



CEU

*Universidad
Cardenal Herrera*

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

**Efectos de distintos programas de cinesiterapia
y/o electroestimulación sobre la capacidad
funcional en sujetos de la cuarta edad**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

D. Pedro Pablo Rosado Calatayud

Dirigida por los profesores:

Dr. D. Juan Francisco Lisón Párraga

Dra. D^a Eva Segura Ortí

El Dr. D. **Juan Francisco Lisón Párraga**, Profesor agregado y Director del Departamento de Fisioterapia y la Dra. D^a **Eva Segura Ortí**, Profesora Colaborador Doctor de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Valencia.

CERTIFICAN:

Que el presente trabajo, titulado ***“Efectos de distintos programas de cinesiterapia y/o electroestimulación sobre la capacidad funcional en sujetos de la cuarta edad”***, ha sido realizado bajo su dirección en el Departamento de Fisioterapia, por D. Pedro Pablo Rosado Calatayud, para optar al grado de Doctor. Habiéndose concluido, y reuniendo a su juicio las condiciones de originalidad y rigor científico necesarias, autorizan su presentación a fin de que pueda ser defendido ante el tribunal correspondiente.

Y para que así conste expiden y firman la presente certificación en Moncada (Valencia), a 16 de mayo de 2011.

Fdo: Juan Fco. Lisón Párraga

Fdo: Eva Segura Ortí

DESEO EXPRESAR MI AGRADECIMIENTO

A mis directores, el doctor D. Juan Francisco Lisón Párraga y la doctora D^a Eva Segura Ortí, por su intensa dedicación en todo el proceso.

Al doctor D. Juan José Amer Cuenca, por su ayuda en las valoraciones pre y post-intervención y sus magníficos consejos tan valiosos.

Al profesor D. Vicent Benavent Caballer, que sin su extraordinaria colaboración, no hubiera sido posible la elaboración de este trabajo.

A D. Miguel Ángel Buil Bellver, por la realización y el análisis de las imágenes ecográficas musculares, pre y pos intervención.

A las Hermanitas de los Ancianos Desamparados, que en todo momento me facilitaron el acceso a sus instituciones y un gran apoyo a mi labor.

A las personas que aceptaron tomar parte como sujetos experimentales, sin cuya participación esta investigación hubiera sido irrealizable.

A mis hijas Esther y Ana por su cariño.

A M^a Victoria paciente esposa, rogándole su perdón por tantas horas sisadas.

*“La salud es la función, no hacer la función es una disfunción
y ello nos puede llevar a la defunción”*

(J.C. Molina)

Rev. Hospital Clínico Universidad Chile, 2008

FINANCIACIÓN

Las Residencias de las Hermanitas de los Ancianos Desamparados cuentan con los medios necesarios para su realización.

Ayuda por parte del Il.lustre Col.legi Oficial de Fisioterapeutes de la Comunitat Valenciana.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor de la presente tesis declara no tener ningún conflicto de intereses.

ABREVIATURAS EMPLEADAS EN ESTE TEXTO

ATS:	<i>American Thoracic Society</i>
(C):	<i>Grupo control</i>
CSA:	<i>Cross Sectional Area</i>
CT:	<i>Cardiovascular Training</i>
(CT):	<i>Grupo cinesiterapia</i>
(CT+ES):	<i>Grupo cinesiterapia más electroestimulación</i>
EEM:	<i>Electroestimulación Muscular</i>
(ES):	<i>Grupo electroestimulación</i>
EWGSOP:	<i>European Working Group on Sarcopenia in Older People</i>
HIG:	<i>High Intensity Group</i>
HIT:	<i>High Resistance Training</i>
HR:	<i>Heart Rate</i>
Hz:	<i>Hertzio, hercio o hertz</i>
IC:	<i>Intervalo de Confianza</i>
LIG:	<i>Low Intensity Group</i>
LIT:	<i>Low Intensity Training</i>
MIT:	<i>Moderate Resistance Training</i>
mA:	<i>Miliamperios</i>
NEMS:	<i>Electroestimulación Neuromuscular</i>
OMS:	<i>Organización Mundial de la Salud</i>
PRT:	<i>Progressive Resistance Training</i>
RCT:	<i>Randomized Controlled Trial</i>
SF-36:	<i>Cuestionario de calidad de vida relacionado con la salud</i>
STS:	<i>Sit to Stand to Sit</i>
TUG:	<i>Timed Up & Go test</i>
UMs:	<i>Unidades motrices</i>
1RM:	<i>Acrónimo de Repetición Máxima (RM) se indica con el 1 RM</i>
WMT:	<i>Weight Machine Training</i>

ÍNDICE

PREÁMBULO	15
I. INTRODUCCIÓN.....	19
I.1. ESTADO ACTUAL DEL TEMA	21
I.1.1. Actividad física y salud.....	24
I.1.2. Electroestimulación muscular (EEM).....	26
I.1.3. Electroestimulación y cinesiterapia en la cuarta edad	29
I.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	36
II. MATERIAL Y MÉTODOS	37
II.1. DISEÑO	39
II.2. SUJETOS	39
II.2.1. Criterios de inclusión	40
II.2.2. Criterios de exclusión	40
II.2.3. Población inicial del estudio.....	40
II.2.4. Cálculo tamaño muestral	41
II.2.5. Población final del estudio	41
II.2.6. Comité ético	41
II.2.7. Consentimiento informado (ver anexo I)	41
II.3. VARIABLES.....	42
II.3.1. Área transversal del recto anterior de cuádriceps	42
II.3.2. Dinamometría MMSS	44
II.3.3. Dinamometría MMII.....	46
II.3.4. Funcionalidad	47
II.4. PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES	63
II.4.1. Grupo Cinesiterapia (CT)	64
II.4.2. Grupo Electroestimulación (ES).....	65
II.4.3. Grupo Cinesiterapia más Electroestimulación (CT+ES)	67
II.4.4. Grupo Control (C)	68
II.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	69
III. RESULTADOS	71
IV. DISCUSIÓN	89
V. CONCLUSIONES.....	103
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS	125

PREÁMBULO

Durante mis años de labor asistencial he podido comprobar el deterioro que presentan los pacientes de edad avanzada con la inmovilización prolongada o el sedentarismo.

En los últimos años he ido adentrándome en los temas relacionados con el envejecimiento, publicando algún artículo, capítulo de libro e incluso con la formación de un Máster sobre gestión y dirección de centros sociosanitarios. Todo ello me ha generado la inquietud hacia el estudio de los procesos de la madurez y hacia una amplia dedicación docente en el terreno de la fisioterapia geriátrica.

Según datos de las Naciones Unidas, en 1950, existían en el mundo 200.000.000 de personas mayores de 60 años, pero ya en 1975 esta cifra alcanzó los 350.000.000.

Las proyecciones demográficas indicaron que en el año 2000 hubo alrededor de 600.000.000 de ancianos, cifra que prácticamente se duplicará en el 2025, con una alteración importante de la pirámide poblacional.

Según los criterios de la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, se define como adulto mayor o anciano, toda persona mayor de 60 años, subdivididos en las siguientes categorías:

Tercera edad:	60-74 años
Cuarta edad:	75-89 años
Longevos:	90 -99 años
Centenarios:	Más de 100 años

Es el grupo etario de la **cuarta edad** sobre el que estudiaremos en el presente trabajo.

En la Asamblea General de las *Naciones Unidas* de fecha 16 de diciembre de 1991 se adoptó la *resolución 46/91*, que incluye los principios de esta organización a favor de las personas de edad con el fin de dar mayor *calidad de vida* (<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/46/91>).

Es precisamente esa premisa de dar una mayor calidad de vida a nuestros mayores lo que ha motivado el desarrollo de esta tesis.

Por otra parte, implantada ya la *ley de la dependencia* (Ley 39/2006, de 14 de Diciembre, de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las Personas en Situación de Dependencia) (BOE núm. 299 de 15 de Diciembre de 2006.), este estudio pretende demostrar que los ancianos enfermos no tienen porque pasar a ser irremediabilmente dependientes a partir de determinada edad. Los pacientes se sienten mejor al ser más independientes, además de prevenir otras patologías añadidas.

El documento comienza con una parte introductoria en la que se exponen todos aquellos conceptos teóricos relacionados con el envejecimiento, la sarcopenia y la mioesteatosis, así como con el entrenamiento muscular, conceptos todos ellos necesarios para una adecuada comprensión del mismo. También se ha incluido una exhaustiva búsqueda bibliográfica sobre la sarcopenia, ejercicio y musculación, con el objeto de detectar todos aquellos trabajos relacionados, ofreciendo una amplia perspectiva del tema en la literatura científica.

Tras esta parte de introducción aparece en primer lugar el bloque de material y métodos, donde queda reflejada toda la metodología que ha sido llevada a cabo en la presente investigación (sujetos, instrumentos, mediciones, descripción de las intervenciones y cálculos estadísticos empleados).

Posteriormente, en el epígrafe de resultados, se muestran los datos estadísticos más destacados de cada una de las variables analizadas.

A continuación, aparece la discusión donde se confrontan todos los hallazgos obtenidos con la bibliografía existente, la cual aparece en el epígrafe final de este texto con el nombre de referencias bibliográficas.

Por último, se refleja en el documento las conclusiones que pretenden dar respuesta a los objetivos e hipótesis planteados, y se añade un apartado de anexos.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. ESTADO ACTUAL DEL TEMA

En las últimas dos décadas se ha conseguido un importante crecimiento y desarrollo de los servicios sociales destinados a atender a las personas mayores en situación de dependencia. Los análisis que realizan los responsables de política social, los técnicos de servicios sociosanitarios y los estudiosos de la Gerontología, coinciden en destacar la importancia de favorecer el diseño y el desarrollo de programas que faciliten el “envejecer viviendo en casa” (Pinazo, 2005).

La estrategia a seguir para que esa “vida en casa” sea una realidad y en las mejores condiciones psíquicas y físicas posibles, estriba en conseguir que la persona mayor goce de una tutela permanente por parte de la familia o de ayudas sociales domiciliarias (Guralnik et al., 1995).

Actualmente, la pérdida de fuerza muscular (Zhonget al., 2007; Hughes et al., 2002; Suetta et al., 2004), unido a la falta de estabilidad (Shumway-Cook et al., 1997) y otros factores, hace que la incidencia de caídas en personas de edad avanzada, sea elevadísima (Kamel, 2003). Las caídas implican un importante coste social (Janssen et al., 2004), además de incrementar significativamente las hospitalizaciones y los encamamientos (Roubenoff et al., 2000).

La sarcopenia es un hecho que acompaña al envejecimiento (Morley et al., 2001; Cruz-Jentoft et al., 2010; Iannuzzi-Sucich et al., 2002; Sayer et al., 2008; Thompson, 2007; Rolland et al., 2008) y que implica pérdida de masa y potencia muscular. El término sarcopenia (del griego “pobreza de músculo”) fue acuñado en 1989 por Rosenberg (Rosenberg, 1989; Rosenberg, 1997) y ha sido recientemente definido por el *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) como un *Síndrome caracterizado por una progresiva y generalizada pérdida de masa musculoesquelética y fuerza, con riesgo de resultados adversos como el descenso de la funcionalidad, pobre calidad de vida y aumento de la mortalidad* (Cruz-Jentoft et al., 2010; Delmonico et al., 2007; Goodpaster et al., 2006).

La incidencia de la sarcopenia es de un 5-15% en la población de 60-70 años, de un 15% en la población mayor de 65 años y de un 50% en mayores de 80 años

(Baumgartner, 1998; Burton et al., 2010). Sólo en Estados Unidos, el gasto económico relacionado con la sarcopenia ascendió a 18.500 millones de dólares en el año 2000 (10.800 millones en hombres y 7.700 millones en mujeres), pudiendo alcanzar la cifra de 26.200 millones de dólares añadiendo los gastos indirectos (Janssen et al., 2004). Estos costes aumentarán como consecuencia de la creciente población anciana (Bross et al., 1999; Bureau 2006; Graves et al., 1994; Burton et al., 2010; Greenlund et al., 2003; Rosenberg, 1997; Cruz-Jentot et al., 2010; Roubenof, 1999). En el año 2000 la población mundial mayor de 60 años era de 600 millones y se estima que en el año 2025 alcanzará los 1.200 millones de personas y los 2.000 millones en 2050 (Bureau 2006; Burton et al., 2010).

En el anciano, el descenso de la masa corporal magra se ve acompañado de un aumento de la grasa intramuscular (mioestatisis) (Raguso et al., 2006; Broadwin et al., 2001; Vandervoort, 2002; Frontera et al., 2000; Bross et al., 1999; Hughes et al., 2004; Goodpaster et al., 2001; Visser et al., 1998; Debashish et al., 2009; Evans, 1997; Evans, 1999; Visser et al., 2002; Visser et al., 2005; Burton et al., 2010; Rosenberg, 1997; Kent-Braun et al., 2000; Roubenoff, 1999; Overend et al., 1992; Gallagher et al., 2000; Holloszy, 1995) y de una pérdida de masa ósea (Baumgartner et al., 1998; Evans, 1997; Evans, 1999; Fiatarone et al., 1999; Evans, 1996; Holloszy, 1995). En el tejido músculo esquelético se ven afectadas tanto las fibras musculares tipo I, como las tipo II (Fielding, 1995; Larsson, 1995; Burton et al., 2010), si bien son las fibras tipo II, especialmente las IIb, las que experimentan una mayor atrofia (Narici et al., 2010; Larsson et al., 1978; Lexell et al., 1983; Klitgaard et al., 1990; Lexell, 1995; Campbell et al., 1973). Existe una diferencia entre la sarcopenia y la atrofia por desuso; en la atrofia sólo existe reducción del tamaño de fibras musculares, mientras que en la sarcopenia además de la citada reducción en su tamaño, la pérdida de masa muscular se agrava al reducirse también el número de fibras musculares (hipoplasia) (Narici et al., 2010).

El descenso en la masa muscular y el aumento de la grasa intramuscular se han relacionado con un descenso de la fuerza (Lee et al., 2007; Goodpaster et al., 2001; Visser et al., 1998; Evans, 1997; Evans, 1999; Burton et al., 2010; Rolland et al., 2008) y de la funcionalidad, (Suetta et al., 2009; Evans, 1997; Bassey et al., 1992; Visser et

al., 2002; Janssen et al., 2002; Yarasheski et al., 1999) y un aumento del riesgo de caídas (Evans, 1997; Patel et al., 2010; Bassey et al., 1992; Yarasheski et al., 1999; Dutta et al., 1995) y de la mortalidad (Visser et al., 1998; Suetta et al., 2009; Patel et al., 2010; Janssen et al., 2002; Burton et al., 2010; Szulc et al., 2010; Metter et al., 2002). Estas consecuencias resultan en una peor calidad de vida relacionada con la salud y una mayor dependencia (Suetta et al., 2009; Evans, 1997; Bassey et al., 1992; Visser et al., 2002; Janssen et al., 2002; Yarasheski et al., 1999; Dutta et al., 1995).

Considerando, además, que el descenso de la fuerza en la vejez se produce en gran parte por un “síndrome de desuso”, un programa adecuado de entrenamiento de fuerza debería invertir, o al menos retrasar, la pérdida de función muscular (McArdle et al., 2000). Esto sugiere que la continuación de un programa de entrenamiento de la fuerza es esencial para el mantenimiento de la fuerza muscular, capacidad funcional y la independencia en los adultos mayores (Kalapotharakos et al., 2007). De este modo se podrían prevenir las caídas, mejorar la funcionalidad y, en última instancia, mejorar la calidad de vida relacionada con la salud de este creciente sector de la población.

El envejecimiento es un proceso complejo que involucra muchas variables, tales como factores genéticos, la presencia de radicales libres, estilo de vida y enfermedades crónicas, que al interactuar entre sí, influyen significativamente en la forma de envejecer (Rogério et al., 2005). La participación regular en actividades físicas, tanto aeróbicas como de fuerza, genera una serie de respuestas favorables que propician una vejez más saludable y productiva (Bamman et al., 2003).

La merma de la fuerza asociada con la edad avanzada conlleva consecuencias típicas en relación con la capacidad funcional. Es por ello que la fuerza en las piernas, la cual representa una medición más dinámica de la función muscular, podría ser un predictor útil de la capacidad funcional en aquellos que son más viejos. Esto sugiere que con el envejecimiento y con los niveles muy bajos de actividad la fuerza muscular es un componente crítico de la capacidad para caminar (Hyatt et al., 1990). Sin duda, esto advierte sobre la importancia de acentuar trabajos de fuerza en tren inferior por las múltiples repercusiones motoras y orgánico-fisiológicas que ello implica (Seynnes

et al., 2004). Hoy sabemos bastante más acerca de la adaptabilidad de estos sistemas biológicos, así como de las maneras en que el ejercicio regular influye en ellos (Clarke, 2004).

I.1.1. Actividad física y salud

Un informe del Director Nacional de Salud de los Estados Unidos, mejor conocido como el Cirujano General (*Surgeon General*) (www.surgeongeneral.gov), detallaba los efectos de la actividad física sobre diferentes enfermedades y condiciones de salud. Muchos de los estudios revisados en este informe, formaban la base de:

- a) La American Heart Association (www.americanheart.org 1992) que identificaba la inactividad física como el cuarto factor de riesgo principal de enfermedad cardíaca.
- b) La Conferencia de consenso de los Institutos Nacionales de la Salud sobre la actividad física y la salud cardiovascular (1995), para confirmar la importancia de la actividad física para la salud cardiovascular.
- c) El American College of Sports Medicine; (www.acsm.org) y los Centros para el control y Prevención de las Enfermedades (www.cdc.gov 1995) para recomendar de forma conjunta que todos los americanos acumulen *al menos* 30 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada (McArdle et al., 2000).

El comenzar con un programa de ejercicio es una forma eficaz de evitar algunas de las enfermedades que se asocian con el envejecimiento (Ávila-Funes et al., 2004). La capacidad de entrenamiento de los individuos mayores se evidencia en su habilidad para adaptarse y responder al entrenamiento de resistencia (Macaluso et al., 2004) y de fortalecimiento (Suetta et al., 2004). Los esfuerzos de tipo aeróbico mantienen y mejoran varios aspectos del funcionamiento cardiovascular (Hagerman et al., 2000). El fortalecimiento ayuda a compensar la pérdida de masa muscular (Brown et al., 1990; Ferri et al., 2003) y de fuerza (Tracy et al., 1999).

Entre los beneficios adicionales que se derivan del ejercicio regular (Lisón et al., 1999) se reconoce una mejoría en las condiciones óseas (Faria et al., 2008; McCartney et al., 1995), un riesgo menor de padecer osteoporosis, una mejoría en la estabilidad postural (Carter et al., 2002; Judge et al., 1994) y mayor equilibrio y; por lo tanto, una disminución en la posibilidad de caerse y padecer fracturas (Nguyen et al., 1993) y un aumento en la flexibilidad (Gehlsen et al., 1990). A todas estas ventajas reconocibles es bueno añadir el bienestar psicológico implícito que representa poder dominar el cuerpo en las edades más avanzadas (Ávila-Funes et al., 2004; Williams et al., 2007), algo que si no se puede concretar, agrega al anciano una recurrente depresión frente a tal incapacidad (Roig, 2003).

Cuando hablamos de actividad física nos referimos al movimiento del cuerpo producido por las contracciones musculoesqueléticas y que tienen como consecuencia un aumento del gasto energético (Chodzko-zajko et al., 2009). A lo largo del proceso de envejecimiento se pierden cualidades físicas como consecuencia del deterioro muscular, neurológico y fisiológico. Se ha demostrado que los ancianos pierden alrededor de 1% de capacidad aeróbica anualmente (Flegg et al., 1988). Sin embargo, este proceso de pérdida de funcionalidad y capacidad física parece ser reversible (Ávila-Funes et al., 2004; Hakkinen et al., 2001; Jozsi et al., 1999; Sipila et al., 1995; Hikida et al., 2000; Hakkinen et al., 1996). Numerosas evidencias demuestran que la sarcopenia puede revertirse mediante la realización de actividad aeróbica y de un entrenamiento progresivo de la resistencia, mejorando así la funcionalidad (Fiatarone et al., 1990; Liu et al., 2009), capacidad fundamental para mantener la independencia y la calidad de vida relacionada con la salud (Hughes et al., 1993; Hughes et al., 2004; Ávila-Funes et al., 2004; Hakkinen et al., 2001; Jozsi et al., 1999; Duthie et al., 1998; Sipila et al., 1995; Hikida et al., 2000; Evans, 1999; Fiatarone et al., 1990; Fiatarone et al., 1994).

Pero no todo tipo de actividad física es recomendable o suficiente para revertir la sarcopenia. Como se ha demostrado recientemente, la actividad de tiempo libre como pasear al perro, dar un paseo, ir en bicicleta... no resulta suficiente para revertir la sarcopenia (Raguso et al., 2006). Para prevenir y tratar la sarcopenia, es necesario realizar un trabajo más intenso, prolongado y constante (Sipila et al., 1995; Fiatarone et al., 1994).

rone et al., 1994; Roth et al., 2001; Frontera et al., 1988). Numerosos estudios demuestran la importancia del entrenamiento de la resistencia para la prevención de la pérdida de masa muscular, mejorar la capacidad funcional y revertir la sarcopenia (Harridge et al., 1999; Misic et al., 2007; Hakkinen et al., 1996; Burton et al., 2010; Larsson 1982; Liu et al., 2009; Hepple et al., 1997; Roth et al., 2001; Coggan et al., 1992; Frontera et al., 1988; Hunter et al., 1995; Ades et al., 1996). Dentro de las posibilidades de entrenamientos de resistencia, desde la perspectiva de la fisioterapia, además del trabajo con resistencia directa, existe la posibilidad de emplear estímulos eléctricos al cuerpo humano (electroterapia).

La electroterapia proporciona un amplio abanico de posibilidades, derivadas de sus tres efectos generales primordiales: efecto térmico produciendo vasodilatación (Sato et al., 1997; Sherry et al., 2001; Cramp et al., 2002), químico con acción analgésica (Carroll et al., 2001; Johnson et al., 2007; Walsh et al., 2009; Desantana et al., 2007; Desantana et al., 2008; Desantana et al., 2009; Bjordal et al., 2003; De Angelis et al., 2003; Amer-Cuenca et al., 2010) y físico con respuesta excitomotora (Moore et al., 1997; Crevenna et al., 2003; Bax et al., 2005; Miller et al., 2008; Kots, 1971).

