIFICIDAD, VERSATILIDAD

# PROGRAMAS

**DIRIGIDOS FUNDAMENTALMENTE A REEDUCAR FUNCIONES MOTORAS PERDIDAS O ALTERADAS POR ENFERMEDAD O LESION DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.**

**HEMIIPLEJIA, PARAPLEJIA  
CUADRIIPLEJIA, ENFERMEDADES  
DEGENERATIVAS, P.C.**

**POSTURA, EQUILIBRIO,  
BIPEDESTACION, MARCHA,  
APERTURA Y CIERRE DE LAS MANOS**

# PRINCIPALES PROGRAMAS

- **RESTAURAR Y REEDUCAR LAS FUNCIONES DE APERTURA Y PREHENSION DE LA MANO PARALIZADA EN AFECCIONES CEREBROVASCULARES**
- **REEDUCAR LA CORRECCIÓN O RESTAURACIÓN DE LOS PATRONES CINEMÁTICOS DE LA MARCHA EN AFECCIONES CEREBROVASCULARES**
- **DESARROLLAR LA BIPEDESTACIÓN Y LA MARCHA DOMICILIARIA EN PACIENTES CON LESIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL**

□

# EQUIPOLOGIA

---

**ESLEM - 21**





# EQUIPOLOGIA

---

**STIMUL - U**



# EQUIPOLOGIA

---

**STIMUL - B**



# EQUIPOLOGIA

---

**STIMUL - P**



# EQUIPOLOGIA

---

STIMUL - H



# EQUIPOLOGIA

---

STIMUL - L



# **APLICACIONES**

---

## **DESCENSO ANTEPIE**



# **APLICACIONES**

---

**DESCENSO  
ANTEPIE**

**GOLPETEO DEL PIE**



# APLICACIONES

---

**DESCENSO ANTEPIE**  
**GOLPETEO DEL PIE**  
**INVERSION DEL PIE**



# **APLICACIONES**

---

**DESCENSO ANTEPIE**

**GOLPETEO DEL PIE**

**INVERSION DEL PIE**

**EVERSION DEL PIE**



# **APLICACIONES**

---