I.1.2. Electroestimulación muscular (EEM)

La llamada Electroestimulación Muscular (EEM), Electroestimulación Neuro-muscular (NEMS) o simplemente Electromusculación, es definida como la aplicación de estímulos eléctricos a células y tejidos nerviosos con la finalidad de conseguir respuestas musculares (contracciones) (Bélanger, 2003; Plaja, 2003). Con ello pretendemos suplir, complementar o normalizar las reacciones fisiológicas del sistema neuromuscular. Las aplicaciones con esta técnica pueden tener finalidades preventivas, terapéuticas, e incluso mejorar el rendimiento muscular en el ámbito deportivo.

Gracias al efecto excitomotor, la electroestimulación provoca potenciales de acción en el nervio y en el músculo, indistinguibles de los generados por la acción del sistema nervioso fisiológico. El efecto visible de esta estimulación es la contracción

muscular. El músculo inervado normalmente responde con una contracción, ante el estímulo eléctrico que llega a su placa motora a través del nervio periférico correspondiente. Por tanto, la estimulación eléctrica puede sustituir al impulso nervioso voluntario, desencadenando el mismo mecanismo de acción y provocando una contracción muscular pasiva (Linares, 2004). La estimulación afectará a las fibras nerviosas del paquete vasculonervioso y no propiamente a las fibras musculares (éstas tienen un umbral de excitación mucho más elevado) (Han, 2007).

Esta técnica tiene sus orígenes en las investigaciones del fisiólogo de la antigua Unión Soviética Yakov Kots, presentadas públicamente en 1977 (Kots, 1977) fruto de las investigaciones llevadas a cabo desde inicios de los años 70 (Kots, 1971), con la intención de mejorar la fuerza muscular, y que posteriormente en la década de los años 1980; dada su importancia clínica, fueron objeto de numerosas investigaciones en los Estados Unidos con el objetivo de validarla.

A lo largo de los años se han publicado numerosos estudios con resultados positivos, que han conformado las indicaciones de la aplicación de la electroestimulación:

- Potenciación muscular (Rendimiento deportivo).
- Concienciación de la contracción.
- Mejora del trofismo (Atrofia muscular).
- Relajación muscular.
- Elongación muscular.
- Estimulación circulatoria (Bomba circulatoria).
- Tratamiento de la espasticidad.

Los progresos sensibles que realizó el profesor Kotz han provocado durante los últimos treinta años innumerables estudios sobre este medio de entrenamiento (Enoka, 1988; Hainaut et al., 1992). Sin embargo, también ha sido utilizada para reducir la espasticidad y la atrofia muscular (Eriksson et al., 1979; Schecker et al., 1999), disminuir el dolor (Repperger et al., 1997), en investigaciones básicas para estudiar el control motor (Petrofsky et al., 1983), en respuesta cardiovascular al ejercicio (Coote

et al., 1971) y la fatiga muscular (Petrofsky., 1980). Incluso en patologías consideradas hasta hace pocas décadas de alto riesgo en la aplicación de tratamientos con electroestimulación, como es el caso de la hemofilia (Gallach et al., 2005; Querol et al., 2006; Gomis 2008), en las que se ha podido comprobar su eficacia.

Se trata, por tanto, de un método ampliamente utilizado basado en el funcionamiento del sistema nervioso. Para entender la acción de la EEM debemos compararla a la acción muscular voluntaria. En una acción voluntaria, el sistema nervioso central envía un mensaje en forma de estímulo eléctrico hasta la placa motora que se halla en el músculo y éste se contrae. La EEM envía el estímulo directamente a la placa motora y logra el mismo resultado: la contracción de las fibras (Linares, 2004; Vanderthommen, 2007; Han, 2007).

Algunos estudios (Lieber et al., 1996) apuntan la posibilidad de que a una cantidad y naturaleza de trabajo idénticas, la musculatura responde de la misma forma independientemente de que la contracción se realice de forma voluntaria o inducida por EEM; no obstante, la EEM permite trabajar selectivamente el tipo de fibras musculares.

En una revisión de la literatura científica, Requena y colaboradores en 2003 concluyen que el patrón de reclutamiento de las unidades motrices (UMs) durante la EEM depende de la frecuencia utilizada, de forma que utilizando frecuencias moderadas o altas (mayores de 40Hz) se focaliza el trabajo sobre las fibras IIa y IIb (fásicas), mientras que si se emplean frecuencias más bajas (menores de 30Hz) actuará sobre las fibras tipo I (tónicas) (Fig. 1).

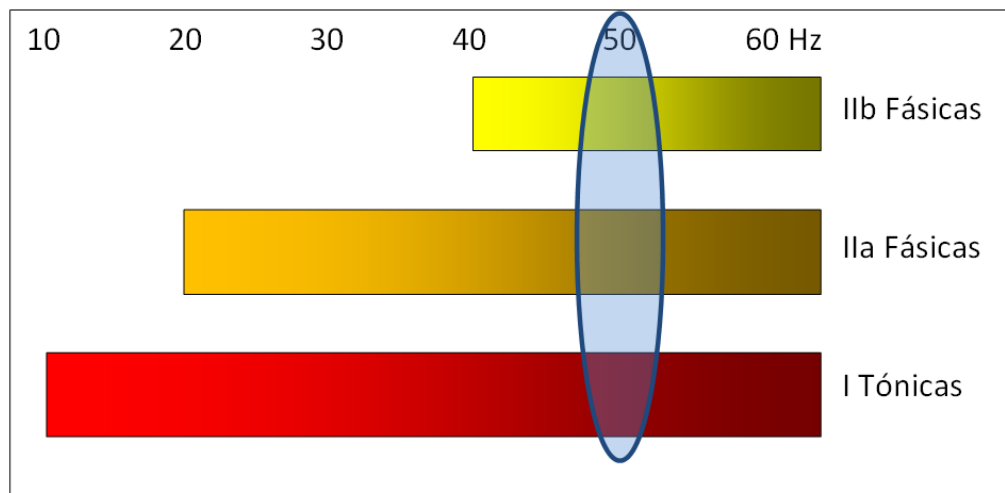


Fig. 1. Reclutamiento UMs en función de la frecuencia Hz.

I.1.3. Electroestimulación y cinesiterapia en la cuarta edad

Hasta la fecha, un total de 23 ensayos clínicos aleatorizados han analizado el efecto de distintos programas de resistencia muscular o de electroterapia sobre la fuerza de los miembros inferiores en sujetos de la cuarta edad, con resultados distintos (Tabla I). La mayor parte de dichos estudios han sido realizados en ancianos menores de ochenta años (16), con intensidades de entrenamiento superiores al 50% de la RM (21), y tan sólo uno (Takano et al., 2010) ha analizado el efecto combinado de la resistencia muscular y la electroterapia en una muestra reducida de 10 ancianos de edades comprendidas entre 63 y 75 años, no observando mejoras frente a un grupo de entrenamiento exclusivo de la resistencia muscular.

TABLA I. SINOPSIS ARTÍCULOS PUBLICADOS

Autor/ Año	N	Edad	Tipo	Intensidad	Duración	Intervención	Variables	Resultados
Charette (1991).	27 ♀	69±1.0	RCT 2 groups	- PRT Group: 65%-75% 1RM.	12 weeks	- PRT Group: 3set×6rep (1-2 week) // 6set×6rep (3-12 week).- Control Group: Maintain normal activities.***[3sessions×w]	- Muscle Strength.- CSA.	-PRT Group: ↑ Strength(28-115%), ↑CSA (20,1±6,8%).
Chin A Paw (2006).	157 ♀♂	81,3±4,4	RCT4 groups	- Resistance Training: 60%→80% 1RM. - Functional Training: Gradually Increased. - Resistance + Functional Training: 60%→80% 1RM + Gradually Increased.	24 weeks	- Resistance Training: 1-2 week [minimal resistance//get use to]. 3-24 week [increasing from 8 to 12 rep×2set]. ***2session×week. - Functional Training: 1 week [get use to]. 2-24 week [35min. of cooperative game-activities]. ***2session×week. - Resistance + Functional: [1 session × week of resistance training]. [1 session × week of functional training] - Control Group: Educational program (group discussion). ***2session×week.	- Muscle Strength.	No group shows significance differences.
DeBeliso (2005).	60 ♀♂	71,6±5,3	RCT 3 groups	- Fixed Repetition Group: 9RM (18weeks). - Progressive Resistance Group: 15RM (1-6 week) →9RM (7-12 week) →6RM (13-18 week).	18 weeks	- Fixed Repetition Group: 3set of 9RM × 18weeks. - Progressive Resistance Group: 2set of 15RM × 6 weeks (1-9 week). 3set of 9RM × 6weeks (7-12 week). 4set of 6RM × 6 weeks (13-18 week). - Control Group: No exercise. ***[2sessions×week]	- Muscle Strength.	- Fixed Repetition Group and Progressive Resistance Group: ↑ Strength. No difference between groups.

Autor/ Año	N	Edad	Tipo	Intensidad	Duración	Intervención	Variables	Resultados
Fahlman (2002).	45 ♀	73±3	RCT3 groups	- Progressive Resistance Training: (70% 1RM [8RM]). - Aerobic Training: (70% HR).	10 weeks	- Progressive resistance Training: (3set×8rep). - Aerobic Training: (walking 20min. and increasing 5min, per session till 50min. and maintain). - Control: (maintain normal activity level). *** [3sessions×week].	Strength Lower Limb.	- Progressive resistance Training: ↑ Strength. - Aerobic Training: ↓HR and ↑walk.
Fatouros (2002).	32 ♂	71,8±2,5	RCT 4 groups	- Progressive Resistance Training: (week 1-4: 55%-60% 1RM // week 5-8: 60%-70% 1RM // week 9-12: 70%-80% 1RM // week 13-16: 80% 1RM). - Cardiovascular Training: (50%→80% HR).	16 weeks	- Progressive Resistance Training: (week 1-4: 2set×12-14rep // week 5-8: 3set×10-12rep // week 9-12: 3set×8-10rep // week 13-16: 3set×8rep). - Cardiovascular Training: (walking-jogging on a treadmill). - Combined PRT and CT: (Both interventions). - Control: (no exercise). *** [3sessions×week].	Muscle Strength.	- Progressive Resistance Training: ↑ Strength. - Combined PRT and CT: ↑ Strength. - Cardiovascular Training: ≠↑ Strength.
Fatouros (2005).	52 ♂	72,4±3,5 (HIG). 70,3±4,4 (LIG).	RCT 3 groups	- HIG-PRT: (80%-85% 1RM). - LIG-PRT: (50%-55% 1RM).	24 weeks	- HIG-PRT: (week 1-8: 2set×6-8rep // week 9-24: 3set×6-8rep). - LIG-PRT: (week 1-8: 2set×14-16 // week 9-24: 3set×14-16rep). - Control: No reported ***[3sessions×week].	Muscle Strength	- HIG and LIG: ↑ strength, but HIG show better results.

Autor/ Año	N	Edad	Tipo	Intensidad	Duración	Intervención	Variables	Resultados
Frontera (2003).	21 ♀	73,7±3,9	RCT2 groups	- Strength Training: 1 week → Day 1 50% 1Rm // Day 2 65% 1RM // Day 3 75% 1RM. 2-12 week → 80% 1RM.	12 weeks	- Strength Training: 4set×8rep (1 week). 4set×8rep (2-12 week). - Control Group: No reported. ***[3sessions×week].	- Muscle Strength. - CSA.	- Strength Training: ↑ Strength (after 12 weeks), ↑ CSA (after 2 weeks).
Haykowsky (2000).	22 ♂	68±4	RCT2 groups	- Progressive Resis- tance Training: 60%1RM→80%1RM.	16 weeks	- Progressive Resis- tance Training: 10set×3rep (16 weeks). - Control Group: No exercise. ***[3sessions×week].	- Muscle Strength.	- Progressive Resistance Training: ↑ Strength (after 12 weeks).
Kalapotharakos (2005).	32 ♂♀	HIT: 64,6±5,1 MIT: 65,7±4,2	RCT 3 groups	- HIT: 80% 1RM. -MIT: 60% 1RM.	12 weeks	- HIT: 3set×8rep. - MIT: 3set×15rep. - Control Group: No exercise. ***[3sessions×week].	-Muscle Strength.	- HIT: ↑ Strength. - MIT: ↑ Strength. ***HIT show better results (P<0,05) than MIT in mus- cle strength.
Lamoureux (2003).	45 ♂♀	68,5±1,2	RCT 2 groups	- PRT Group: Pro- gression from 60% 1RM (week 1) to 85% 1RM (week 24).	24 weeks	- PRT Group: 1-12 week (3sessions×week) // 13- 24 week (2sessions×week). 2- 5set×5-8rep. - Control Group: Main- tain normal activity.	Muscle Strength.	- PRT Group: ↑ Strength (235%).
Latham (2003).	243 ♀♂	79,1±6,9	RCT2 groups	- Progressive resis- tance training: 50%→80% 1RM.	10 weeks.	- Progressive resistance training: 3set×8rep. [Home-based] - Control Group: No exercise. ***[3sessions×week].	- Muscle Strength.	- Progressive resistance training: No significance differences.

Autor/ Año	N	Edad	Tipo	Intensidad	Duración	Intervención	Variables	Resultados
McCartney (1995).	142 ♀♂	64±2,4	RCT2 groups	- Progressive Resistance Training Group: 50%→80%.	42 weeks.	- Progressive Resistance Training Group: 3set×10-12rep. - Control Group: Usual activity. ***[2sessions×week].	- Muscle Strength. - CSA. - Bone Density.	- Progressive Resistance Training Group: ↑ Strength (after 6 and 12 weeks). ↑ CSA. ≠ Bone Density.
Parkhouse (2000).	22 ♀	68±1	RCT 2 groups	PRT Group: 75%-80% 1RM.	32 weeks	- PRT Group: 3ser×8-10rep - Control Group: No reported ***[3sessions×week].	- Muscle Strength.	- PRT Group: ↑ Strength (41%-78%).
Rosado 2008	48 ♀♂	>80	RCT 2 groups	-Exercise enhancers lower limbs, combined with electrotherapy	10 weeks	- Progressive Resistance Training Group: 3set×10-rep. ↑ 0,5kg×5sessions Electrical Stimulation Group: 40Hz/300µs15'' [5''work+10''rest]. 40-rep ***[3sessions×week]. - Control Group: Usual activity.	- STS-60	- PRT Group: ↑ 32%
Seynnes (2004).	22 ♀♂	-HIT: 83,3±2,8 -LIT: 80,7±2,3	RCT 3 groups	- HIT: 80% 1RM. - LIT: 40% 1RM.	10 weeks	- HIT: 3set×8rep. - LIT: 3set×8rep. - Control Group: 3set×8rep (without weights). ***[3sessions×week].	- Muscle Strength.	- HIT: ↑ Strength. -LIT: ↑ Strength. ***HIT show better results (P<0,05) than LIT in muscle strength.
Simoneau (2006).	20 ♀♂	78,1±3,1	RCT2 groups	- Progressive resistance training: 50-55% 1RM → 70% 1RM.	24 weeks.	- Progressive resistance training: 3set×8rep. [Home-based] -Control Group: Maintain usual activity. ***[2sessions×week].	- Muscle Strength.	- Progressive resistance training: No significance differences.

Autor/ Año	N	Edad	Tipo	Intensidad	Duración	Intervención	Variabes	Resultados
Singh (1997).	32 ♀♂	71,3±1,2	RCT 2 groups	- PRT Group: 80% 1RM.	10 weeks	- PRT Group: 3set×8rep. - Control group: No exercise. ***[3sessions×week].	- Muscle Strength.	- PRT Group: ↑ Strength (33%±4%).
Skelton (1996).	52 ♀	PRT: 79,5 (76 to 93 years). Control: 79,5 (75 to 90 years).	RCT7 groups	- Progressive Resis- tance Training: Resistance in- creased as soon as participants could complete 3set×8rep.	12 weeks.	- Progressive Resis- tance Training: 3set×4- 8rep. - Control Group: No exercise. ***[3sessions×week].	- Muscle Strength.	- Progressive Resistance Training: ↑ Strength (18%).
Sousa (2005).	20 ♂	73±6	RCT 2 groups	- PRT Group: 50%→80% 1RM over the program.	14 weeks	- PRT Group: 2-3set×8- 12rep. (1-8week) // 2- 3set×8-12rep. (9-14 week). - Control Group: No reported. ***[3sessions×week].	- Muscle Strength.	- PST Group: ↑ Strength since the 4 week of treatment.
Suetta (2004).	36 ♀♂	60-86 years.	RCT3 groups	- Strength Training Group: 1-6 week (20-12 RM). 7-12 week (8RM). - Electrical Stimula- tion Group: Individ- ual subject toler- ance. - Standard Rehabilita- tion: No reported.	12 weeks.	- Strength Training Group: 1-6 week (3- 5set×10rep [20- 12RM]). 7-12 week (3- 5set×10rep [8RM]). ***[3sessions×week]. - Electrical Stimulation Group: 40Hz/250ms [10"work+20"rest]. ***[1h.day×12weeks]. - Standard Rehabilita- tion: 15 physiotherapy exercises (function, strength and range of motion) home based. ***[1h.day×12weeks].	- Muscle Strength. - CSA.	- Strength Training Group: ↑ Strength (24%). ↑ CSA (at week 12). - Electrical Stimulation Group: ↑ CSA (from 5 to 12 week).

Autor/ Año	N	Edad	Tipo	Intensidad	Duración	Intervención	Variables	Resultados
Taaffe (1999).	46 ♂♀	71,0±4,1	RCT4 groups	- High Intensity training Group(1): 80% 1RM. - High Intensity training Group(2): 80% 1RM. - High Intensity training Group(3): 80% 1RM.	24 weeks	- High Intensity training Group(1): 3set×8rep at 80% 1RM (1session×week). - High Intensity training Group(2): 3set×8rep at 80% 1RM (2session×week). - High Intensity training Group(3): 3set×8rep at 80% 1RM (3session×week). - Control Group: Main- tain customary dietary and normal activity.	- Muscle Strength.	- High Inten- sity training Group(1): ↑ Muscle Strength (37%). - High Inten- sity training Group(2): ↑ Muscle Strength (41%). - High Inten- sity training Group(3): ↑ Muscle Strength (39%). ***No difference between treatment groups.
Takano (2010).	20 ♂♀	67,8±4,8	RCT 2 groups	-WMT group (50% 1RM)	12 weeks	- WMT group 10set×8rep flex. 10set×8rep ext. ***[19min session] (2 sessions×week). -Hybrid group (WMT + ES) Electrical Stimulation: 40Hz 10set×10 rep flex-ext. ***[19min session] (2 sessions×week).	- Muscle Strength (knee extension torque). -Cross sectional area (CSA)	- WMT group ↑ Ext torque (42%) ↑ CSA (19%) -Hybrid group ↑ Ext torque (14%) ↑ CSA (9%)

CSA= Cross Sectional Area // WMT= Weight Machine Training

HIG= High Intensity Group // LIG= Low Intensity Group // PRT= Progressive Resistance Training // ↑= (P<0.05) //

HIT= High Resistance Training // MIT= Moderate Resistance Training // ↑= (P<0.05) //

HR= Heart Rate // PRT= Progressive Resistance Training // CT= Cardiovascular Training // ↑= (P<0.05) // ≠
(P>0.05)

LIT= Low Intensity Training

RCT= Randomized Controlled Trial // HR=Heart Rate // ↑=(P<0.05)

1.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo del presente estudio fue analizar en una muestra de individuos de la cuarta edad, los efectos de 3 programas de tratamiento [**cinesiterapia (CT)**, **electroestimulación (ES)** y **combinado (CT + ES)**] de catorce semanas de duración, con 3 sesiones semanales de ejercicios de flexo-extensión de rodilla (intensidad moderada-baja), sobre:

- 1º. El área de sección transversal del *rectus femoris* de ambos miembros inferiores medida mediante ecografía.
- 2º. La fuerza muscular de miembros superiores e inferiores medida por medio de dinamometría.
- 3º. La capacidad funcional de los sujetos medida a través de distintos tests, escalas y pruebas funcionales (*6 minutos marcha, Barthel, Berg, Equilibrio, velocidad de marcha, STS-30, Up&Go y test de flexibilidad*).
- 4º. La calidad de vida relacionada con la salud medida mediante el cuestionario **SF-36**.

Las hipótesis a contrastar fueron las siguientes:

- Los tres programas de tratamiento (CT, ES y CT + ES) mejoran significativamente respecto al grupo control en los resultados de la ecografía, dinamometría de miembros inferiores, pruebas funcionales y en el cuestionario de calidad de vida relacionada con la salud.
- El grupo de tratamiento combinado (CT + ES) consigue mejores resultados en las pruebas de ecografía y dinamometría de miembros inferiores respecto a los otros dos grupos de tratamiento.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

II.1. DISEÑO

El presente estudio sigue un diseño controlado con muestras distribuidas de forma aleatoria. El estudio incluye cuatro grupos: *grupo cinesiterapia* (CT), *grupo electroestimulación* (ES), *grupo electroestimulación más cinesiterapia* (CT+ES) y *grupo control* (C).

Las medidas se tomaron antes de la intervención y tras las 14 semanas que duró el proceso.

II.2. SUJETOS

Se contactó con 117 sujetos de *las Residencias de las Hermanitas de los Ancianos Desamparados de Valencia*. A todos ellos se les citó para una primera entrevista, en la que tras comprobar los criterios de inclusión y exclusión, y tras obtener el consentimiento informado se realizaron dos pruebas. En primer lugar se completó el Índice de Barthel (Mahoney et al., 1965; Baztán et al., 1993; Valderrama et al., 1997; Buzzini et al., 2002; Rosado, 2003; Cid-Ruzafa et al., 2007), instrumento ampliamente utilizado para la valoración de la función física, también conocido como “Índice de Discapacidad de Maryland”, que consiste en medir la capacidad de una persona para realizar diez actividades de la vida diaria (AVD), consideradas como básicas, obteniéndose una estimación cuantitativa de su grado de independencia. La gama de puntuación es de 0-100. Cuanto más alta es la puntuación, más es la independencia del sujeto (Barrero et al., 2005). Y aquellos sujetos con un índice superior a 60, continuaron con la valoración de la calidad de vida relacionada con la salud mediante el cuestionario *Medical outcomes Survey Short Form* (SF-36) utilizando la versión traducida y validada al español (Alonso et al., 1998; Lopez-Garcia et al., 2003; Vilagut et al., 2005).

Los datos obtenidos sobre las características antropométricas de la muestra, se reflejan en la tabla II (ver apartado resultados).

II.2.1. Criterios de inclusión

Los participantes de este estudio debían tener 75 o más años, y no padecer ningún tipo de enfermedad o patología que pudiera contraindicar la práctica de ejercicio físico y/o de electroterapia.

II.2.2. Criterios de exclusión

Portadores de marcapasos. Enfermedad cardiovascular clínica: infarto agudo de miocardio, angina de pecho, insuficiencia cardíaca, enfermedad cerebrovascular. Enfermedad terminal neoplásica o no neoplásica con expectativa de vida inferior a seis meses. Demencia u otra patología neurodegenerativa del sistema nervioso central o periférico. Insuficiencia renal, hepática o respiratoria crónica. Dependencia en alguna de las siguientes Actividades Básicas de la Vida Diaria: baño, vestido, retrete, transferencias o alimentación, Índice de Barthel <60 puntos (Buzzini et al., 2002; Takanono et al., 2010; Rosado et al., 2008).

117 voluntarios aceptaron participar en el estudio y fueron aleatoriamente distribuidos en 4 grupos: *grupo cinesiterapia* (CT), *grupo electroestimulación* (ES), *grupo electroestimulación más cinesiterapia* (CT+ES) y *grupo control* (C), mediante un procedimiento de números aleatorios (programa informático *Random Allocation Software*). Con el fin de homogeneizar al máximo las características de la muestra, se realizó una aleatorización por bloques teniendo en cuenta las siguientes variables: el estado físico del sujeto y género. Respecto al estado físico, se consideraron tres categorías: *Sedentarios* (1), *Moderadamente activos* (2) y *Activos* (3) (Caggiano et al., 1994).

II.2.3. Población inicial del estudio

De los 117 sujetos iniciales, 82 eran mujeres y 35 hombres. Las edades estaban comprendidas entre los 75 y los 94 años en el caso de las mujeres y entre 75 y 91 años los hombres.

II.2.4. Cálculo tamaño muestral

El cálculo del tamaño muestral fue realizado por un investigador externo no implicado en el procedimiento, y de esa forma ciego a la intervención. Se basó en la media y la desviación estándar de los resultados de la prueba “6 minutos marcha” de todos los sujetos que participaron en el estudio. En función de los metros recorridos, los participantes fueron incluidos en una de las tres categorías referentes al estado físico. Los sujetos que registraron una marca comprendida entre 230 m y 49 m fueron incluidos en el grupo *Sedentarios*. Los que registraron una marca comprendida entre 340 m y 232 m fueron incluidos en el grupo *Moderadamente activos*. Y finalmente, los que dieron una marca comprendida entre 645 m y 354 m fueron incluidos en el grupo de *Activos* (Caggiano et al., 1994; Osses et al., 2010).

Para alcanzar un $\alpha = 0.05$, con un poder = 95%, se requirió un tamaño de 22 sujetos por grupo de intervención.

II.2.5. Población final del estudio

Una vez realizadas las entrevistas y aplicados los criterios de exclusión, la muestra final del estudio fue de 89 sujetos. 58 mujeres y 31 hombres.

II.2.6. Comité ético

Este proyecto fue previamente aprobado por el Comité de Bioética e Investigación (nº de expediente CEU-UCH-87) de la Universidad CEU Cardenal Herrera. Además, fue inscrito en el **Registro de Ensayos Clínicos del National Institutes of Health de los Estados Unidos** (*clinicaltrials.gov*) (número de registro NCT01086592). El trabajo cumplió también con los principios éticos para la investigación médica en humanos, recogidos en la declaración de Helsinki.

II.2.7. Consentimiento informado (Ver anexo I)

Se informó a los posibles participantes sobre las características del estudio y los objetivos del mismo. Aquellos sujetos que decidieron participar voluntariamente firmaron un *consentimiento informado*.

II.3. VARIABLES

Todas las variables fueron recogidas por investigadores ciegos a la intervención.

II.3.1. Área transversal del recto anterior de cuádriceps

La sección transversal del recto anterior de cuádriceps de ambos miembros inferiores se registró mediante un ecógrafo portátil (Fig. 2) modelo **Titán** (ANEXO N° VI Instrumentación). Con esta medida se cuantificó el grado de atrofia del recto anterior del cuádriceps a través del volumen muscular en cm^2 del perímetro de un corte transversal del recto anterior de cuádriceps.

El protocolo utilizado para el registro ecográfico fue el siguiente: se localizó el punto medio de la distancia comprendida entre la cresta ilíaca y el borde superior de la rótula. (Fig. 3). A partir de la imagen obtenida en dicho punto se dibujó el perímetro del vientre del *rectus femoris* para el posterior cálculo del área transversal (en cm^2). Se realizaron tres medidas consecutivas, con un coeficiente de variación menor al 10%. El investigador encargado de esta medición era Licenciado en Medicina, cuya experiencia clínica en la utilización de esta prueba superaba los 10 años.

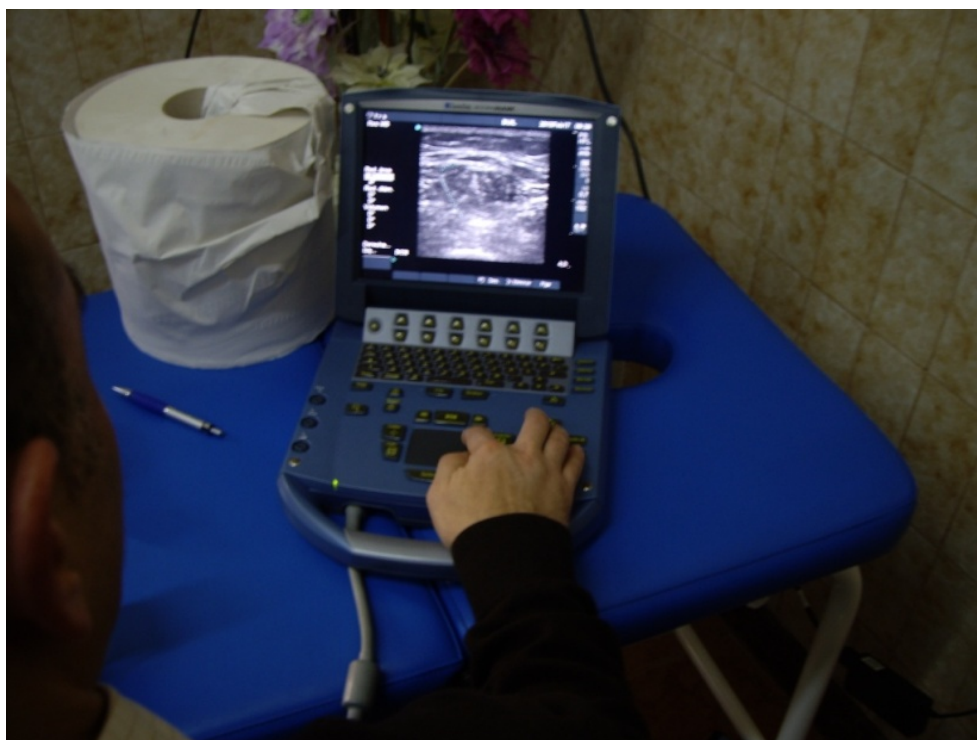


Fig. 2. Ecógrafo portátil modelo *Titán*



Fig. 3. Medición del muslo para ecografía

Se registraron ecografías (Fig. 4) pre y post-intervención.

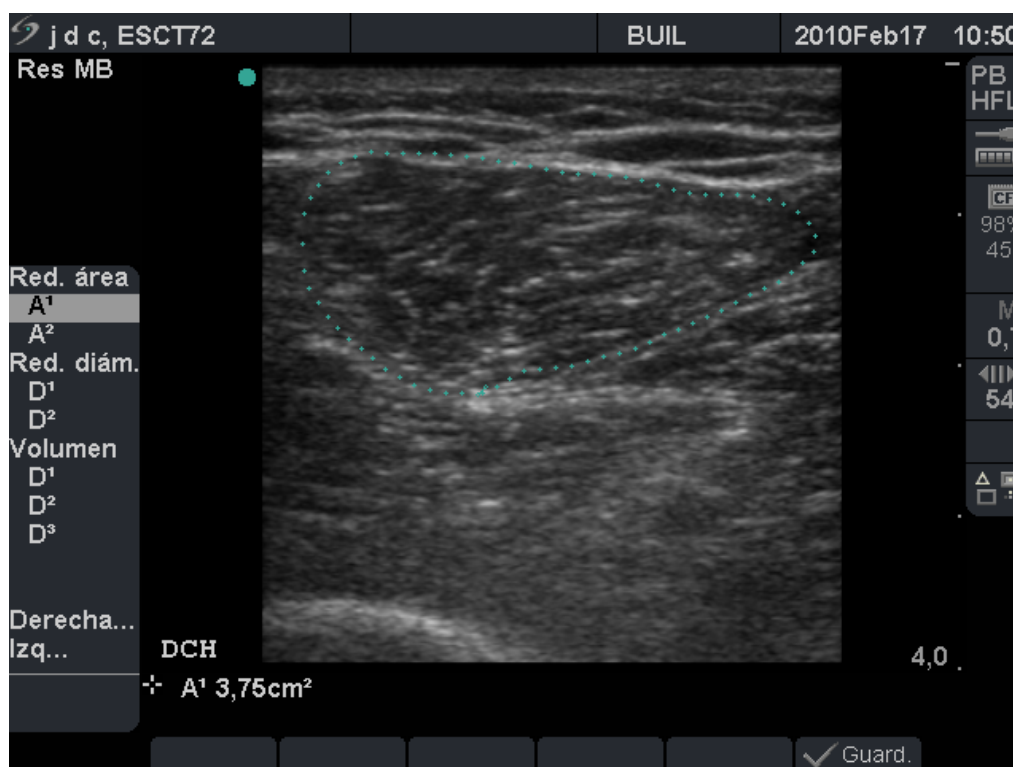


Fig. 4. Imagen ecográfica pre-intervención.

II.3.2. Dinamometría MMSS

Se utilizó un dinamómetro de mano (Hydraulic Hand Dynamometer, JAMAR, Sammons Preston Rolyan, Chicago, USA) (ANEXO N° VI Instrumentación) a fin de examinar la fuerza de agarre de la mano en la muestra. El registro se realizó de forma bilateral, comenzando aleatoriamente por cualquiera de las dos manos. El dinamómetro posee un asa regulable con cinco posiciones para adaptarse a cualquier tamaño de mano. Se ajustó el agarre de forma que la articulación interfalángica proximal del 2º dedo se encontrara en 90º de flexión. El sujeto se colocó en sedestación con apoyo en el antebrazo, el hombro en aducción y el codo en 90º de flexión y pronosupinación neutra (Fig. 5a y 5b). El investigador animó verbalmente a cada sujeto con el fin de obtener un esfuerzo máximo. Todos ellos realizaron con cada brazo 3 repeticiones consecutivas, de entre 3 y 5 segundos de duración, con un intervalo de 30 segundos entre ellas y se consideró el valor máximo para el análisis posterior. La fiabilidad de esta prueba ha demostrado ser de entre 0.88 y 0.96 (Curb et al., 2006).



Fig. 5a. *Dinamómetro hidráulico de mano.*



Fig. 5b. *Dinamometría de mano derecha.*

II.3.3. Dinamometría MMII

La fuerza pico de los extensores de rodilla se midió bilateralmente mediante un dinamómetro digital (modelo **GLOBUS Italia TESIS 400**) (ANEXO N° VI Instrumentación). El examen se realizó de forma bilateral, ejecutando 3 repeticiones consecutivas máximas isométricas en cada lado y registrando el mejor valor. Entre cada repetición hubo un intervalo de 30 a 45 segundos. El sujeto permaneció en sedestación, con flexión de cadera y rodilla de 90° (Fig. 6a, 6b y 6c). El transductor de fuerza del dinamómetro se situó en el tercio distal de la tibia y peroné, manteniendo un ángulo de 90° respecto al hueso tibial. Para obtener un esfuerzo máximo se motivó verbalmente a los sujetos con los siguientes comandos: “¡Vamos, vamos, vamos!” y “¡Fuerte, fuerte, fuerte!”.

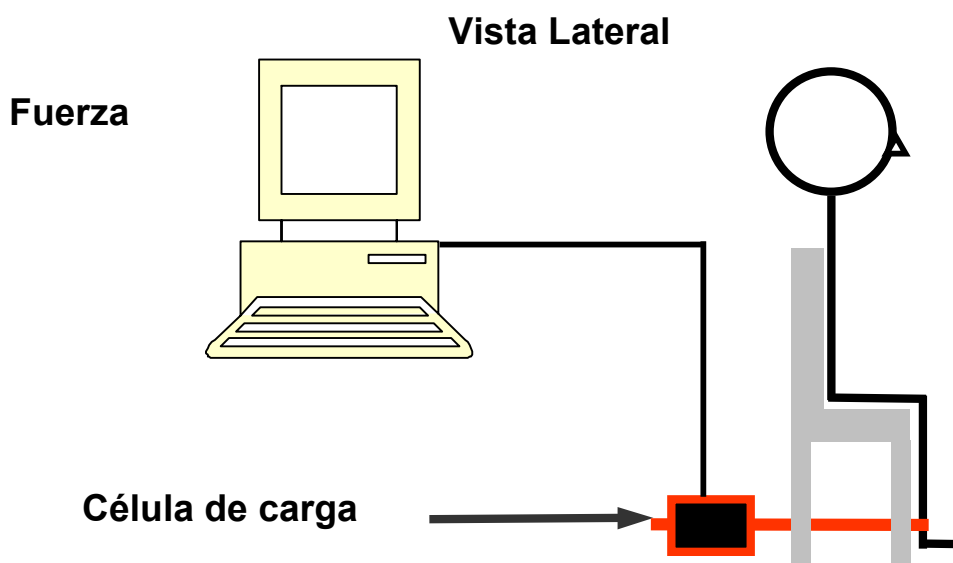


Fig. 6a. Esquema de la posición para la dinamometría de cuádriceps.



Fig. 6b. *Dinamometría de M.I.D.*



Fig. 6c. *Dinamometría de M.I.I.*

II.3.4. Funcionalidad

Se realizaron una serie de pruebas y cuestionarios (Fig. 7), para valorar la capacidad funcional de los participantes.



Fig. 7. *Cuestionarios.*

II.3.4.1. 6 minutos marcha

6MWT (*6 minute walk test*) es una prueba de capacidad de ejercicio submáxima, válida para conocer y medir la capacidad de resistencia cardiopulmonar de un paciente, ante las demandas de la actividad física diaria (Enright, 2003). Esta prueba se considera un mejor indicador de la capacidad de realizar actividades cotidianas como andar, que las pruebas que valoran la capacidad de ejercicio, como es el caso de las ergoespirometrías (Fitts, 1995). Estas últimas requieren que el individuo realice un esfuerzo máximo o casi máximo en un ambiente de laboratorio, utilizando instrumentos y tareas con las que los sujetos no siempre están familiarizados. Esta prueba está integrada dentro de la batería de funcionales de Rikli (Rikli et al., 1999; Rikli et al., 2001).

Se ha utilizado para evaluar la eficacia de programas de ejercicio en diversas poblaciones como pacientes renales (Segura et al., 2009). También es útil para evaluar la eficacia de las intervenciones terapéuticas realizadas en la población anciana (Swisher et al., 1998; Troosters et al., 1999; Terramoto et al., 2000; Steffen et al., 2002; Camarri et al., 2006) en personas con enfermedad de Alzheimer (Ries et al., 2009) o Parkinson (Steffen, 2008), amputados (Lin, 2008), parálisis cerebral infantil (Maher, 2008), o pacientes con problemas respiratorios (ATS, 2002). Tal como recomienda la American Thoracic Society (ATS, 2002), la prueba se realizó en un pasillo de 30 m de longitud en una zona exterior semi-cubierta, con marcas localizadas cada metro (Fig. 8).



Fig. 8. Prueba 6 minutos marcha.

A los sujetos se les pidió que anduvieran el mayor número de metros posible durante 6 minutos, mientras caminaban en la zona señalada y girando sin parar al llegar a la marca final, de forma que recorrieran la máxima distancia. Al participante se le permitió utilizar las ayudas de la marcha que necesitaba habitualmente. Se les consentía parar y descansar, mientras el tiempo corría, y podían reiniciar la prueba tras el periodo de descanso. La frecuencia cardiaca y la tensión arterial se registraron inmediatamente antes y después de la realización de la prueba, así como el esfuerzo percibido por los participantes.

Las instrucciones dadas a los sujetos siguieron las recomendaciones de la American Thoracic Society, de forma que cada 30 segundos se estandarizaron las frases de ánimo como (*“Lo está haciendo bien”* y *“Siga así, buen trabajo”*). Una vez finalizada la prueba, se registró la distancia recorrida en metros. (Fig. 9). La prueba de seis minutos marcha en sujetos ancianos ha demostrado ser válida para distinguir distintos niveles funcionales y tener alta fiabilidad test- retest (Curb et al., 2006; Steffen et al., 2002; Harada et al., 1999).



Fig. 9. Medición de los 6 minutos marcha.

II.3.4.2. Barthel

El índice de Barthel consiste en 10 ítems que miden la habilidad para realizar ciertas actividades de la vida diaria sin necesidad de ayuda. Habilidades como la alimentación, desplazamiento, transferencias desde la silla de ruedas, aseo personal, sentarse en el inodoro, ducharse, vestirse o desvestirse y control de esfínteres. La valoración de este índice se establece entre 0 (puntuación mínima) hasta 100 (puntuación máxima) y se establecen categorías en función de los resultados en agrupa-

ción de 5 en 5 puntos. A nivel internacional existen diferentes versiones con modificaciones de los resultados, en este caso se ha tomado la versión adaptada al español por Baztán (Baztán et al., 1993).

II.3.4.3. Berg

Esta prueba consta de 14 tareas que valoran diversos aspectos de equilibrio estático y dinámico del sujeto (Fig. 10), como transferencias, equilibrio de pie sin apoyo, paso de sedestación a de pie o tareas más difíciles como equilibrio en posición de tándem, girar 360º, o equilibrio monopodal, y se puntúan de 0 a 4.

A mayor puntuación mejor equilibrio del sujeto. Su puntuación máxima es de 56 puntos y cuando es menor de 46 predice la aparición de caídas múltiples. Se ha empleado sobre todo para cuantificar la función del equilibrio (Berg et al., 1992). La prueba de Berg en sujetos ancianos ha demostrado tener alta fiabilidad test- retest (Steffen et al., 2002).



Fig. 10. Prueba funcional de Berg.

II.3.4.4. Pruebas de equilibrio

I. Equilibrio con los pies juntos (Side by side stand test):



Fig. 11. Pies juntos durante 10 segundos.

Esta prueba consistió en valorar la capacidad del sujeto para mantener el equilibrio en bipedestación con los pies juntos (Fig. 11). La prueba se inició mostrándole al sujeto como debía colocarse (Fig. 12) y haciendo una breve demostración.



Fig. 12. Posición Side by side.

Se indicó al sujeto que con el fin de mantener la posición podía utilizar sus brazos para equilibrarse, así como flexionar las rodillas siempre y cuando no desplazara los pies. En caso de ser necesario se ayudó al sujeto a colocarse en posición, sujetán-

dolo de la mano, para ofrecerle mayor seguridad. Si el sujeto no era capaz de mantener la posición por sí mismo, no se realizaban el resto de pruebas de equilibrio (semi-tándem y tándem), ya que la dificultad aumenta progresivamente con cada una de las posiciones, y se pasaba a la prueba de velocidad de marcha.

Cuando el sujeto estuvo dispuesto, se le preguntó si estaba preparado, y en caso afirmativo, la prueba comenzó a la voz de “Preparado, Ya”. Sin tomar contacto con el sujeto, el examinador permaneció a su lado, para prevenir posibles caídas (Fig. 13).



Fig. 13. Cronometrando la prueba junto a la participante.

Se cronometraron 10 segundos, transcurridos los cuales se informó al sujeto que la prueba había finalizado. La puntuación de la prueba fue de 1 punto si el sujeto conseguía mantener la posición los 10 segundos, y de 0 puntos si la mantenía menos tiempo, o si no lo intentaba por falta de equilibrio.

Si el sujeto no era capaz de realizar el intento, se pasaba directamente a la prueba de velocidad de la marcha (Gait Speed Test).

II. Equilibrio con los pies en posición de semi-tándem (Semi tandem stand test):

Fig. 14. Talón de un pie contra el costado del dedo del otro pie.

Esta prueba consistió en valorar la capacidad del sujeto para mantener el equilibrio en bipedestación con los pies colocados en una posición de semi-tándem, es decir, de forma que el talón de un pie se colocó contra el borde medial del primer dedo del pie contralateral (Fig. 14). La prueba se inició mostrándole al sujeto como debía colocarse (Fig. 15) y haciendo una breve demostración. Así como en el caso anterior, se indicó al sujeto que con el fin de mantener la posición podía utilizar sus brazos, equilibrarse o flexionar las rodillas siempre y cuando no desplazara los pies. En caso de ser necesario se ayudó al sujeto a colocarse en posición, sujetándolo de la mano, para ofrecerle mayor seguridad. Si el sujeto no era capaz de mantener la posición por sí mismo, no se realizó la siguiente prueba de equilibrio (tándem) y se continuó con la prueba de velocidad de marcha (Gait speed Test). Al igual que en el caso anterior, la puntuación de la prueba fue de 1 punto si el sujeto conseguía mantener la posición 10 segundos, y de 0 puntos si la mantenía menos tiempo, o si no lo intentaba por falta de equilibrio.

Las instrucciones y la posición del examinador fueron las mismas que en el caso anterior, así como el tiempo de duración de la prueba.



Fig. 15. Posición Semi-Tandem.

III. Equilibrio con los pies en posición de tandem (tandem stand test):



Fig. 16. Pies alineados con dedo talón durante 10 segundos.