**DESCENSO  
ANTEPIE**

**GOLPETEO DEL PIE**

**INVERSION DEL PIE**

**EVERSION DEL PIE**

**GENUS FLEXUS**



# APLICACIONES

---

**DESCENSO ANTEPIE**

**GOLPETEO DEL PIE**

**INVERSION DEL PIE**

**EVERSION DEL PIE**

**GENUS FLEXUS**

**GENUS**

**RECURVATUM**



# APLICACIONES

---

## APERTURA DE MANO



# **APLICACIONES**

---

**APERTURA DE MANO  
PREHENSION MANO**



# **APLICACIONES**

---

**APERTURA DE MANO  
PREHENSION MANO**

**BIPEDESTACION**



# **APLICACIONES**

---

**APERTURA DE MANO  
PREHENSION MANO**

**BIPEDESTACION  
MARCHA**



# **RESULTADOS**

---

**□ PROFILAXIS**

**□ CONTENCIÓN**

**□ RESTAURACIÓN**

**□ RECUPERACIÓN**

**□ DESARROLLO  
CIENTIFICO-TECNICO**

---

---

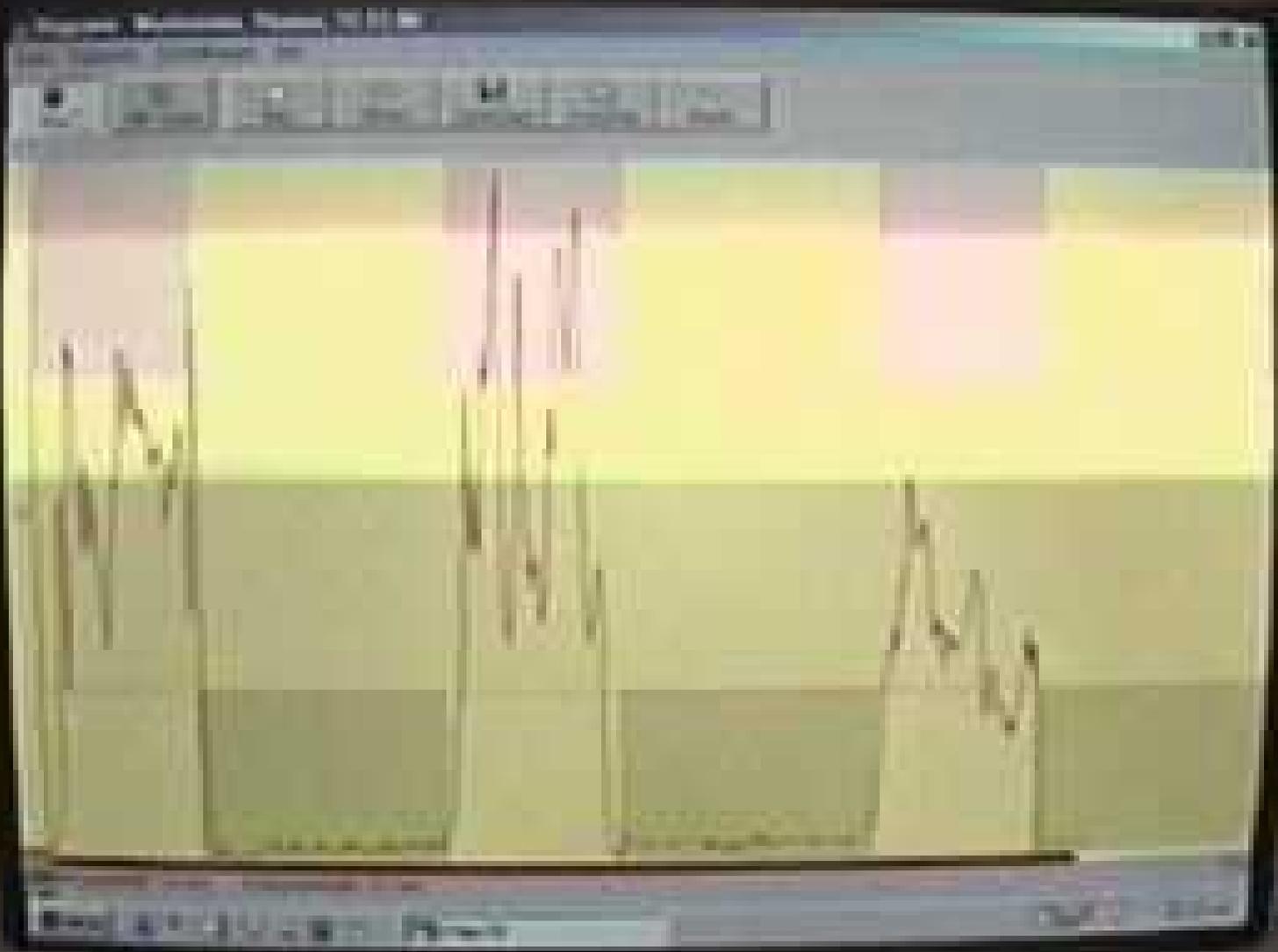
# TECNICAS ASOCIADAS

---

# BIOFEEDBACK







# Programm Parametrieren

Parameter1

Trigger

Paramet

Parameter1

Parameter2

Parameter3

Rechnung

EMG

EMG+ES

ES

EMG gesteuert

Ecken gesteuert

Programm

Programm0

Anspannung

5

Entspannung

15

Überlegen

Drucken

X Abbrechen





# **LA MUSICA EN LA REEDUCACION FUNCIONAL**

---

- CORRECCION POSTURAL**
  - ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO**
  - COORDINACION MUSCULAR**
  - AMPLITUD ARTICULAR**
  - MODULACION DE LA  
ESPASTICIDAD**
  - ESTIMULACION Y MOTIVACION**
-