Esta última prueba consistió en valorar la capacidad del sujeto para mantener el equilibrio en bipedestación con los pies colocados en una posición de tándem, es decir, con los dos pies alineados de forma que el primer dedo de un pie contacta el talón del pie contralateral (Fig. 16). La prueba se inició mostrándole al sujeto como debía colocarse (Fig. 17) y haciendo una breve demostración. Al igual que en los casos anteriores, se indicó al sujeto que con el fin de mantener la posición podía utilizar sus brazos para equilibrarse, así como flexionar las rodillas siempre y cuando no des-

plazara los pies. En caso de ser necesario se ayudó al sujeto a colocarse en posición, sujetándolo de la mano, para ofrecerle mayor seguridad. Si el sujeto no era capaz de mantener la posición por si mismo se continuó con la prueba de velocidad de marcha.

Las instrucciones y la posición del examinador (Fig. 18) fueron las mismas que en los dos casos anteriores, así como el tiempo de duración de la prueba. A diferencia de las pruebas anteriores de equilibrio en bipedestación, la puntuación en este caso fue de 2 puntos si el sujeto era capaz de mantener 10 segundos la posición; 1 punto si mantenía la posición entre 3 y 9.99 segundos, y de cero puntos si el sujeto se mantenía en la posición menos de 3 segundos. En total, si el sujeto realizaba las tres pruebas de equilibrio manteniendo la posición 10 segundos en cada caso, conseguía la máxima puntuación de 4 puntos.



Fig. 17. *Ayudando al sujeto en la posición.*



Fig. 18. Posición Tándem.

II.3.4.5. Prueba de velocidad de marcha (Gait speed test)

Comenzó con una explicación al sujeto sobre en qué consistía la prueba y para qué se realizaba (Steffen et al., 2002; Wert et al; 2010; Webber et al., 2010; Graham 2010). Las indicaciones verbales que se le dieron a los sujetos fueron: *“debe andar a una velocidad normal, como si se tratara de su marcha diaria cuando anda por la calle”*, ya que la tendencia del sujeto suele ser caminar mucho más rápido de lo normal. Esta prueba también se ha utilizado en enfermos de Alzheimer (Ries et al., 2009).

La prueba se realizó en una sala donde se marcaron dos puntos en el suelo separados por cuatro metros. Más allá de cada una de las marcas había un espacio libre de al menos dos metros, tal y como se recomienda (Ostir et al., 2002).

Una vez explicado, se realizó una demostración para que vieran cómo se debía ejecutar correctamente. La posición de partida fue con los pies tocando la línea de

salida. Para realizar la prueba, el evaluador permaneció cerca del sujeto, acompañándolo durante la marcha para prevenir posibles caídas.

La prueba (Fig. 19) comenzó a la voz de *Preparado, Ya!* y finalizó cuando uno de los pies del participante cruzó completamente la línea de meta. Los sujetos que en su vida diaria utilizaban ayudas técnicas, realizaron la prueba con las mismas (andador, bastón, etc.).



Fig. 19. Test "Gait Speed".

Finalizado este primer intento, se observó la marca realizada por el sujeto y se procedió al segundo registro. Para el análisis de datos se tuvo en cuenta la mejor marca.

Esta prueba mide el tiempo necesario para caminar 4 m a un ritmo normal. Se realizaron dos intentos y se utilizó el mejor tiempo para el análisis (Fig. 20).

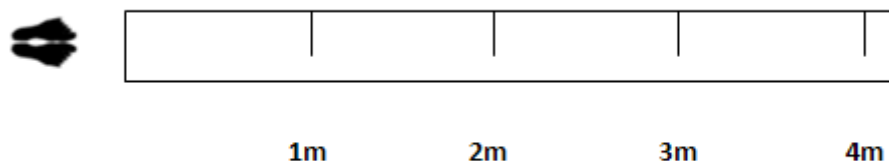


Fig. 20. Dibujo de la marca sobre el piso, para la prueba.

La prueba de velocidad de la marcha en sujetos ancianos ha demostrado tener alta fiabilidad test- retest (Steffen et al., 2002).

II.3.4.6. *Sit to Stand to Sit 30 (STS 30)*

Esta prueba fue descrita en primer lugar por Csuka (Csuka et al., 1985) y se manejó como medida indirecta de fuerza de miembros inferiores. Se ha utilizado en diferentes cohortes, como enfermos renales (Segura et al., 2009) o pacientes con dolor lumbar (Smeets et al., 2006), y consiste en realizar el máximo número de repeticiones de levantarse y sentarse de una silla durante 30 segundos. La silla, de medidas estándar, sin reposabrazos, de aproximadamente 44,5 cm de altura y 38 cm de profundidad, se colocó apoyada en la pared para minimizar riesgos de caídas (Fig. 21). La prueba se inició con el sujeto sentado y con los brazos cruzados en el pecho (Fig. 22). El participante realizó una repetición antes de empezar la prueba para familiarizarse con la misma. Cada repetición comenzó y acabó en la posición de sedestación, y si el anciano estaba de pie cuando finalizó el tiempo de la prueba se contabilizó como media repetición. Al sujeto se le permitió parar en caso de necesitar un descanso y reanudar la prueba, mientras el tiempo transcurría.

Esta prueba ha demostrado, en sujetos entre 55 y 70 años, tener alta fiabilidad test-retest y entre observadores, y correlaciona con la medida de fuerza máxima en una repetición para la fuerza de triple extensión de miembro inferior ('leg press') en cadena cerrada (Ritchie, 2005; Franchignoni, 1998).

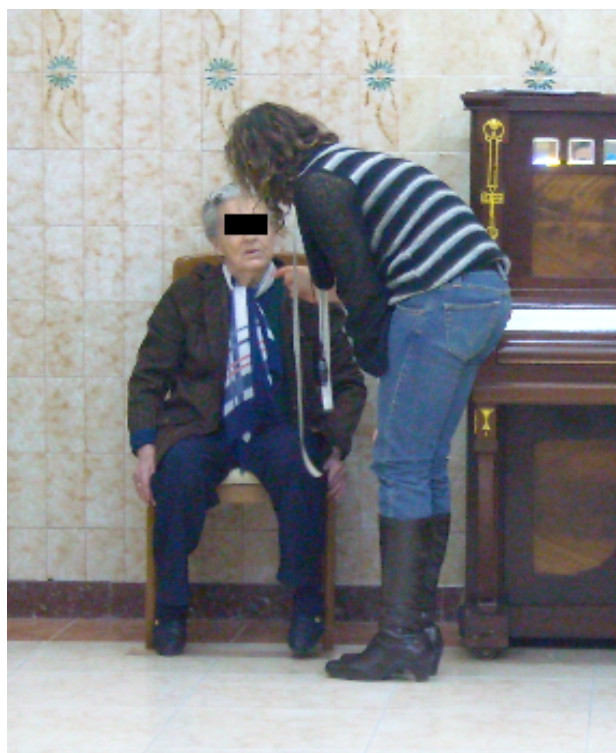


Fig. 21. *Silla en contacto con la pared.*



Fig. 22. *Prueba STS 30".*

II.3.4.7. Test de Flexión

Esta prueba mide la flexibilidad del miembro inferior dominante (Hopkins et al., 1992; Hui et al., 1998; Baltaci et al., 2003; Lopez-Miñarro et al., 2009). El sujeto se sentó al borde de una silla, colocó la pierna contralateral en flexión de rodilla y la homolateral en extensión de rodilla y dorsiflexión de tobillo con apoyo en el suelo. Con ambas manos superpuestas se le pidió que se acercara lo máximo posible a la punta del pie de la pierna a evaluar, manteniendo dos segundos la posición (Fig. 23), flexionando la cadera y evitando la flexión lumbar. Se registró la distancia en cm entre su tercer dedo y la punta del pie (Fig. 24). El sujeto realizó una demostración previa y dos registros posteriores, de los cuáles se utilizó la mejor marca para el análisis posterior.

Esta prueba ha mostrado ser válida y fiable (Rikli y Jones, 1999) para ancianos mayores de 70 años.



Fig. 23. Test Flexión. Colocación de la pierna.



Fig. 24. *Test Flexión. Medición distancia mano pie.*

II.3.4.8. Timed Up & go test

La prueba consiste en registrar el tiempo empleado por el sujeto en levantarse de una silla (de una altura aproximada de 46 cm), caminar una distancia de 2´44 m desde dónde están marcados, darse la vuelta, volver caminando y sentarse nuevamente (Rikli et al., 1999; Rikli et al., 2001; Jones et al., 2002; Rose et al., 2002; Rózańska-Kirschke et al., 2006; Shibata, 2008). Esta prueba fue descrita por Rikli y ha demostrado alto nivel de fiabilidad en población anciana (Steffen et al., 2002; Podsiadlo et al., 1991). Se le explicó al sujeto la prueba y el evaluador hizo una demostración (Fig. 25). A continuación el sujeto realizó una primera repetición de prueba. El investigador le indicó que debía realizarla en el menor tiempo posible, tras lo cual cada sujeto realizó dos intentos y el de menor tiempo se utilizó para su posterior análisis. Se permitió el uso de ayudas técnicas (andador, bastón, etc.) en caso de necesitarlo. El evaluador permaneció atento durante la prueba para minimizar el riesgo de caída. En los sujetos con alteración de la marcha, esta prueba proporciona información sobre el equilibrio, la marcha y la capacidad funcional (Shumway-Cook et al., 2000).

Otras poblaciones sobre las que se ha utilizado la prueba de “Up and Go” han sido personas con enfermedad de Alzheimer (Ries et al., 2009) o Parkinson (Steffen, 2008). Esta prueba también se incluye en la batería de funcionales de Rikli (Rikli et al., 1999; Rikli et al., 2001). Siendo válida y fiable (Rikli y Jones, 1999) para ancianos mayores de 70 años.



Fig. 25. Test “Timed Up & go”.

II.3.4.9. Cuestionario de calidad de vida relacionado con la salud SF-36

El Cuestionario de Salud SF-36 está compuesto por 36 preguntas (ítems) que valoran los estados tanto positivos como negativos de la salud. Se desarrolló a partir de una extensa batería de cuestionarios que incluían 40 conceptos relacionados con la salud. Para crear el cuestionario, se seleccionó el mínimo número de conceptos

necesarios para mantener la validez y las características operativas del test inicial. El cuestionario final cubre 8 subescalas, que representan los conceptos de salud empleados con más frecuencia en los principales cuestionarios de salud, así como los aspectos más relacionados con la enfermedad y el tratamiento (Ware, 2000).

Los 36 ítems del instrumento cubren las siguientes subescalas: *Función física, Rol físico, Dolor corporal, Salud general, Vitalidad, Función social, Rol emocional y Salud mental*. Adicionalmente, el SF-36 incluye un ítem de transición que pregunta sobre el cambio en el estado de salud general respecto al año anterior. Este ítem no se utiliza para el cálculo de ninguna de las escalas pero proporciona información útil sobre el cambio percibido en el estado de salud durante el año previo a la administración del SF-36 (Ware et al., 1993).

Hay 2 versiones del cuestionario en cuanto al período recordatorio: la «estándar» (4 semanas) y la «aguda» (1 semana). El cuestionario está dirigido a personas de ≥ 14 años de edad y preferentemente debe ser autoadministrado, aunque también es aceptable la administración mediante entrevista personal y telefónica. La consistencia interna no presentó diferencias entre los cuestionarios autoadministrados y los administrados mediante entrevista (Ware et al., 1993).

II.4. PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

Los sujetos se distribuyeron de forma aleatoria en uno de los siguientes grupos: *Grupo de Cinesiterapia, Grupo de Electroestimulación, Grupo de cinesiterapia más electroestimulación y Grupo Control*. En todos los casos se realizó un ejercicio de cuádriceps, en cadena abierta, en un movimiento de extensión concéntrica de rodilla partiendo de 90° de flexión hasta 0° de extensión, estando el sujeto en sedestación sobre una camilla de tratamiento, con apoyo en la zona dorsal. El sujeto debía volver a la posición inicial de 0° de extensión mediante una contracción excéntrica. Los tiempos de contracción, controlados por un metrónomo, fueron 1 segundo de contracción concéntrica, 2 segundos de contracción isométrica en extensión completa de rodilla, 1 segundo de contracción excéntrica y 2 segundos de descanso entre repeticiones. La elección de estos tiempos para todos los grupos vino determinada por el

programa de electroestimulación aplicado, de forma que los grupos fueran comparables en el factor tiempo de contracción y de reposo. En cada cuádriceps se realizaron 3 series de 15 repeticiones de forma alterna, de modo que el periodo de descanso de una pierna coincidiera con el tiempo de trabajo de la pierna contralateral. El tratamiento en todos los grupos se realizó en días alternos, en horario de mañana.

A todos los grupos se les pidió que continuaran realizando las actividades cotidianas tratando de alterarlas lo menos posible.

II.4.1. Grupo Cinesiterapia (CT)

Se utilizaron cargas del 40% (Fig. 26) en base a los resultados obtenidos en 1RM previa. El peso se aumentó progresivamente a razón de 0'5 Kg cada 6 sesiones.



Fig. 26. Lastres.

En este grupo se implementó un programa basado en el trabajo de la fuerza resistencia muscular de cuádriceps (Fig. 27 y 28).



Fig. 27. Aplicación de cargas.



Fig. 28. El ejercicio de extensión de rodilla con carga.

II.4.2. Grupo Electroestimulación (ES)

Este segundo grupo siguió una pauta de electroestimulación (EEM) sobre los músculos cuádriceps de ambos miembros inferiores en series alternativas. El programa se realizó con las piernas descubiertas, para la aplicación de los electrodos adhesivos de tamaño 5 cm x 5 cm (Fig. 29), alcanzando la extensión de 0 grados, con la ayuda de la corriente en la ejecución del ejercicio (Fig. 30).

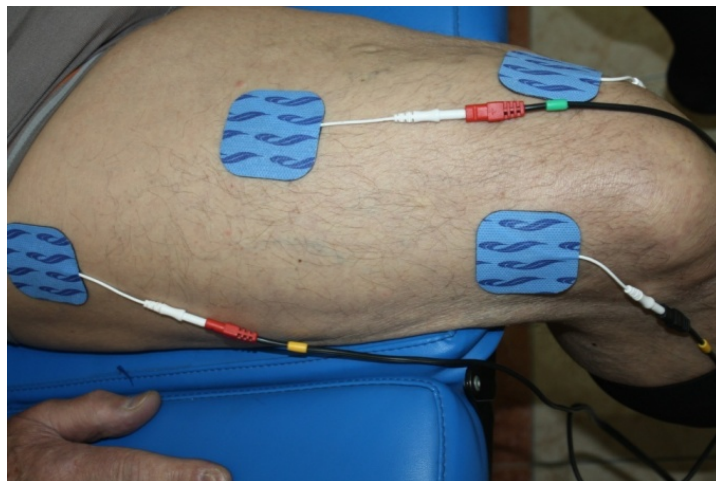


Fig. 29. Colocación del sujeto y los electrodos.



Fig. 30. El ejercicio de extensión de rodilla con corriente.

En el presente estudio se utilizó un equipo portátil de electroestimulación muscular **TensMed S82** con dos salidas (doble bipolar) (Fig. 31), detallado en el Anexo VI. Instrumentación.



Fig. 31. Aparato de electromusculación.

Durante el entrenamiento con EEM se tuvieron en cuenta los parámetros de frecuencia de impulso, anchura de impulso, rampa de subida de intensidad de impulso, rampa de bajada de intensidad de impulso, tiempo de trabajo y tiempo de reposo (Pombo et al., 2004) ya que determinan la efectividad de la técnica de EEM (ANEXO VI). El tipo de impulso empleado fue el bifásico rectangular simétrico. La frecuencia de impulso utilizada en este estudio fue 50Hz, que pretende activar tanto las fibras musculares tipo I como las de tipo II y amplitud de impulso de 400 μ s. El programa utilizado empleaba un tiempo de trabajo de 4 segundos (1 segundo de contracción concéntrica, 2 segundos de contracción isométrica en extensión completa de rodilla, 1 segundo de contracción excéntrica), seguidos de 2 segundos de pausa. Se eligió

esta pauta por su parecido a la cadencia media de la marcha, de tal forma que se buscó que el trabajo de electroestimulación simulará esa actividad funcional (Coarasa et al., 2001). Con referencia a la intensidad, ésta se fijaba por encima del umbral de contracción. Cuando se trabaja mediante EEM, la intensidad varía de forma individual en función de distintos parámetros fisiológicos, como son la conductancia de la piel, la capacidad subjetiva de soportar dolor, así como de otros factores de difícil identificación. En este estudio, al tratarse de personas de edad avanzada, y procurando en todo momento evitar posibles lesiones, se actuó de forma muy conservadora (Mazzeo & Tanaka, 2001; Latham, 2003; Takano et al., 2010), manteniendo las intensidades sin progresión.

El programa de tratamiento utilizado se describe en el Anexo VI (Fig. 32).



Fig. 32. Intensidades en mA.

II.4.3. Grupo Cinesiterapia más Electroestimulación (CT+ES)

La pauta de tratamiento en este grupo fue la misma que en los grupos anteriores, es decir, se realizaba el mismo ejercicio de cuádriceps en ambos miembros inferiores con series alternativas. Con el mismo plan de aumento progresivo de cargas, manteniendo el número de series y de repeticiones, pero combinando el ejercicio con cargas y la ayuda de la electroestimulación aplicada con los mismos parámetros que en el grupo que se administraba únicamente electroestimulación (Fig. 33 y 34).



Fig. 33. Colocación de la participante para electroestimulación y carga.



Fig. 34. El ejercicio de extensión de rodilla con carga y con corriente.

II.4.4. Grupo Control (C)

En este grupo, los sujetos realizaban una contracción de iguales características que el grupo de carga pero sin lastres (sólo venciendo la gravedad) ni electroestimulación (Fig. 35 y 36). Los tiempos de contracción se controlaron gracias al temporizador del aparato de electroestimulación, con el mismo programa de electroterapia (Fig. 37), respetando los tiempos de contracción y reposo.



Fig. 35. Movimientos de contracción y relajación.



Fig. 36. El ejercicio sin carga ni corriente.



Fig. 37. Tiempos de contracción, siguiendo el temporizador.

II.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Todos los resultados de los Test funcionales fueron tratados mediante el programa de análisis estadístico SPSS 15.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) para Windows. Las variables continuas se describen como media \pm la desviación estándar (DE) en caso de distribución normal, o como mediana y rango.

El método estadístico utilizado para calcular las diferencias intergrupo e intra-grupo, así como las asociaciones entre las distintas variables fue, para variables continuas, un modelo de dos factores con medidas repetidas en un factor (modelo mixto o Split-Plot). Se exploró si las variables dependientes cumplían los supuestos de normalidad de la muestra (prueba de Kolmogórov-Smirnov, Asimetría y Curtosis), homogeneidad de las varianzas (prueba de Levene) e igualdad de las matrices de covarianzas (estadístico de Box).

En caso de cumplirse la homogeneidad de varianzas, la prueba post-hoc empleada fue el test de Tukey, y en caso contrario se utilizó la prueba de Games-Howel. Para evitar una inflación del error tipo I al realizarse varios análisis sobre una misma muestra se aplicó una corrección de Bonferroni.

El análisis de los datos se realizó por intención de tratar.

Las variables del estudio fueron:

- Perímetro muscular por sección transversal (CSA. cross-sectional áreas) en el *rectus femoris* de ambos cuádriceps (Ecografía).
- Dinamometría MMSS.
- Dinamometría MMII.
- Distancia recorrida en la prueba 6MWT.
- Índice de Barthel.
- Escala de Berg.
- Equilibrio (Balance Test).
 - Side By side.
 - Semi-Tandem stand.
 - Tandem stand.
- Velocidad de marcha (Gait Speed Test).
- Número de repeticiones en 30 segundos del gesto de levantarse de una silla (STS 30”).
- Flexibilidad medida en centímetros (Test Flexión).
- Funcionalidad, medida en segundos para realizar una tarea específica (Up&Go Test).
- Calidad de vida relacionada con la salud (cuestionario SF-36).

III. RESULTADOS

RESULTADOS

Durante la intervención no se produjeron caídas, quemaduras eléctricas, ni ningún otro tipo de accidente.

VARIABLES (N=89)	GRUPOS			
	CT (N=22) 8♂ 14♀	ES (N=21) 7♂ 14♀	CT + ES (N=22) 8♂ 14♀	C (N=24) 8♂ 16♀
EDAD (años)	88 (5,14)	84,2 (2,77)	83,44 (3,36)	84,7 (6,5)
PESO (kg)	65,78 (13,65)	60,95 (3,8)	67,31 (14,21)	63,4 (11,48)
TALLA (cm)	156 (8,51)	151,8 (9,93)	157,78 (11,27)	155,5 (6,87)
IMC (kg/m ²)	26,92 (4,5)	26,64 (3,19)	26,84 (3,73)	26,15 (4,16)

Tabla II. Edades, peso, talla e Índice de Masa Corporal en los cuatro grupos: CT (Cinesiterapia), ES (Electroestimulación), CT+ES (Cinesiterapia más electroestimulación), C (Control).

En la siguiente representación gráfica se muestra el flujo de ejecución del proceso (Fig. 38).



Fig. 38. Diagrama de flujo con los grupos y la población participante.

CT, cinesiterapia; ES, electroestimulación; CT + ES, cinesiterapia + electroestimulación; C; control; IT, Análisis por intención de tratar.

Los resultados del test de Kolmogorov-Smirnov mostraron que todas las variables del estudio siguieron una distribución normal.

Los resultados del ANOVA de un factor, a excepción de la variable función física y salud mental en el cuestionario SF-36, no mostraron diferencias significativas entre grupos en ninguna de las variables del estudio pre-intervención.

En las tablas III, IV y V se muestran los resultados del ANOVA de los efectos principales del factor Tiempo (T), factor Tratamiento (TTO) y de la interacción Tratamiento x Tiempo (TTO x T), de todas las variables del estudio.

VARIABLES (N=89)	GRUPOS								Efectos principales (<i>valor p</i>)		
	CT (N=22) ♂8 ♀14		ES (N=21) ♂7 ♀14		CT + ES (N=22) ♂8 ♀14		C (N=24) ♂8 ♀16		T	TTO	TTO x T
	Pre-Interv.	Post-Interv.	Pre-Interv.	Post-Interv.	Pre-Interv.	Post-Interv.	Pre-Interv.	Post-Interv.			
ECOGRAFÍA DERECHA (cm²)	3,59 (0,85)	4,26 (1,14)	2,81 (0,58)	3,91 (1,49)	2,96 (0,67)	4,55 (1,24)	3,98 (1,39)	4,29 (1,58)	<0,0001	0,73	0,023
ECOGRAFÍA IZQUIERDA (cm²)	3,52 (1,15)	3,76 (1,38)	3,37 (1,43)	3,98 (1,51)	3,34 (1,17)	4,43 (1,36)	3,64 (1,17)	4,26 (1,9)	0,0003	0,71	0,312
DINAMOMETRÍA MMSS D. (Kg)	22,1 (6,23)	21,3 (5,6)	17,2 (6,9)	16 (7,18)	21,22 (9,48)	19,89 (10,28)	19,4 (6,45)	17,8 (5,88)	<0,0001	0,98	0,671
DINAMOMETRÍA MMSS I. (Kg)	20 (4,24)	18,9 (4,93)	16,8 (7,53)	15 (5,57)	19,22 (8,44)	18,3 (9,27)	19,4 (7,01)	17,7 (6,75)	0,007	0,978	0,671
DINAMOMETRÍA MMII D. (Kg)	15,79 (5,54)	17,06 (6,84)	16,96 (5,34)	15,9 (7,43)	16,36 (5,16)	17,33 (6,82)	16,97 (6,18)	16,13 (6,44)	0,877	0,753	0,856
DINAMOMETRÍA MMII I. (Kg)	15,37 (4,26)	15,52 (5,26)	16,02 (4,87)	15,82 (5,59)	15,71 (4,78)	16,99 (6,62)	15,89 (6,66)	16,01 (6,31)	0,896	0,743	0,681

Tabla III. Resultados del ANOVA el factor Tiempo (T), factor Tratamiento (TTO) y de la Interacción Tratamiento x Tiempo (TTO x T).

VARIABLES (N=89)	GRUPOS								Efectos principales (valor p)		
	CT (22) ♂8 ♀14		ES (N=21) ♂7 ♀14		CT + ES (N=22) ♂8 ♀14		C (N=24) ♂8 ♀16		T	TTO	TTO x T
	Pre-Interv.	Post-Interv.	Pre-Interv.	Post-Interv.	Pre-Interv.	Post-Interv.	Pre-Interv.	Post-Interv.			
6MWT (Metros)	251,4 (105,03)	278,6 (81,48)	283,4 (116,01)	287,2 (126,5)	344,33 (88,24)	343,22 (121,78)	337,1 (94,53)	327,8 (111,28)	0,313	0,684	0,49
BARTHEL	83 (14,57)	92 (7,15)	85 (17,32)	89 (8,94)	91,67 (10,31)	94,44 (8,82)	95 (5,77)	96 (5,16)	0,0004	0,467	0,555
BERG	44,6 (7,66)	46,4 (10,459)	48,4 (3,21)	50,4 (2,88)	48,11 (3,62)	50,11 (5,3)	48,5 (5,25)	50,4 (2,8)	0,026	0,496	0,488
EQUILIBRIO (Escala 1-4)	2,1 (0,99)	2,7 (1,16)	2,8 (1,1)	3,6 (0,89)	2,67 (1,41)	3,33 (0,87)	3,2 (0,92)	3,4 (0,84)	0,0001	0,213	0,745
VELOCIDAD MARCHA (Segundos)	8,42 (2,75)	6,03 (1,69)	6,15 (2,24)	4,69 (1)	6,35 (2,03)	5,30 (2,13)	5,83 (1,11)	4,35 (0,9)	<0,0001	0,12	0,637
STS-30 (Repeticiones)	7,4 (4,74)	7,7 (3,27)	9,4 (3,05)	9 (3,16)	9,78 (3,11)	10,11 (3,41)	9,5 (3,06)	10 (2,67)	0,203	0,738	0,873
TEST FLEXIÓN (cm)	12,18 (7,87)	12,15 (6,62)	16,8 (11,65)	15,1 (9,86)	9,67 (10,27)	13,33 (8,05)	10,8 (9,75)	16,85 (11,89)	0,057	0,858	0,108
TUG (Segundos)	14,37 (6,53)	12,92 (4,69)	10,36 (3,63)	10,58 (3,18)	11,05 (5,36)	10,44 (4,46)	9,27 (1,88)	9,86 (2,57)	0,525	0,716	0,249

Tabla IV. Resultados del ANOVA el factor Tiempo (T), factor Tratamiento (TTO) y de la Interacción Tratamiento × Tiempo (TTO × T).

VARIABLES (N=57)	GRUPOS								Efectos principales (<i>valor p</i>)		
	CT (N=22) ♂8 ♀14		ES (N=21) ♂7 ♀14		CT + ES (N=22) ♂8 ♀14		C (N=24) ♂8 ♀16		T	TTO	TTO × T
	Pre-Interv.	Post-Interv.	Pre-Interv.	Post-Interv.	Pre-Interv.	Post-Interv.	Pre-Interv.	Post-Interv.			
Función Física	68,4±21,3	70,4±26,0	44,5±20,4	58,6±24,7	49,3±31,3	61,4±29,0	73,4±19,7	74,0±17,2	0,002	0,024	0,142
Rol Físico	65,9±35,8	88,6±20,5	65,3±43,0	90,3±19,4	46,4±40,3	82,7±37,3	82,8±33,8	83,3±36,2	0,001	0,351	0,202
Dolor Corporal	65,4±29,5	66,5±30,0	54,7±28,6	45,7±25,5	52,8±26,7	59,9±28,4	61,9±26,1	60,5±25,8	0,972	0,371	0,431
Salud General	50,4±17,8	51,5±20,7	45,2±15,7	40,2±15,8	50,3±18,1	50,2±19,0	53,3±16,4	51,3±17,5	0,417	0,327	0,677
Vitalidad	55,9±22,2	66,8±19,0	56,1±17,5	49,4±11,2	50,4±20,1	50,4±14,9	61,9±19,1	54,3±14,5	0,933	0,293	0,012
Función Social	70,5±21,1	77,3±18,4	66,7±20,6	69,4±22,4	63,4±18,0	78,8±21,3	78,1±21,2	73,3±17,6	0,052	0,689	0,113
Rol Emocional	54,5±47,8	84,8±31,1	72,2±41,6	90,7±27,5	56,0±47,9	84,6±32,2	83,3±27,2	100,0±0,0	0,000	0,135	0,671
Salud Mental	65,1±14,5	72,4±12,8	58,3±15,9	63,6±10,0	57,2±13,4	65,2±14,9	72,0±13,6	70,9±12,1	0,009	0,039	0,477
Componente Físico	44,7±6,8	44,7±8,3	38,0±6,9	39,0±6,9	38,6±8,7	42,2±10,9	44,3±9,4	42,7±9,1	0,377	0,154	0,385
Compone Mental	42,0±11,0	49,7±9,3	45,6±8,9	48,0±7,7	41,9±9,4	47,7±6,0	49,1±8,7	50,3±4,5	0,000	0,317	0,187

Tabla V. Resultados del ANOVA el factor Tiempo (T), factor Tratamiento (TTO) y de la interacción Tratamiento × Tiempo (TTO × T)

Los resultados del ANOVA muestran significación ($p < 0,05$) para los efectos principales del factor Tiempo en las variables perímetro ecográfico del *rectus femoris* (dcho. e izdo.), dinamometría de mano (dcha. e izda.), escalas de Barthel y Berg, test de equilibrio (resultado de la suma de los valores de las 3 pruebas) y pruebas de velocidad de la marcha (Gait Speed Tests). En las siguientes figuras (Figs. 39 a 45) se muestran las comparaciones por pares de algunas variables del estudio.

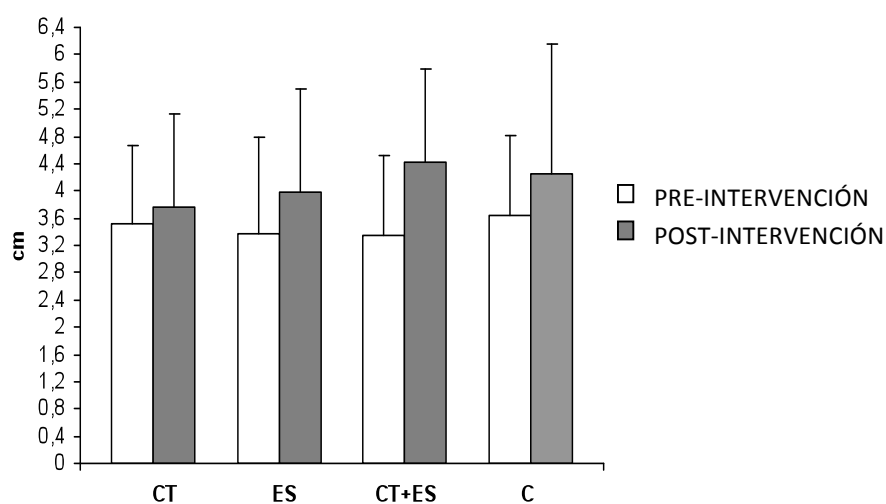


Fig. 39. Ecografía Rectus Femoris Izdo.

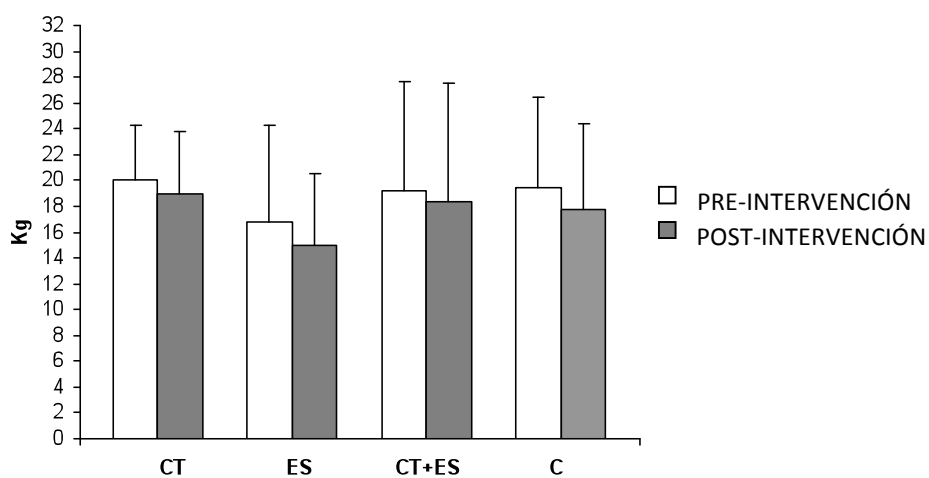


Fig. 40. Dinamometría Mano Izda.

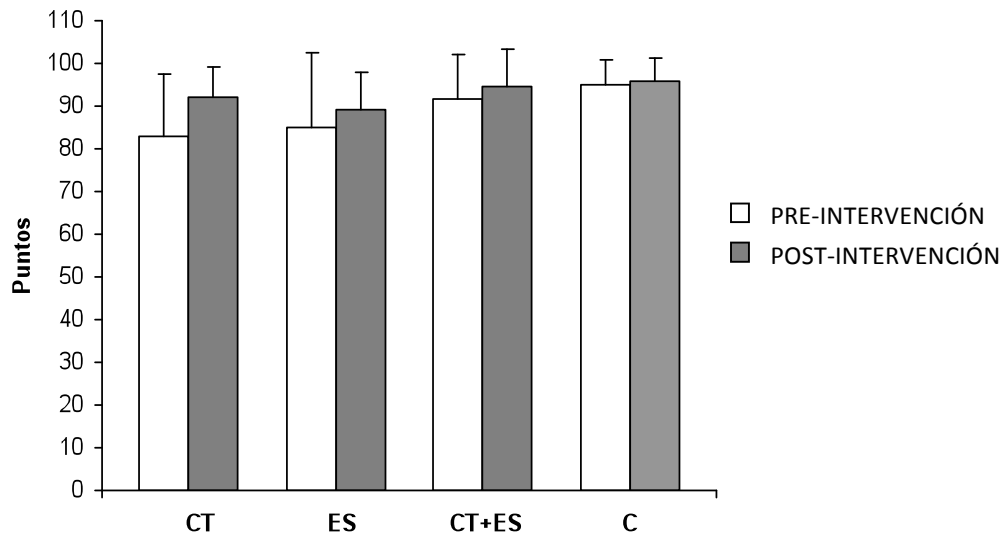


Fig. 41. Escala de Barthel.

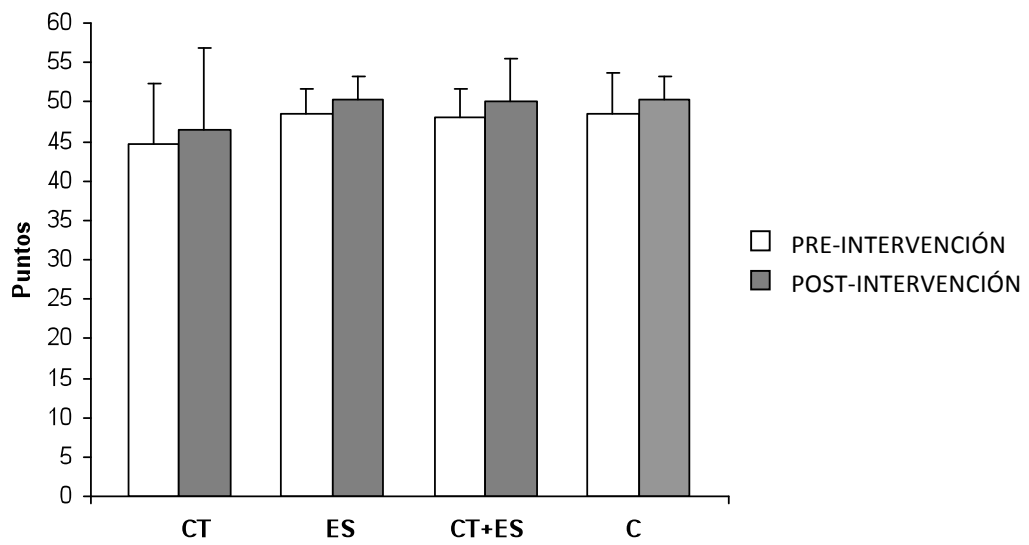


Fig. 42. Escala de Berg.

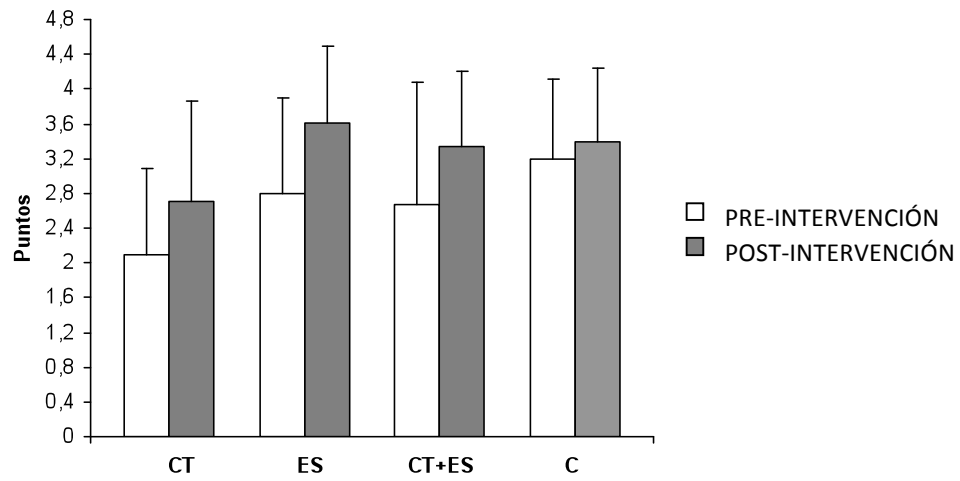


Fig. 43. Test de Equilibrio

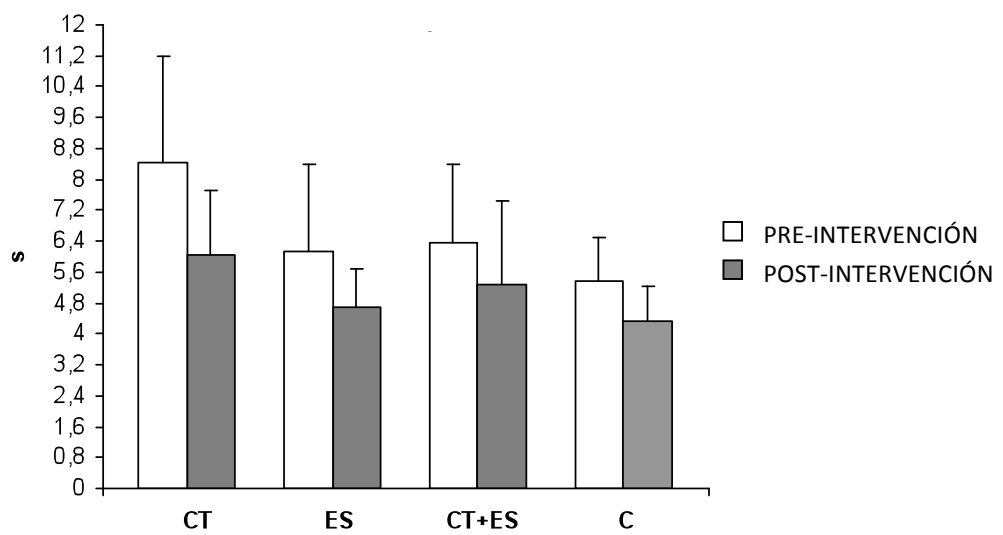


Fig. 44. Test de Velocidad de la Marcha

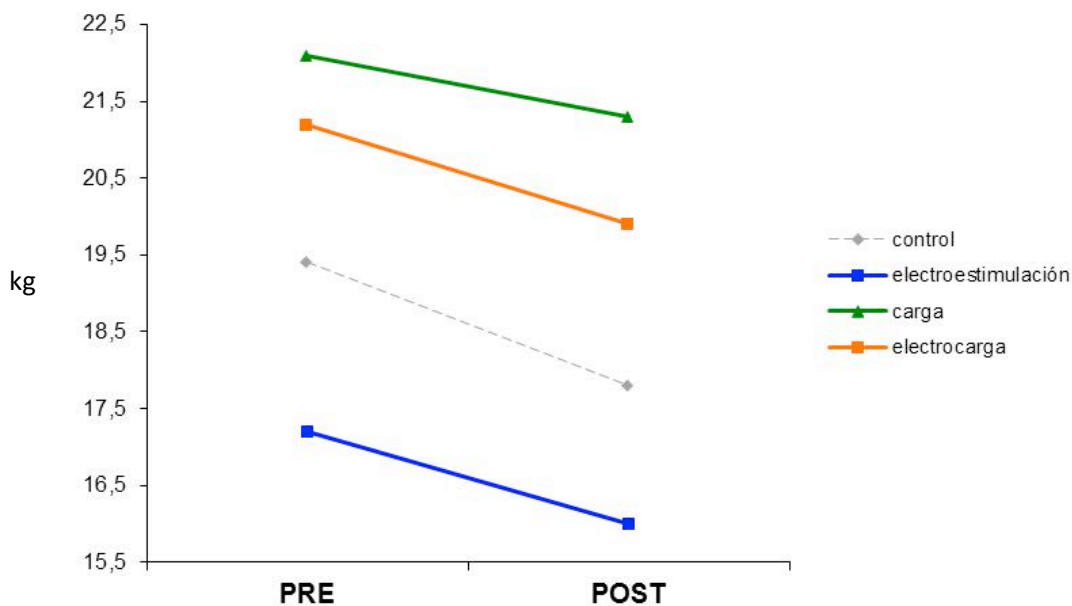


Fig.45. Dinamometría Mano derecha.

Los resultados del ANOVA de dos factores muestran una interacción significativa de tratamiento por tiempo para la variable perímetro ecográfico del *rectus femoris* derecho. La comparación por pares muestra un aumento significativo de esta variable en los grupos CT, ES y CT+ES tras la intervención, no mostrando cambios significativos en el grupo control (Fig. 46).

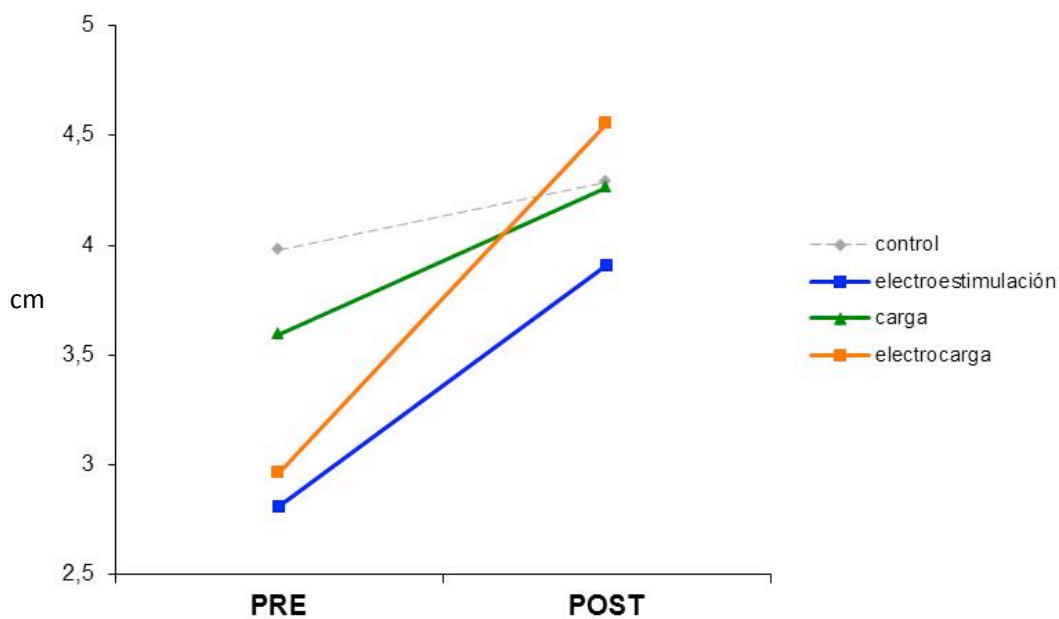


Fig. 46. Ecografía Rectus Femoris derecho.

En las siguientes figuras se muestran las ecografías pre (Fig. 47) y post-intervención (Fig. 48) del perímetro del *rectus femoris* derecho de un sujeto del grupo CT+ES.



Fig. 47. Ecografía Pre-intervención.