# SISTEMA

## ENTRADA

SEÑAL DE AUDIO Y  
SEÑAL DE VIDEO

EQUIPO VCR  
DISCO COMPACTO  
DISCO DURO  
TELEVISION RF  
TV SATELITAL  
CAMARA CCD  
RADIO GRABADOR  
MICROFONO



*ATI - TV  
CARD*

## SALIDA

SEÑAL DE VIDEO POR  
RF Y RCA EN TV

SECUENCIA GRAFICA  
FOTO INSTANTANEA

SEÑAL DE AUDIO  
ESTEREOFONICO

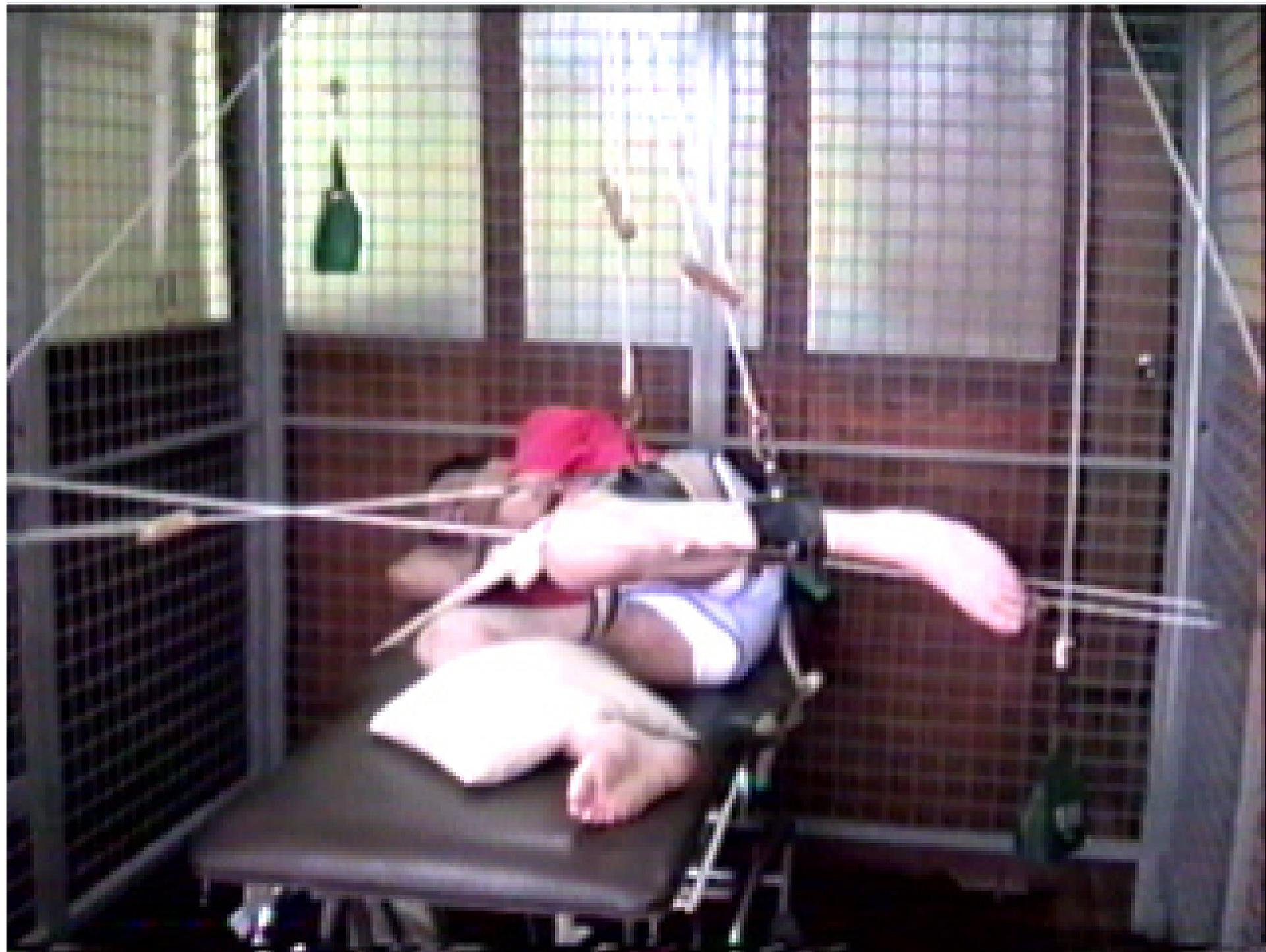
SIMULTANEA V/ TV  
O INDEPENDIENTE

EN ESTACION Y/O  
REMOTO

# **MECANOSUSPENSION TERAPIA**

**ES UNA TECNICA TERAPEUTICA QUE SE FUNDAMENTA EN LA INSTRUMENTACION DE VARIADOS SISTEMAS DE FUERZAS PARA REGIONES ANATOMICAS SUSPENDIDAS, DISMINUYENDO LA FUERZA DE FRICCION Y MODIFICANDO LA FUERZA DE GRAVEDAD EN LA EJECUCION DE LOS MOVIMIENTOS**

---



# PRINCIPIOS MECANICOS ~~DE LOS EJERCICIOS EN~~ SUSPENSION

**□ SUSPENSION PENDULAR**

**□ SUSPENSION AXIL**

**□ SUSPENSION EXCENTRICA**

---

# **TUTORES ORTESICOS, SOPORTES, Y AYUDA EXTERNA**

---

- PARAPODIUM CON SOPORTE TORAXICO**
  - TROLLER CON SUSPENSOR**
  - ORTESIS ESTABILIZADORA DE Msi s**
  - ORTESIS PELVIPEDICA AUTOBLOQUEABLE**
  - ORTESIS TORACOPELVICA REGULABLE**
-

# PARAPODIUM

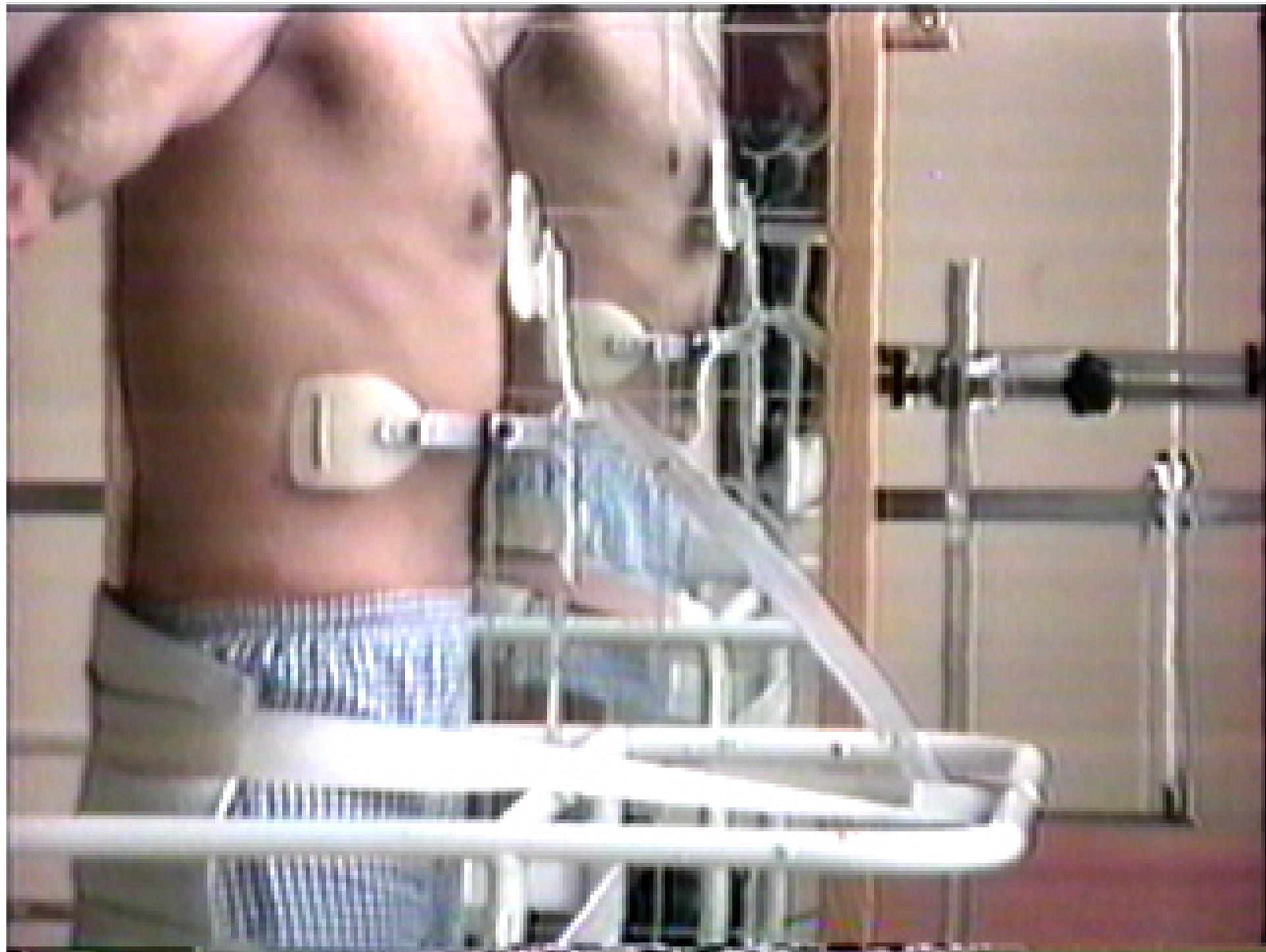
---

□ PROPORCIONA  
SEGURIDAD

□ PREVIENE ACCIDENTES

□ FACILITA EL  
APRENDIZAJE

□ POSTURA Y EQUILIBRIO





# **TECNICAS Y METODOS DE VALORACION**

---

- ESTUDIOS ELECTROFISIOLOGICOS**
  - EXAMEN Y VALORACION BIOMECANICA**
  - EJECUCION DE ENSAYOS CLINICOS**
  - INVESTIGACIONES CLINICAS NEUROLOGICAS**
  - INVESTIGACIONES DE TECNICAS ASOCIADAS**
-