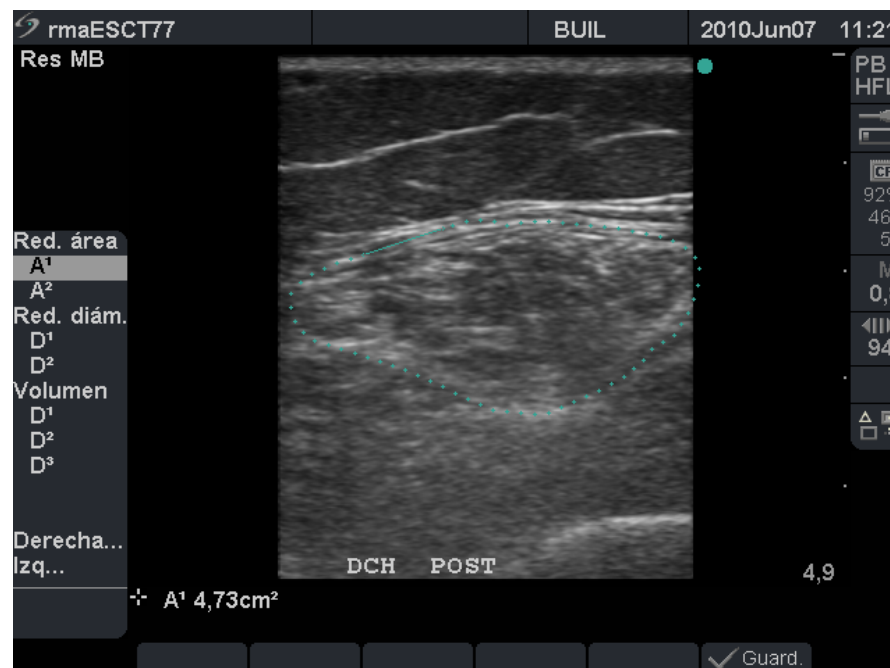


Fig. 48. Ecografía Post-intervención.

Respecto a los resultados de la intervención sobre la calidad de vida relacionada con la salud, medidos mediante el cuestionario SF-36, los resultados hacen referencia a las 8 subescalas y los dos componentes del cuestionario (Tabla V). La función física de los grupos control y electroestimulación al inicio mostró una diferencia significativa, al igual que la salud mental fue distinta entre grupo control y electrocarga por lo que la aleatorización no impidió que los grupos fueran distintos en estas variables. Los resultados del ANOVA muestran resultados significativos para los efectos principales de la interacción de tiempo y grupo en la subescala de vitalidad. La comparación por pares muestra un aumento significativo de esta variable en el grupo carga tras la intervención, no mostrando cambios significativos en el resto de grupos (Fig. 49). El ANOVA muestra resultados significativos para los efectos principales del factor tiempo en las subescalas función física (Fig. 50), salud mental (Fig. 51), rol emocional (Fig. 52), rol físico (Fig. 53) y el componente mental del cuestionario (Fig. 54). No se obtuvieron resultados significativos para el dolor corporal, salud general, función social, ni para el componente físico del cuestionario.

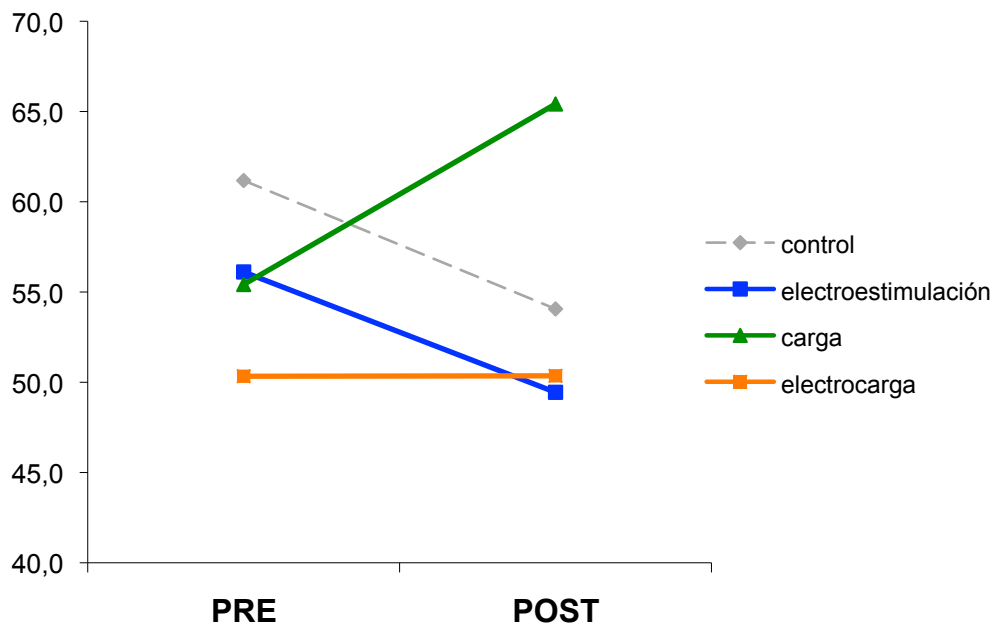


Fig. 49. Efecto interacción tratamiento y tiempo para la subescala de **Vitalidad** del cuestionario SF-36.

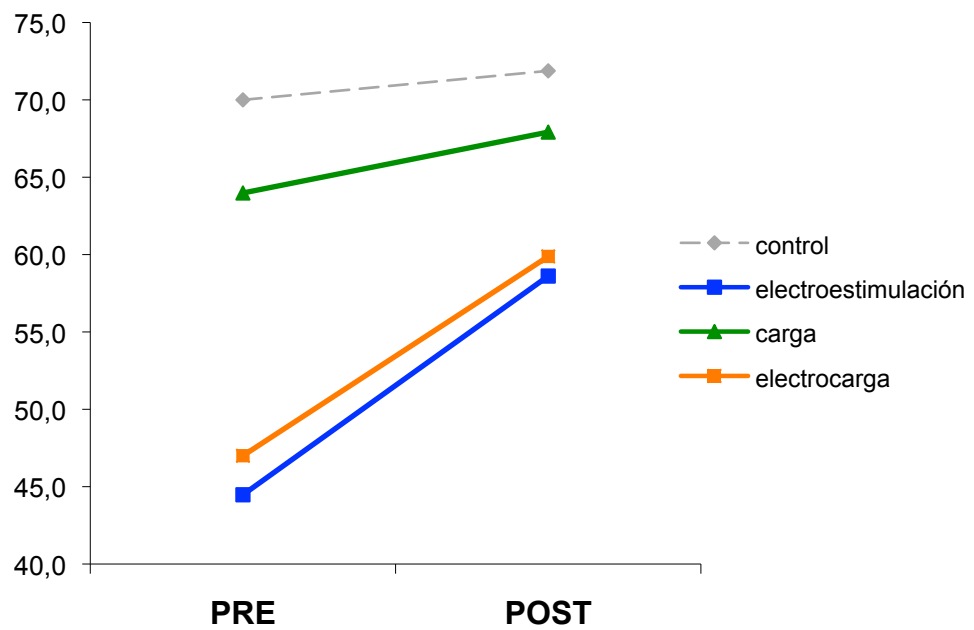


Fig. 50. Efecto del tiempo para la subescala de **Función Física** del cuestionario SF-36.

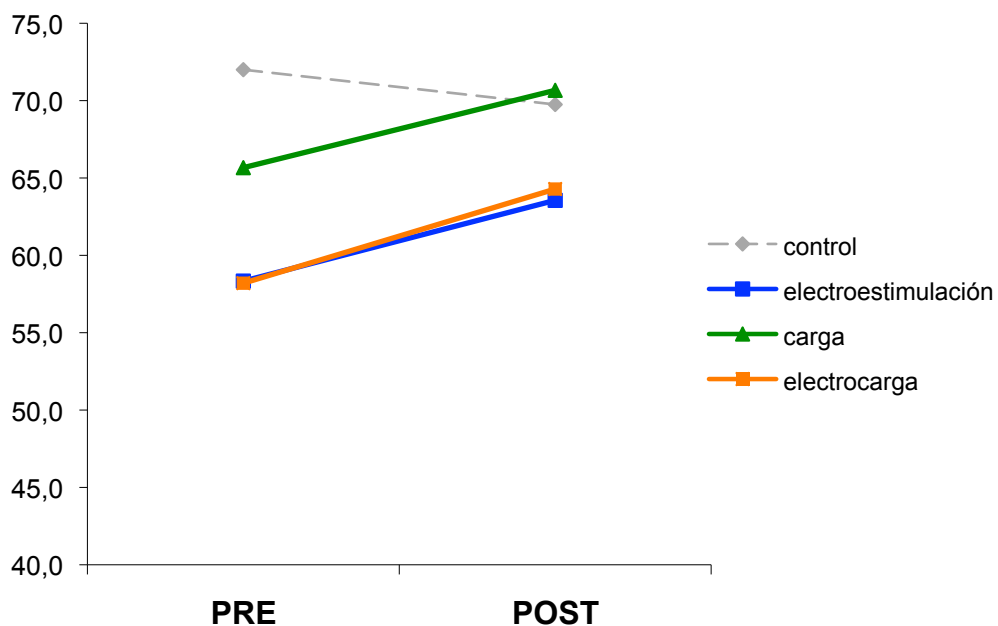


Fig. 51. Efecto del tiempo y efecto del grupo para la subescala de **Salud Mental** del cuestionario SF-36.

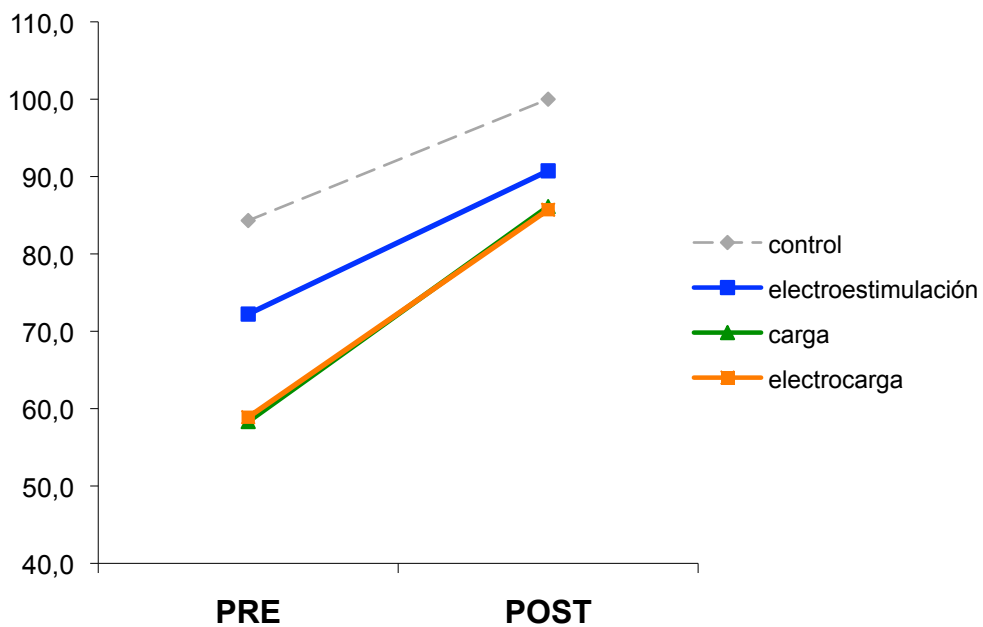


Fig. 52. Efecto del tiempo para la subescala de **Rol Emocional** del cuestionario SF-36.

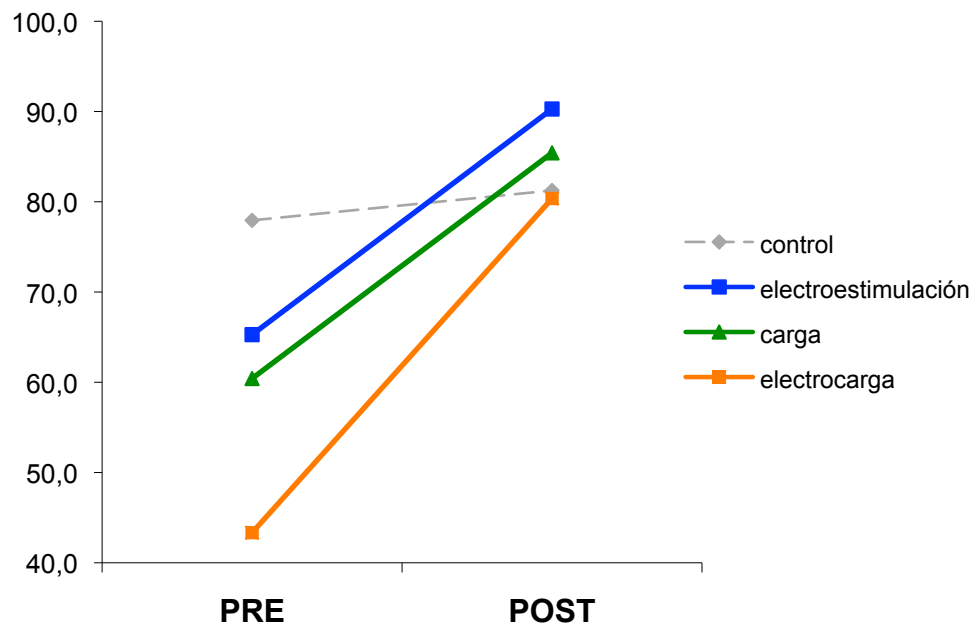


Fig. 53. Efecto del tiempo para la subescala de **Rol Físico** del cuestionario SF-36.

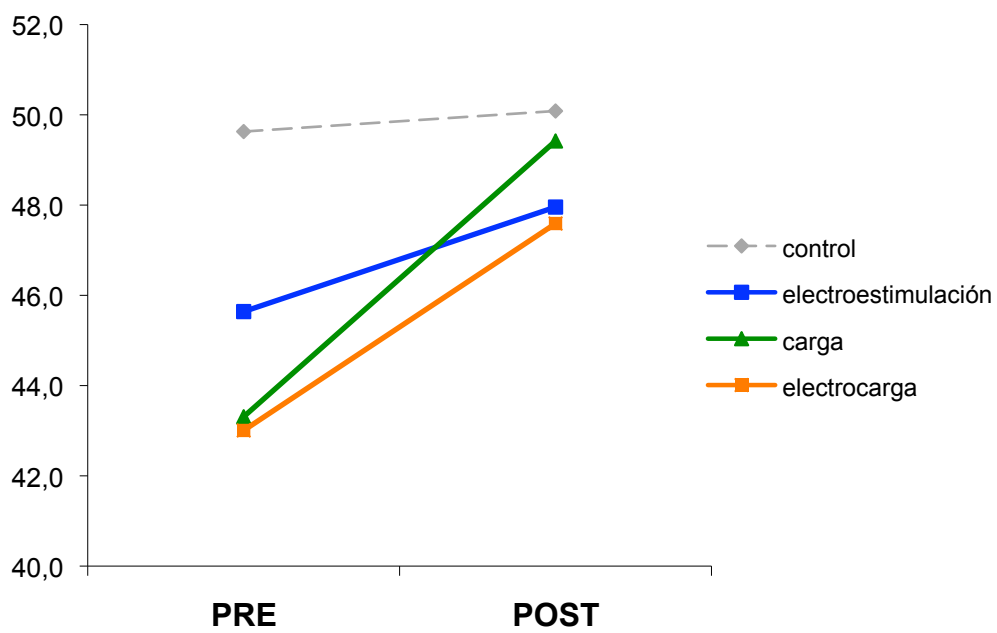


Fig. 54. Efecto del grupo para la subescala de **Componente Mental** del cuestionario SF-36.

IV. DISCUSIÓN

IV. DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio fue comparar los efectos de distintos programas de cinesiterapia y/o electroestimulación sobre la capacidad funcional y sobre la calidad de vida relacionada con la salud en la población de la cuarta edad.

El diseño de los 3 programas (CT, ES, CT+ES) fue equivalente en varios aspectos: duración de la intervención (14 semanas), número de sesiones semanales (3), tipo de ejercicio (90° de flexo-extensión de rodilla desde sedestación), duración del ejercicio (4 segundos de trabajo activo) y número de series por repeticiones del ejercicio (3 x 15 con cada pierna). En otros aspectos como la intensidad del ejercicio o el tipo de contracción muscular no pudo certificarse la equivalencia absoluta entre programas debido a sus distintas características, si bien en todos los programas la intensidad fue moderada-baja.

En este estudio aleatorizado y controlado, el grupo control, por motivos éticos, realizó la misma intervención que el grupo de cinesiterapia, pero libre de carga y sin ningún tipo de progresión en el ejercicio (flexo-extensiones de miembros inferiores sin lastres).

Las pruebas y cuestionarios utilizados en el presente estudio, han sido previamente validados y las variables analizadas se han empleado en múltiples intervenciones descritas en la literatura científica tal y como muestran los estudios de validez y fiabilidad detallados en el apartado de la metodología.

La ausencia de diferencias significativas (a excepción de la variable función física y salud mental en el cuestionario SF-36) entre las variables de estudio en la comparación pre-intervención de los distintos programas, certificó el éxito de la aleatorización.

Los resultados del ANOVA mixto mostraron diferencias significativas para los efectos principales del factor tiempo en las variables perímetro ecográfico del *rectus femoris* (derecho e izquierdo), puntuaciones en las escalas de Barthel y de Berg, en los tests de equilibrio y de velocidad y en las subescalas (función física, rol físico, rol emocional y salud mental) y componente mental del cuestionario SF-36. Por otra

parte, los resultados del ANOVA sólo mostraron diferencias significativas para los efectos principales de la interacción tiempo x tratamiento en las variables perímetro ecográfico del *rectus femoris* derecho y subescala de vitalidad del cuestionario SF-36. Las pruebas post-hoc revelaron una mejora significativa en estas dos variables en los tres grupos de tratamiento (CT, ES y combinado). A excepción de estas dos últimas variables y en contra de lo establecido en nuestra primera hipótesis del estudio, no podemos afirmar que ninguna de las variables referidas mejorase más en alguno de los grupos de tratamiento respecto al grupo control. De hecho, en el grupo control, las variables perímetro ecográfico del *rectus femoris* izquierdo, las puntuaciones de las escalas de Barthel y de Berg, las puntuaciones en los test de equilibrio y de velocidad y las puntuaciones en algunas de las subescalas (función física, rol físico, rol emocional) y en el componente mental del cuestionario SF-36, sorprendentemente, también mejoraron. Estas mejoras pueden atribuirse al hecho de que el grupo control, en sentido estricto, no fue tal. Efectivamente, aunque los sujetos no utilizaron cargas adicionales para la realización de los ejercicios, sí que movilizaron el peso de sus propias piernas. Y aunque dicha carga consistió en superar la gravedad, pudo ser suficiente para conseguir adaptaciones en una población, la cuarta edad, caracterizada por unas cualidades físicas básicas limitadas, y por ello fácilmente mejorables. Asimismo, las intensidades de las tres intervenciones (CT, ES, CT + ES), estratégicamente bajas en comparación con las utilizadas en los ensayos clínicos controlados y aleatorizados, publicados hasta la fecha, no fueron lo suficientemente elevadas como para conseguir mejoras significativas en las variables referidas en relación al grupo control. Y tampoco fueron lo suficientemente distintas como para conseguir diferencias entre los 3 grupos de intervención, rechazándose así también nuestra segunda hipótesis del estudio.

Por tanto, una primera conclusión general de nuestro estudio sería que una intervención con las características comunes anteriormente descritas (14 semanas, 3 días ejercicio/semana, 3 x 15 repeticiones de flexo-extensiones 90°, 4 segundos de contracción, intensidad moderada-baja), independientemente de la forma de trabajo (CT, ES, CT+ES, CONTROL (sin lastres)), mejora significativamente las variables comentadas en los párrafos precedentes.

La mayor parte de trabajos publicados hasta la fecha se han realizado utilizando la cinesiterapia como herramienta terapéutica para la mejora de la fuerza en tercera edad (Charette, 1991; Chin A Paw, 2006; DeBeliso, 2005; Fahlman, 2002; Fatouros, 2002; Fatouros, 2005; Frontera, 2003; Haykowsky, 2000; Kalapotharakos, 2005; Lamoureux, 2003; Latham, 2003; McCartney, 1995; Parkhouse, 2000; Seynnes, 2004; Simoneau, 2006; Singh, 1997; Skelton, 1996; Sousa, 2005; Taaffe, 1996; Taaffe, 1999).

Las intensidades empleadas han oscilado entre el 50-85% de 1RM, si bien la inmensa mayoría ha utilizado intensidades superiores al 60% de 1RM (Charette, 1991; Chin A Paw, 2006; Fahlman, 2002; Fatouros, 2002; Taaffe, 1999; Haykowsky, 2000; Kalapotharakos, 2005; Lamoureux, 2003; Parkhouse, 2000; Seynnes, 2004; Singh, 1997). La duración de los programas ha variado desde 10 hasta 52 semanas, con una periodicidad de entre 2 (Chin A Paw, 2006; DeBeliso, 2005; Simoneau, 2006; Takano, 2010; Taaffe 1999) y 3 (Charette, 1991; Fahlman, 2002; Fatouros, 2002; Fatouros, 2005; Frontera, 2003; Haykowsky, 2000; Kalapotharakos, 2005; Lamoureux, 2003; Latham, 2003; McCartney, 1995; Parkhouse, 2000; Rosado, 2008; Seynnes, 2004; Singh, 1997; Skelton, 1996; Sousa, 2005; Suetta, 2004; Taaffe, 1996; Taaffe 1999) sesiones de entrenamiento semanales.

En todas las intervenciones de 12 o más semanas de duración, con 3 sesiones de entrenamiento semanales e intensidades superiores al 50% de la 1RM se han conseguido mejoras significativas en la fuerza.

Otras intervenciones han fracasado en su objetivo de mejorar la fuerza de miembros inferiores. Estas intervenciones se han caracterizado, bien por una escasa periodicidad de ejercicio (2 sesiones semanales), o bien por una duración inferior a 12 semanas. Así, Simoneau en 2006 no consiguió mejoras en la fuerza en un grupo de 157 ancianos con una media de edad de 81 años tras un programa de 24 semanas de duración, con una periodicidad semanal de 2 días de ejercicio a la semana y una intensidad que aumentó progresivamente desde 50 a 70 1RM; Chin A Paw en 2006 tampoco consiguió mejoras en una muestra de 20 ancianos de 78 años de edad con un programa de características similares (24 semanas; 2 sesiones por semana), pero

con intensidades superiores (60 a 80 1RM); y Latham en 2003 no consiguió mejoras con un programa de 10 semanas de duración (3 sesiones por semana; 50-80% 1RM).