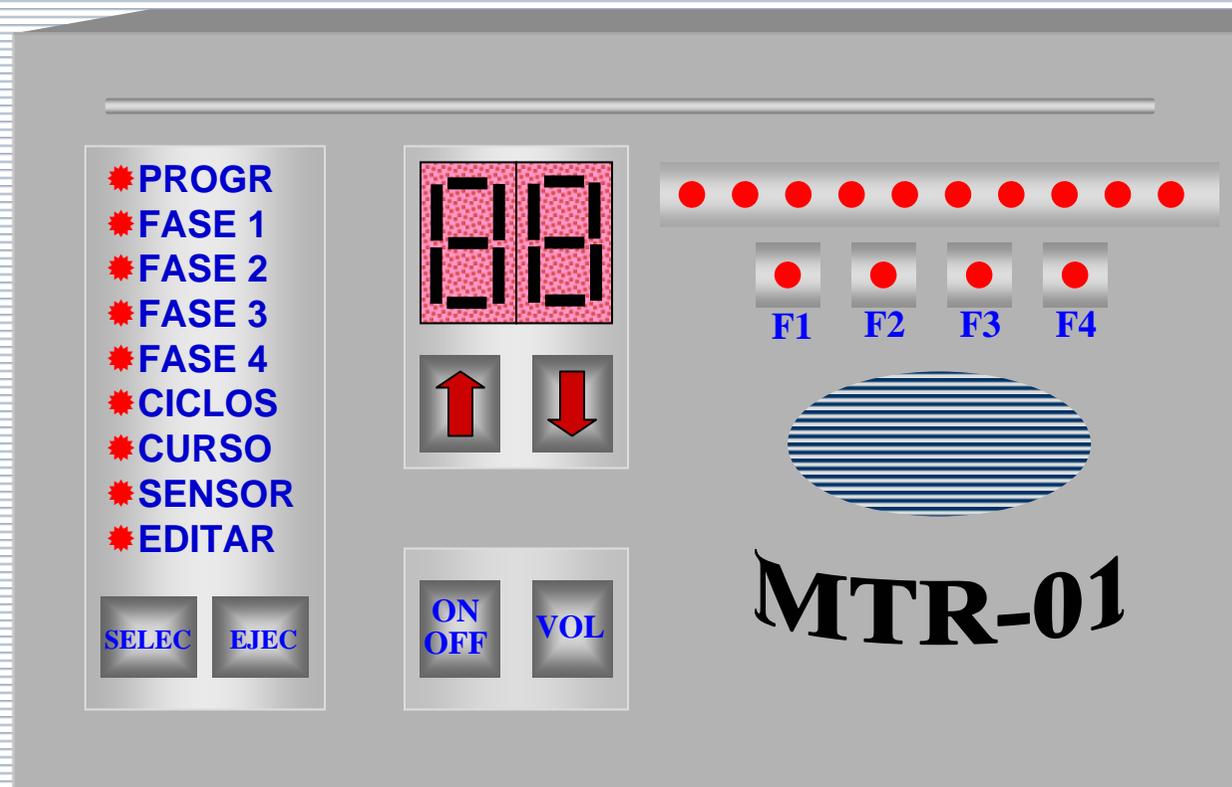
---

# **PROYECTOS EN DESARROLLO Y PERSPECTIVAS**

---

# MULTITEMPORIZADOR PROGRAMABLE

---



# **EQUIPO MULTITEMPORIZADOR** **PROGRAMABLE**

---

- **SUBSISTEMA DE SEÑALES VISUALES**
  - **SUBSISTEMA DE SEÑALES ACÚSTICAS**
  - **ACCESORIO REMOTO DE SEÑALES VISUALES Y ACÚSTICAS**
-

---

**REALIDAD VIRTUAL &  
BIORRETROALIMENTACION  
EN LA REHABILITACION  
DE PERSONAS CON  
LESION  
DEL S.N.C.**

---

## ***MODULOS EN EJECUCION***

**SUBSISTEMA DE ADQUISICION  
DE SEÑALES BIOELECTRICAS**

**SUBSISTEMA DE VISUALIZACION**

**SUBSISTEMA ACUSTICO**

**ENSAYOS CLINICOS**

---

# **OBJETIVO FOCAL DE PROYECTOS**

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA  
DE BIORRETROALIMENTACION  
A PARTIR DEL  
REGISTRO ELECTROFISIOLÓGICO.**

**INSTRUMENTACION ASOCIADA DE LA  
REALIDAD VIRTUAL**

**Y LA ESTIMULACION ELECTRICA FUNCIONAL**

# **PROPOSITOS (I)**

- **OPTIMIZAR LA ATENCION MEDICA ESPECIALIZADA DE PERSONAS DISCAPACITADAS, REEDUCANDO LAS ALTERACIONES DE LAS FUNCIONES SENSITIVAS, MOTORAS Y MENTALES POR MEDIO DE LAS TECNICAS DE E.E.F., LA BIORRETROALIMENTACION Y LA REALIDAD VIRTUAL.**

## **PROPOSITOS (II)**

**- DESARROLLAR UN SISTEMA DE  
MENSURACION TEMPORAL PARA  
EL CONTROL Y ENTRENAMIENTO  
DE FUNCIONES  
PSICOFISIOLOGICAS  
EN LOS PROGRAMAS DE  
REHABILITACION MEDICA  
ASOCIADOS CON LA E.E.F.**

# **PROPOSITOS (III)**

---

**DESARROLLAR INTERFACES  
FISICO - MENTAL FACILITADORAS  
EN EL PROCESO DE REEDUCACION  
DE LAS FUNCIONES SENSITIVO-  
MOTORAS**

---

## **PROPOSITOS (IV)**

- **PROFUNDIZAR EN LOS CONOCIMIENTOS SOBRE LA RESPUESTA DE REACCION Y ADAPTACION DEL ORGANISMO EN LA TERAPIA CON TECNICAS DE E.E.F. Y LA BIORRETROALIMENTACION ASOCIADA A LA REALIDAD VIRTUAL.**

# **PROPOSITOS (V)**

---

**CAPACITACION  
TRANSDISCIPLINARIA DE  
PROFESIONALES EN ESTA ESFERA  
DE LA INVESTIGACION, EN  
COORDINACION CON EL AREA DE  
DOCENCIA.**

**GANAR EXPERIENCIA EN EL  
PROCESAMIENTO DE SEÑALES  
BIOELECTRICAS**

---