Mucho más reducido es el número de trabajos que han utilizado la electroterapia; sola o combinada con cinesioterapia, con el objetivo de mejorar la fuerza, con resultados distintos. Mientras Takano en 2010 evidenció mejoras significativas en el área de sección transversal del *quadriceps femoris* (9% mejora) y en el torque extensor de las rodillas (14% mejora) tras un programa combinado de electroterapia y cinesioterapia (40Hz, 10 series x 10 repeticiones de flexo-extensión de rodilla) de 12 semanas con 2 sesiones semanales en una muestra de 20 ancianos con una edad media de 68 años, Suetta en 2004 sólo pudo encontrar mejoras significativas en la sección transversal del *quadriceps femoris* tras un programa de electroterapia (40Hz; 250 ms; 10 segundos de trabajo y 20 segundos de pausa) de 12 semanas y 1 hora diaria, en una muestra de 36 ancianos de edades comprendidas entre 60 y 86 años.

En el diseño de nuestros programas se tuvo como referencia los parámetros utilizados y los resultados obtenidos por otros autores. Por ello, la duración de las intervenciones fue superior a 12 semanas (14) y la periodicidad de entrenamiento superior a 2 sesiones semanales (3 sesiones por semana). En relación al parámetro intensidad, se ha demostrado que la ganancia de fuerza es mayor cuanto mayor es la intensidad del estímulo en programas de cinesioterapia. Fatouros en 2005 comparó los efectos de 2 programas de 24 semanas de duración (3 sesiones por semana) con dos intensidades distintas (55% vs 85% 1 RM). Si bien el grupo que trabajó a mayor intensidad alcanzó niveles de fuerza superiores en relación al grupo de menor intensidad, ambos grupos evidenciaron mejoras significativas en la fuerza tras las intervenciones. Kalapotharakos en 2005 obtuvo un resultado similar al comparar 2 programas de 12 semanas de duración (3 sesiones semanales) con intensidades de 60% vs 80% de 1RM; y Taeffe y colaboradores en 1996, en un estudio realizado en 36 ancianas, compararon las mejoras en el nivel de fuerza en 2 programas de duración y periodicidad similares (52 semanas; 3 sesiones por semana) pero de intensidades distintas (40% vs 80% 1RM). En ambos grupos mejoró el área de sección transversal del músculo y la fuerza muscular, con incrementos en esta última del 59% y 41% para los grupos de alta y baja intensidad, respectivamente.

Teniendo en cuenta que la intensidad de las contracciones, independientemente de la forma de trabajo (cinesiterapia vs electroterapia), es uno de los principales factores de riesgo de lesión musculoesquelética, y que en la población anciana ese riesgo es especialmente manifiesto, en este estudio se decidió programar intervenciones con intensidades moderadas bajas, intentando contestar a la siguiente pregunta: ¿cuál sería el mínimo nivel de intensidad necesario para obtener mejoras significativas en la fuerza de los miembros inferiores? Los resultados de este estudio muestran que intensidades más bajas (40% de 1RM) a las descritas con éxito en literatura científica no reportan mejoras significativas en la fuerza. Sin embargo, en esta ocasión se revelaron mejoras significativas en otros parámetros también implicados en la funcionalidad y la calidad de vida relacionada con la salud de los ancianos.

Entre las principales variables que mejoraron tras las intervenciones destaca el perímetro del músculo *rectus femoris* (derecho e izquierdo) medido mediante ecografía. La literatura científica muestra diferentes instrumentos y procedimientos para la medida de la sección transversal de un músculo (CSA o Cross-Sectional Area), siendo los más utilizados la antropometría (Moritani et al., 1979; Coyle et al., 1981), la absorciometría dual de rayos X (DEXA), la resonancia magnética nuclear (RMN) (Nindl et al., 2000) y la ecografía (Krotkiewski et al., 1979; Narici et al., 1996). Entre las ventajas de esta última frente a la DEXA o la RMN destacan la portabilidad y facilidad de su uso, el menor coste económico y la ausencia de riesgos para el sujeto (radiación o claustrofobia) (Fernandez Cruz et al., 2004). Por ello, la ecografía se considera el método de elección para medir el grosor muscular (Narici, 1999).

El perímetro del *rectus femoris* derecho, se incrementó tras las intervenciones. Además, el *rectus femoris* del muslo derecho, probablemente por tratarse del miembro dominante, aumentó comparativamente más en los grupos de intervención en relación al grupo control, que no reportó mejoras significativas. Sin embargo y sorprendentemente, el aumento en la masa muscular no se tradujo en un aumento de la fuerza muscular en ningún grupo. Así, los resultados del ANOVA no mostraron cambios significativos en la fuerza máxima medida por medio de dinamometría de miembros inferiores. El hecho de que la hipertrofia muscular del *rectus femoris* no se acompañase de mejora en la prueba de dinamometría podría explicarse por una

menor contribución del resto de porciones del *quadriceps femoris*. Tal vez la hipertrofia del *rectus femoris* no fue suficiente para mejorar los resultados de una prueba máxima de extensión de rodilla (dinamometría de miembros inferiores). De hecho, el *rectus femoris*, en comparación al resto de porciones del *quadriceps femoris*, aporta menor tensión muscular al movimiento de extensión de la rodilla (debido a su menor sección transversal). Además, el hecho de que los ancianos realizaran el test de fuerza máxima de miembros inferiores en sedestación disminuyó comparativamente aún más su posible contribución, al tratarse ésta de la única porción biarticular del *quadriceps*. La flexión de la cadera asociada a la posición de sedestación acortó específicamente las fibras musculares del *rectus femoris* disminuyendo su ventaja mecánica en relación a las otras 3 porciones.

La hipótesis de una menor contribución del resto de porciones del *rectus femoris* concuerda con el hecho de que fueron precisamente los grupos en los que se utilizó la electroestimulación (ES, CT + ES) los que registraron mayores incrementos en el perímetro del *rectus femoris*, y de que fue precisamente el grupo de electroestimulación el que peores resultados obtuvo en la prueba de dinamometría, registrando incluso menores valores tras la intervención. Efectivamente, la electroestimulación, debido a la intensidad utilizada (moderada baja) y a la distancia entre los electrodos sobre la piel, estimuló preferentemente a las fibras musculares más superficiales del *quadriceps femoris* (Bélanger, 2003), entre las que se encontraban las del *rectus femoris*, que por ello mostraron un mayor nivel de hipertrofia muscular. Y en el grupo (ES), la electroestimulación sin cinesiterapia, por el hecho de no alcanzar las fibras musculares más profundas, así como no producirse el completo reclutamiento de las fibras musculares y contributivas del *quadriceps femoris*, no resultó en una mejora en la prueba de dinamometría. En otras palabras, si la electroestimulación hipertrofió preferentemente las fibras musculares más superficiales del *rectus femoris*, y el grupo de ancianos de electroestimulación fue el que peores registros obtuvo en la prueba de dinamometría de miembros inferiores, pudo deberse precisamente a que el estímulo eléctrico no alcanzó totalmente a las fibras musculares del *quadriceps femoris* más contributivas para la extensión, es decir, las fibras más profundas, tanto fásicas como tónicas. Por contra, en el grupo de

cinesiterapia (CT), si bien la hipertrofia del *rectus femoris* fue menor, los resultados de la prueba de dinamometría fueron comparativamente mejores, lo que pone de manifiesto que el estímulo de las cargas (lastres) tuvo respuesta en la totalidad de fibras musculares del *quadriceps femoris*, incluidas las más profundas.

El diseño de todas las intervenciones se realizó con el objetivo prioritario de mejorar la fuerza de los miembros inferiores, por tener mayor impacto sobre la funcionalidad y calidad de vida relacionada con la salud en ancianos. Aunque no se consiguieron mejoras significativas, tampoco se evidenciaron pérdidas de fuerza en miembros inferiores. En este sentido y en relación a la fuerza muscular de los miembros superiores, los resultados del ANOVA (efectos principales del factor tiempo) revelaron un descenso significativo en la fuerza medida mediante dinamometría de mano. Este resultado, en parte previsible, (ninguno de los programas incluyó ejercicios para la mejora de la fuerza de los miembros superiores), sugiere que la musculatura se atrofió en los 3 meses que duró la intervención, y en parte refuerza los resultados de nuestras intervenciones que, tal y como se ha discutido en párrafos anteriores, fueron lo suficientemente efectivas como para, al menos, prevenir la pérdida de fuerza muscular en los miembros inferiores.

Según apuntan algunos autores (Bélanger, 2003; Plaja, 2003), el trabajo muscular con estimulación eléctrica debe ser activo, el sujeto deberá sentir y soportar la contracción involuntaria, participando en ella a ser posible. La intensidad, está en relación con el reclutamiento fibrilar y de unidades motoras del músculo. Cuanto más elevada sea la intensidad, mayor será el número de fibras y unidades reclutadas. La eficacia de la EEM depende directamente de la posibilidad de utilizar intensidades máximas o submáximas.

La intensidad depende de la capacidad del músculo para resistir las tensiones impuestas por la contracción pasiva y de la capacidad del sujeto para asumir valores próximos al umbral del dolor (Gain et al., 2003). Si el objetivo es obtener aumentos de tono, masa muscular o fuerza, la sensación de contracción debe ser muy intensa, aunque nunca dolorosa, y en este sentido, el presente estudio presenta a modo de limitación el que como medida conservadora, al tratarse de personas de edad avan-

zada, se instauró una dosis fija de aplicación de la electroestimulación, con el fin de evitar posibles lesiones provocadas por una excesiva contracción o tetanización muscular.

Del mismo modo, Takano y colaboradores, manifiestan en su trabajo, que la baja intensidad de la estimulación eléctrica reduce las molestias y también posibles riesgos (Takano et al., 2010).

En relación a la funcionalidad, los valores de las pruebas de seis minutos marcha, de velocidad de la marcha y de escala de Berg de la muestra del presente estudio son inferiores (seis minutos marcha 251 a 344 m; velocidad de la marcha 0,47 a 0,68 m/s.; escala de Berg 44,6 a 50) a los datos obtenidos en estudios anteriores (seis minutos marcha IC 95% 345 a 478 m; velocidad de la marcha IC 1.03 a 1.36 m/s; escala de Berg IC 49 a 54 en Steffen 2002). Incluso al comparar los datos iniciales de la velocidad de la marcha en ancianos de edad media por encima de 73 años con historia previa de fractura de cadera de más de 6 meses (1 m/s en Portegijs et al., 2008) o en ancianos entre 75 y 90 años no institucionalizados (0,84 a 0,93 m/s en Sayers et al., 2005), los valores en nuestro estudio son inferiores. Varios factores pueden explicar esta diferencia. Por un lado, la no inclusión de sujetos que vivían en residencias (Sayers et al., 2005; Steffen et al., 2002) o que necesitaban de alguna asistencia humana o técnica para realizar la marcha (Steffen et al., 2002), y por otro lado el pequeño tamaño muestral de sujetos mayores de 80 años (Steffen et al., 2002), probablemente por los estrictos criterios de inclusión. Una fortaleza de nuestro estudio es la inclusión de sujetos representativos de la población, es decir, sujetos que con una edad media superior a los 80 años viven en residencias de ancianos y necesitan dispositivos para la marcha.

En poblaciones de pacientes ancianos con patología asociada, el uso de ayudas técnicas para la marcha y la inclusión de estos pacientes en estudios sobre el efecto del ejercicio es común (Segura et al., 2009) y refleja así la realidad de estos cohortes. En un estudio sobre ancianos institucionalizados de edad media aproximada de 84 años, que necesitaban en algunos casos de ayudas técnicas para deambular, la escala

de Berg mostró valores de alrededor de 30, por lo tanto inferiores a los de la muestra del presente estudio (Rydwik et al., 2005).

En referencia a los valores obtenidos en la prueba STS 30 y TUG, así como en las subescalas del SF-36, los valores obtenidos en estudios previos (Bates et al., 2009; Bird et al., 2009) son superiores a los obtenidos en nuestro trabajo (STS 30 media de 7,4 a 9,8 repeticiones en nuestro estudio, frente a 10,8 repeticiones; TUG, media de 9,27 a 14,37 segundos en nuestro estudio, frente a 5.95 ó 7.00 segundos; SF-36 función física 76.6, rol físico 71.2, dolor corporal 69.0, salud general 69.8, vitalidad 62.9, función social 88.2, rol emocional 85.3, salud mental 78.9). Los sujetos incluidos en nuestro estudio tienen una edad media superior, frente a los 68.2 años (Bates et al., 2009), además de ser sujetos institucionalizados. Más allá de esta comparación, es difícil establecer similitudes dada la ausencia de valores de dispersión en la descripción de los datos. Además de no detallar suficientemente la metodología del registro de las diferentes pruebas (Bates et al., 2009). En relación a los valores de referencia de las subescalas del SF-36 respecto a la población española de más de 80 años, esta muestra también presenta valores ligeramente inferiores a la normalidad (Banegas et al., 2003, López-García et al., 2003).

Que tengamos constancia y hasta la fecha, son escasos los estudios realizados en la cuarta edad que comparan los efectos sobre la funcionalidad y la calidad de vida relacionada con la salud de distintos programas (cinesiterapia, electroterapia y mixto) caracterizados por aplicarse intensidades moderadas-bajas, sin embargo son más frecuentes los estudios en población de edad media inferior a los 70 años. En un estudio de 10 semanas de duración, en sujetos de edad media de 68 años, que aplicaba entrenamiento de resistencia de una hora de duración una vez por semana se consiguieron mejoras significativas en la prueba del STS 30, el TUG, la prueba de flexión y en las subescalas de función física, rol físico, vitalidad, y rol emocional (Bates et al., 2009). A pesar de que nuestro trabajo coincide en las mejoras significativas producidas por el ejercicio en estas subescalas del SF-36, es difícil valorar apropiadamente este estudio dada la baja calidad metodológica del mismo. En otro estudio en población de edad alrededor de 67 años, se aplicó un programa de resistencia o de flexibilidad durante 16 semanas, con una frecuencia de tres veces por semana, y

en ambos programas consiguieron una mejora significativa en el TUG (Bird et al., 2009). En un grupo de ancianos institucionalizados de edad media alrededor de 85 años, un programa de ejercicio de resistencia de 10 semanas de duración, 3 sesiones semanales, resultó en una mejora de los valores de TUG y del STS 30, sin embargo en ambos casos los valores iniciales del grupo de ejercicio eran más bajos que los de los sujetos incluidos en nuestro estudio, por lo que conseguir una mejora significativa era más probable.

El presente estudio demuestra que las pruebas funcionales de equilibrio de Berg, pruebas de equilibrio estático y de velocidad de la marcha son suficientemente sensibles para medir el cambio en el tiempo producido por intervenciones de ejercicio de distinta naturaleza y de moderada-baja intensidad en sujetos de edad superior a 75 años de edad. Incluso cuando la intensidad de la intervención es baja. La velocidad de la marcha y la fuerza de extensión de la rodilla son indicadores de función física que están relacionados con la cantidad de actividad física que realizan los sujetos sanos mayores de 75 años (Aoyagi, 2009).

Parece que muchos de los beneficios del entrenamiento de resistencia regular pueden ser consecuencia del aprendizaje motor, es decir, de la mejora en la coordinación producida por la estabilidad en la contracción y la reducción de la variabilidad de la descarga de unidades motoras. Esta mejora no estaría asociada al aumento de fuerza producido, y por lo tanto la progresión en las cargas de entrenamiento no sería un factor determinante (Barry et al., 2004). La inclusión en el programa de entrenamiento de actividades funcionales como pasar de sentado a de pie y el entrenamiento específico del equilibrio en un programa de ejercicio de 20 sesiones, con dos sesiones semanales, ha demostrado conseguir una mejora significativa en la escala de Berg, en un grupo de ancianos de alrededor de 85 años de edad media (Ryd-wik et al., 2005).

Sin embargo, la prueba de seis minutos marcha, el STS 30, la prueba de flexión o el TUG no fueron sensibles para recoger ningún efecto de las intervenciones de ejercicio de moderada-baja intensidad. Estudios previos sobre el efecto de ejercicio en el número de repeticiones alcanzadas en la prueba STS 30 han conseguido demos-

trar un resultado, cuando el entrenamiento ha incluido específicamente la acción de levantarse de una silla (Alexander et al., 2001). El entrenamiento excéntrico, ha demostrado mejoras en el TUG de personas ancianas (La Stayo et al., 2003), aunque un estudio comparando los efectos del ejercicio concéntrico y el excéntrico en sujetos sanos de 75 años de edad no demostró que ninguno de ellos fuera superior al otro (Caserotti, 2008). El sistema nervioso emplea estrategias de activación únicas cuando genera fuerza excéntrica, por lo que programas que trabajen de forma concéntrica o isométrica pueden estar limitados para producir mejoras en actividades funcionales (Enoka et al., 1996). Varios factores pueden explicar la falta de mejora significativa en las pruebas mencionadas. Por un lado, puede que la intensidad de la intervención no fuera suficientemente elevada para producir un cambio, ya que existe un umbral de fuerza y potencia necesario para que un anciano complete una actividad funcional de forma eficiente (Ploutz-Snyder, 2002). Por otro lado, el tipo de ejercicio utilizado en el presente estudio era en cadena cinética abierta, distinto de la forma en que trabaja el miembro inferior durante la marcha o al levantarse de una silla (cadena cerrada). El entrenamiento de resistencia tiene efectos en actividades funcionales en la medida en que dicho entrenamiento es similar a las tareas cotidianas que se valoran (Rutherford et al., 1986). Además, la elevada variabilidad de la muestra, especialmente en los resultados de los metros recorridos, hace plantearse la conveniencia de incluir un número elevado de sujetos cuando se utilice la prueba de 6 minutos marcha en población mayor de 75 años con dificultad para la marcha.

El test de flexión mostró incluso una tendencia al empeoramiento. Las dificultades y la imprecisión de la toma de la medida, junto con la gran variabilidad de los resultados parece señalar que no es una prueba a incluir en futuros estudios sobre el efecto de intervenciones de ejercicio en población anciana, a pesar de la validez y fiabilidad que aparecen reflejadas en la literatura (Rikli y Jones, 1999).

Una de las posibles limitaciones del estudio es el efecto acumulativo de las pruebas de valoración empleadas en el resultado de las mismas.

Un aspecto a destacar positivamente (teniendo en cuenta que la adherencia a los programas fue alta pero no máxima (80%)), es que el análisis de los datos se realizó por intención de tratar.

Para futuros estudios, aumentar ligeramente la intensidad, plantear la combinación de CT + ES con nuevos ejercicios más funcionales en cadena cinética cerrada a fin de aproximarnos a las actividades de la vida diaria, seleccionar pruebas de valoración más sensibles, aumentar el número de sujetos y comparar los resultados con un grupo control sin ningún tipo de intervención, se traduciría posiblemente en unos resultados más significativos.

V. CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

1ª. Una intervención en la población de la cuarta edad de 14 semanas de duración (3 días ejercicio/semana) con 3 series de 15 ejercicios de flexo-extensión de rodilla de 90 a 0 grados en cadena cinética abierta a intensidad moderada-baja, independientemente de la forma de trabajo (CT con lastres, ES, CT+ES, CT sin lastres), mejora significativamente el perímetro del rectus femoris, el equilibrio, la velocidad de marcha, varias subescalas de calidad de vida relacionada con la salud y el componente mental del cuestionario **SF-36**.

2ª. Una intervención combinada de Cinesiterapia + Electroestimulación (CT + ES) no reporta mejores resultados en comparación con una intervención aislada de Cinesiterapia o de Electroestimulación.

3ª. La cinesiterapia actúa sobre la totalidad de fibras musculares del *quadriceps femoris*, incluidas las más profundas, si bien la electroestimulación hipertrofia preferentemente las fibras musculares más superficiales.

4ª. El presente estudio demuestra que las pruebas funcionales de equilibrio de Berg, pruebas de equilibrio estático y de velocidad de la marcha son suficientemente sensibles para medir el cambio en el tiempo producido por intervenciones de ejercicio de distinta naturaleza de intensidad moderada-baja en sujetos de edad superior a 75 años de edad. Debería aumentarse el tamaño muestral para valorar el efecto del ejercicio en esta población sobre la prueba de seis minutos marcha, el STS 30, o el TUG.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ades PA, Ballor DL, Ashikaga T, Utton JL, Nair KS. "Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons". *Ann Intern Med* 1996; 124(6):568-72.
- Alexander NB, Galecki AT, Grenier ML, et al. "Task-specific resistance training to improve the ability of activities of daily living impaired older adults to rise from a bed and from a chair". *J Am Geriatr Soc.* 2001; 49:1418-1427.
- Alonso J, Regidor E, Barrio G, Prieto L, Rodríguez C, De La Fuente De Hoz L. "Valores poblacionales de referencia de la versión española del Cuestionario de Salud SF-36". *Med Clin (Barc).* 1998; 111:410-6.
- Amer-Cuenca JJ, Goicoechea C, Girona-Lopez A, Andreu-Plaza JL, Palao-Román R, Martínez-Santa G, et al. "Pain relief by applying transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) during unsedated colonoscopy: A randomized double-blind placebo-controlled trial". *Eur J Pain.* 2010 Jun 8.
- Aoyagi Y, Park H, Watanabe E, Park S, Shephard RJ. "Habitual physical activity and physical fitness in older Japanese adults: the Nakanojo Study". *Gerontology.* 2009; 55(5):523-31. Epub 2009 Sep 23.
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: "Guidelines for the six-minute walk test". *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166(1):111-117.
- Ávila-Funes JA, García-Mayo EJ. "Beneficios de la práctica del ejercicio en los ancianos". *Gaceta Médica de México.* Vol. 140. Nº 4. 2004.
- Baltaci G, Un N, Tunay V, Besler A and Gerceker S. "Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students". *British Journal of Sports Medicine* (2003) 37, 59-61.
- Bamman MM, Hill VJ, Adams GR, Haddad F, Wetzstein CJ, Gower BA, Ahmed A, Hunter GR. "Gender Differences in Resistance-Training-Induced Myofiber Hypertrophy Among Older Adults". *Journal of Gerontology: BIOLOGICAL SCIENCES* 2003, Vol. 58A, No. 2, 108-116.
- Banegas JR, Rodríguez-Artalejo F, Alonso J, López-García E, Graciani A, Gutiérrez JL. "Valores de referencia de la versión española del Cuestionario de Salud SF-36 en población adulta de más de 60 años" *Medicina Clínica.* 2003, 120, 568-573.
- Barrero CL, García S, Ojeda A. "Índice de Barthel (IB): Un instrumento esencial para la evaluación funcional y la rehabilitación" *Plast & Rest Neurol* 2005;4 (1-2): 81-85
- Barry BK, Carson RG. "The consequences of resistance training for movement control in older adults". *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004 Jul; 59(7):730-54.
- Barry BK, Carson RG. "Transfer of resistance training to enhance rapid coordinated force production by older adults". *Exp Brain Res.* 2004 Nov; 159(2):225-38. Epub 2004 Jul 7.
- Bassey EJ, Fiatarone MA, O'Neill EF, Nelly M, Evans WJ, Lipsitz LA. "Leg extensor power and functional performance in very old men and women". *Clin Sci* 1992; 82:321-327.
- Bates A, Donaldson A, Lloyd B, Castell S, Krolik P, Coleman R. "Staying active, staying strong: pilot evaluation of a once-weekly, community-based strength training program for older adults" *Health Promot J Austr.* 2009 Apr; 20(1):42-7.

- Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D. "Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico". *Am J Epidemiol* 1998; 147:755-763. Erratum in. *Am J Epidemiol*. 1999; 149:1161.
- Bax L, Staes F, Verhagen A. "Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomised controlled trials". *Sports Med*. 2005; 35(3):191-212.
- Baztán et al. "Índice de Barthel: instrumento válido para la valoración funcional de pacientes con enfermedad cerebrovascular". *Rev Esp Geriatr y Gerontol* 1993; 28: 32-40.
- Bélanger AY. "Transcutaneous electrical nerve stimulation. In: Evidence-based guide to therapeutic physical agents". Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p. 26-65.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Maki B. "Measuring balance in the elderly: validation of an instrument". *Can J Pub Health* 1992; 83 (Suppl 2): S7-11.
- Bjordal JM, Johnson MI, Ljunggreen AE. "Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) can reduce postoperative analgesic consumption. A meta-analysis with assessment of optimal treatment parameters for postoperative pain". *Eur J Pain*. 2003; 7(2):181-8.
- Bird ML, Hill K, Ball M, Williams AD. "Effects of resistance- and flexibility-exercise interventions on balance and related measures in older adults". *J. Aging Phys Act*. 2009 Oct; 17(4):444-54
- BOE núm. 299 de 15 de Diciembre de 2006.
- Broadwin J, Goodman-Gruen D, Slymen D. "Ability of fat and fat-free mass percentages to predict functional disability in older men and women". *J. Am Geriatr Soc* 2001;49:1641-5.
- Bross R, Javanbakht M, Bhasin S. "Anabolic interventions for aging-associated sarcopenia". *J. Clin Endocrinol Metab* 1999;84(10):3420-3431.
- Brown AB, McCartney N, Sale DG. "Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly". *J. Appl Physiol* (1990) 69, 1725-1733.
- Bureau UC (2006) In: Bureau UC (ed) US Census Bureau: international database. Table 94.
- Burton LA, Sumukadas D. "Optimal management of sarcopenia". *Clinical Interventions in Aging* 2010;5 217-228.
- Buzzini M, Secundini R, Gazzotti A, Giraldez RL, Arbildo RA, Druetta S, Sequeiros S, Rodríguez Vélez A, Li Mau L. "Validación del Índice de Barthel". *Boletín del departamento de docencia e investigación IREP* Vol. 6, Nº 1, 2002.
- Caggiano E, Emrey T, Shirley S, Craik RL. "Effects of electrical stimulation or voluntary contraction for strengthening the quadriceps femoris muscles in an aged male population". *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 01 July 1994, vol./is. 20/1(22-28), 01906011
- Camarri B, Eastwood PR, Cecins NM, Thompson PJ, Jenkins S. "Six minute walk distance in healthy subjects aged 55-75 years". *Respir Med*. 2006; 100(4):658-65
- Campbell MJ, McComas AJ, Petito F. "Physiological changes in ageing muscles". *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1973; 36:174-82.

- Carroll D, Moore RA, McQuay HJ, Fairman F, Tramer M, Leijon G. *"Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic pain"*. Cochrane Database Syst Rev. 2001; (3)(3):CD003222.
- Carter ND, Khan KM, Mallinson A, Janssen PA, Heinonen A, Petit MA, McKay HA. *"Knee extension strength is a significant determinant of static and dynamic balance as well as quality of life in older community-dwelling women with osteoporosis"*. Gerontology (Basel), 2002, 48(6):360-368.
- Caserotti P, Aagaard P, Puggaard L. *"Changes in power and force generation during coupled eccentric-concentric versus concentric muscle contraction with training and aging"*. Eur J Appl Physiol. 2008 May; 103(2):151-61. Epub 2008 Jan 23.
- Charette SL, McEvoy L, Pyka G, et al. *"Muscle hypertrophy response to resistance training in older women"*. J Appl Physiol. 1991; 70: 1912-1916.
- Chin A Paw *"Effects of resistance and functional-skills training on habitual activity and constipation among older adults living in long-term care facilities: a randomized controlled trial"* BMC Geriatrics 2006, 6:9
- Chodzko-zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Salem GJ, Skinner JS. *"Exercise and physical activity for older adults"*. American College of Sports Medicine position stand. Med Sci Sports Exer. 2009; 41:1510-1530.
- Cid Ruzafa J. et al. *"Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel"*. Revista Española de Salud Pública. Feb. 2007.
- Clarke MSF. *"The effects of exercise on skeletal muscle in the aged"*. J. Musculoskel Neuron Interact 2004; 4(2):175-178.
- Coarasa A, Moros T, Marco C, Comín M. *"Fuerza muscular inducida y tolerancia en diferentes corrientes excitomotoras."* Rehabilitación (Madrid) 2001; Vol. 35, Nº5:279-286.
- Coggan AR, Spina RJ, King DS, Rogers MA, Brown M, Nemath PM, et al. *"Skeletal muscle adaptations to endurance training in 60 to 70-yr-old men and women"*. J. Appl Physiol 1992; 72:1780-1786.
- Coote JH, Hilton SM, Perez-Gonzalez JF. *"The reflex nature of the pressor response to muscular isometric exercise"*. J Physiol (Lond) 1971; 215: 789-804.
- Coyle EF, Feiring DC, Rotkins TC, Cote III RV, Roby FB, Lee W, Wilmore JH. *"Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training"*. J Appl Physiol 1981; 51: 1437-1442.
- Cramp FL, McCullough GR, Lowe AS, Walsh DM. *"Transcutaneous electric nerve stimulation: The effect of intensity on local and distal cutaneous blood flow and skin temperature in healthy subjects"*. Arch Phys Med Rehabil. 2002 01;83(1):5-9.
- Crevenna R, Stix G, Pleiner J, Pezawas T, Schmidinger H, Quittan M, et al. *"Electromagnetic interference by transcutaneous neuromuscular electrical stimulation in patients with bipolar sensing implantable cardioverter defibrillators: A pilot safety study"*. Pacing Clin Electrophysiol. 2003 02;26(2):626-9.
- Cruz-Jentoft A, Landi F, Topinková E, et al. *"Understanding sarcopenia as a geriatric syndrome"*. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2010; 13: 17

- Cruz-Jentot AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landil F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinkova E, Vandewoudev M, Zamboni M. *"Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis"*. Age and Ageing 2010; 39: 412–423.
- Csuka M, McCarty DJ. *"Simple method for measurement of lower extremity muscle strength"* The American Journal of Medicine Volume 78, Issue 1, Pages 77-81, January 1985.
- Curb, JD, Ceria-Ulep, CD. Rodriguez, BL. Grove, J. Guralnik, J. Willcox, BJ. Donlon, TA. Masaki, KH. and Chen, R. *"Performance-Based Measures of Physical Function for High-Function Populations"* Journal of the American Geriatrics Society. Volume 54 Issue 5, Pages 737-742 Published Online: 12 Apr 2006 CLINICAL INVESTIGATIONS
- De Angelis C, Perrone G, Santoro G, Nofroni I, Zichella L. *"Suppression of pelvic pain during hysteroscopy with a transcutaneous electrical nerve stimulation device"*. Fertil Steril. 2003 Jun;79(6):1422-7.
- Debashish K. D., Bosaeus I., Lissner L., Steen B. *"Changes in body composition and its relation to muscle strength in 75-year-old men and women: A 5-year prospective follow-up study of the NORA cohort in Göteborg, Sweden"*. Nutrition 25 (2009) 613-619.
- DeBeliso M. *"A comparison of periodised and fixed repetition training protocol on strength in older adults"*. J Sci Med Sport 2005; 8:2:190-199.
- Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS et al. *"Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women"*. J Am Geriatr Soc 2007; 55: 769–74.
- Desantana J, Lauretti G. *"(800): Both high and low frequency TENS reduce postoperative visceral pain"*. The Journal of Pain. 2007. 4; 8 (4, Supplement 1):S51-.
- Desantana JM, Santana-Filho VJ, Guerra DR, Sluka KA, Gurgel RQ, Da SW, Jr. *"Hypoalgesic effect of the transcutaneous electrical nerve stimulation following inguinal herniorrhaphy: A randomized, controlled trial"*. J. Pain. 2008 07/03; 9(7):623-9.
- Desantana JM, Sluka KA, Lauretti GR. *"High and low frequency TENS reduce postoperative pain intensity after laparoscopic tubal ligation: A randomized controlled trial"*. Clin J Pain. 2009 01; 25(1):12-9.
- Duthie E, Katz R. *Duthie: 3rd Ed. "Practice of Geriatrics"*; 1998.
- Dutta C, Hadley EC. *"The significance of sarcopenia in old age."* J Gerontol 1995;50:S1-S4.
- Enoka RM. *"Muscle strength and its development: new perspectives"*. Sports Med 1988; 6: 146-168.
- Enoka RM. *"Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system"*. J Appl Physiol. 1996; 81:2339-2346.
- Enright PL. 2003. *"The six-minute walk test"*, Respir Care; 48(8): 783-5.
- Eriksson E, Häggmark T. *"Comparison of isometric muscle training and electrical stimulation supplementing isometric muscle training in the recovery after major knee ligament surgery"*. Am J Sports Med 1979; 7:169-171.
- Evans WJ. *"Reversing sarcopenia: how weight training can build strength and vitality"*. Geriatrics 1996; 51; 46-47, 51-54.

- Evans W. *"Functional and metabolic consequences of sarcopenia"*. J. Nutr. 1997;127:998S-1003S.
- Evans WJ. *"Exercise training guidelines for the elderly"*. Med Sci Sports Exerc. 1999; 31(1):12-17.
- Fahlman M. M. *"Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women"*. Journal of Gerontology 2002. Vol. 57A, Nº 2. B54-B60.
- Faria D, Rabelo M, Thomaz H, Aguiar LM, Moreno R, Garcia-Ribeiro A, Henrique P, Ritti RM, Martins da Silva F. *"Reduction of arterial pressure and double product at rest after resistance exercise training in elderly hypertensive women"*. Arq. Bras. Cardiol. vol. 91 Nº. 5 São Paulo Nov. 2008.
- Fatouros I, Taxildaris K, Tokmakidis S, Kalapotharacos VI, Aggelousis N, Athanasopoulos S, et al *"The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults"*. International Journal of Sports Medicine 2002; 23(2):112-9.
- Fatouros IG, Kambas A, Katrabasas I, Niokolaidis K, Chatzinikolaou A, Leontsini D, Taxildaris K. *"Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent"*. J. Sports Med 2005; 39:776-780.
- Fernandez Cruz J, Moreno I. *"Radiología Elemental de tórax"*, 27, Barcelona. Caducedo Multimedia 2004.
- Ferri A, Scaglioni G, Pousson M, Capodaglio P, Van Hoecke J, Narici MV. *"Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age"*. Acta Physiol Scand (2003) 177, 69-78.
- Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. *"High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle"*. JAMA. 1990; 263:3029-3034.
- Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al. *"Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people"*. N Engl J Med 1994;330(25):1769-75.
- Fiatarone MA, Ding W, Mendredi T, Solares G, O'Neill EF, Clements K, et al. *"Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders"*. Am J Physiol 1999; 277(40): E135-E143.
- Fielding RA. *"Effects of exercise training in the elderly: impact of progressive-resistance training on skeletal muscle and whole-body protein metabolism"*. Proceedings of the Nutrition Society (1995), 54, 665-675 PROCEEDINGS OF THE NUTRITION SOCIETY Meeting of the Nutrition Society was held at Royal Society of Medicine on 17 February 1995
- Fitts SS, Guthrie MR. *"Six-minute walk by people with chronic renal failure. assessment of effort by perceived exertion"*. Am J Phys Med Rehabil. 1995; 74(1):54-58
- Flegg JL, Lakatia EG. *"Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO2max"*. J Appl Physiol 1988; 65:1147-1151.
- Franchignoni F, Tesio L, Martino MT, Ricupero C. *"Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females"*. Aging (Milano). 1998 Feb; 10(1): 26-31

- Frontera WR, Meredith CN, Oreilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. "Strength conditioning in older men - skeletal-muscle hypertrophy and improved function". *J Appl Physiol*. 1988; 64:1038-1044.
- Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. "Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study". *J Appl Physiol* 2000; 88:1321-6.
- Frontera WR, Hughes VA, Krivickas LS, Kim SK, Foldvari M, Roubenoff R. "Strength training in older women: early and late changes in whole muscle and single cells". *2003 Muscle Nerve* 27:601-608.
- Gain H, Hervé M, Hignet R et Deslandes R. "Renforcement musculaire en rééducation". *Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-OSS-A-1* 2003, 10 p.
- Gallach JE, Querol F, González LM, Gomis M. "Hipertrofia muscular en sujetos hemofílicos tras estimulación eléctrica muscular" *Revista Iberoamericana de Fisioterapia*. 2005
- Gallagher D, Ruts E, Visser M, Heska S, Baumgartner RN, Wang J, et al "Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women". *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000; 279:E366 -75.
- Gehlsen GM, Mitchell HW. "Falls in the frail elderly: Part II, balance, strength, and flexibility". *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 1990, 71: 739-741.
- Gomis Bataller M. "Efectos del entrenamiento con electroestimulación muscular en pacientes afectados de hemofilia A" (Tesis doctoral). Servei de Publicacions. Universitat de Valencia, 2008.
- Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, et al. "Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: the health ABC study". *J. Appl Physiol* 2001; 90(6):2157-65.
- Goodpaster BH, Won Park S, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, Simonsick EM, Tylavsky FA, Visser M, Newman AB. "The Loss of Skeletal Muscle Strength, Mass, and Quality in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study". *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES* 2006, Vol. 61A, No. 10, 1059-1064
- Graham JE, Fisher SR, Bergés IM, Kuo YF, Ostir, GV. "Walking Speed Threshold for Classifying Walking Independence in Hospitalized Older Adults" *PHYS THER* November 2010 90:1591-1597.
- Graves J, Pollock M, Carroll J. "Exercise, age, and skeletal muscle function". *South Med J* 1994; 87(5): S88-S95.
- Greenlund LJ, Nair KS "Sarcopenia consequences, mechanisms, and potential therapies". (2003) *Mech Ageing Dev* 124:287-299.
- Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB. "A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission" *Journal of Gerontology* (1994) 49 (2): M85-M94.
- Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. "Lower-extremity function in persons over age of 70 years as a predictor of subsequent disability". *The New England Journal of Medicine* 1995; 332: 556-561.

- Hagerman FC, Walsh SJ, Staron RS, Hikida RS, Gilders RM, Murray TF, Toma K, Ragg KE. "Effects of High-Intensity Resistance Training on Untrained Older Men. I. Strength, Cardiovascular, and Metabolic responses". *J. Gerontol A Biol Sci Med Sci* (2000) 55 (7): B336-B346.
- Hainaut K, Duchateau J. "Neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise". *Sports Med* 1992; 14: 100-113.
- Hakkinen K, Kallinen M, Linnamo V, Pastinen UM, Newton RU, Kraemer WJ. "Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women". *Acta Physiol Scand*. 1996; 158:77-88.
- Hakkinen K, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. "Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women". *Acta Physiol Scand*. 2001; 171:51-62.
- Han TR, Kim DY, Lim SJ. "The control of parameters within the therapeutic range in neuromuscular electrical stimulation". *International Journal of Neuroscience*. 2007; 117:107-119
- Harada, ND, Chiu, V. and Stewart, AL. "Mobility-related function in older adults: Assessment with a 6-minute walk test" *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Volume 80, Issue 7, July 1999, Pages 837-841
- Harridge SD, Kryger A, Stensgaard A. "Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training". *Muscle Nerve*. 1999; 22:831-839.
- Haykowsky M, Humen D, Teo K, Quienny A, Souste M, Bell G, Taylor D. "Effects of 16 weeks of resistance training on left ventricular morphology and systolic function in healthy men > 60 years of age". *The American Journal of Cardiology* Vol. 85 April 15, 2000.
- Hepple RT, Mackinnon SLM, Thomas SG, Goodman JM, Plyley MJ, Pflugers "Quantitating the capillary supply and the response to resistance training in older men". *Arch-Eur J Physiol*. 1997; 433:238-244.
- Hikida RS, Staron RS, Hagerman FC, et al. "Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. II. Muscle fiber characteristics and nucleocytoplasmic relationships". *J Gerontol Biol Sci*. 2000; 55A:B347-B354.
- Holloszy JO. "Workshop on Sarcopenia: Muscle Atrophy in Old Age". *J Gerontol* 1995;50A:1-161.
- Hopkins DR and Hoeger WWK. "A comparison of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in the measurement of flexibility for males". *Journal of Applied Sport Science Research* (1992) 6, 7-10.
- Hughes VA, Fiatarone MA, Fielding RA. "Exercise increases muscle GLUT 4 levels and insulin action in subjects with impaired glucose tolerance". *Am J Physiol* 1993; 264:E855-E862.
- Hughes VA, Frontera WR, Roubelioti R, Evans WJ, Singh MAK. "Longitudinal changes in body composition in older men and women; role of body weight change and physical activity". *Atn J Clin Nutr*. 2002;76:473-81.
- Hughes VA, Roubenoff R, Wood M, Frontera WR, Evans WJ, Singh MAF. "Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly". *Am J Clin Nutr*. 2004; 80:475-482.

- Hui SC and Yuen PY. *"Comparing the validity and reliability of the modified back saver sit-reach test and four other protocols"*. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (1998) 30(5) Suppl, 320.
- Hunter G, Treuth M, Weinsier R. *"The effects of strength conditioning on older women's ability to perform daily tasks"*. *J Am Geriatr Soc.* 1995; 43:756–760.
- Hunter G, McCarthy J, Bamman M. *"Effects of Resistance Training on Older Adults"* *Sports Med* 2004; 34(5): 329-348
- Hyatt RH, Whitelaw MN, Bhat A, Scott S and Maxwell JD. *"Association of Muscle Strength with Functional Status of Elderly People"* *Age Ageing* (1990) 19 (5): 330-336. doi: 10.1093/ageing/19.5.330
- Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM. *"Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women"*. *J. Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002; 57: M772–7.
- Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. *"Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability"*. *J. Am Geriatr Soc* 50: 889-896, 2002.
- Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT, Roubenoff R. *"The healthcare cost of sarcopenia in the United States"* *J Am Geriatr Soc.* 2004. Jan, 52(1):80-85.
- Johnson M, Martinson M. *"Efficacy of electrical nerve stimulation for chronic musculoskeletal pain: A meta-analysis of randomized controlled trials"*. *Pain.* 2007. 7; 130(1-2):157-65.
- Jones CJ, Rikli RE. *"Measuring functional fitness of older adults, The Journal on Active Aging"* March April 2002, pp. 24-30.
- Jozsi AC, Campbell WW, Joseph L, Davey SL, Evans WJ. *"Changes in power with resistance training in older and younger men and women"*. *J Gerontol Biol Sci.* 1999; 54A:M591-M596.
- Judge JO, Whipple RH, Wolfson LI, *"Effects of resistive and balance exercise on isokinetic strength in older person"*. *Journal of the American Geriatrics Society*, 1994, 42: 937-946.
- Kalapotharakos VI, Michalopoulos M, Tokmakidis S, Godolias G, Gourgoulis V. *"Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults"*. *J Strength Cond Res.* 2005; 19 652-657.
- Kalapotharakos I, Smilios I, Parlavatzia A, Tokmakidis SP. *"The effect of moderate resistance strength training and detraining on muscle strength and power in older men"*. *Journal of Geriatric Physical Therapy.* 2007 Vol. 30; 3:07.
- Kamel HK. *"Sarcopenia and aging"*. *Nutr Rev.* 2003;61:157.67
- Kandel ER, Schwartz JH, Jesell T. *"Principles of neural science"*. McGraw-Hill. USA. 2000.
- Kent-Braun JA, Ng AV, Young K. *"Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men"*. *J Appl Physiol* 2000; 88(2):662–8.
- Klitgaard H, Zhou M, Schiaffino S et al. *"Ageing alters the myosin heavy chain composition of single fibres from human skeletal muscle"*. *Acta Physiol Scand* 1990; 140:55–62.

- Kots YM. "Training with the method of electric tetanic stimulation of muscle by orthogonal impulses". *Theory Pract Phys Cult*, 1971. 4:66-72.
- Kots YM. "Electroestimulation". Babkin I, Timentsko N (Traductores). Ponencia presentada en el Simposium de Electroestimulación Musculoesquelética. *Simposium de Intercambio Cannada-U.R.S.S.* Universidad de Concordia, 6-10 Diciembre 1977.
- Kraemer WJ, Hakkinen K, Newton RU, et al. "Effects of heavyresistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men". *J Appl Physiol*. 1999; 87:982-992.
- Krotkiewski MA, Aniansson A, Grimby G, Bjorntorp P, Sjostrom L. "The effect of unilateral isokinetic strength training on local adipose and muscle tissue morphology, thickness, and enzymes". *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1979; 42: 271-281
- Kyle UG, Morabia A, Schutz Y, Pichard C. "Sedentarism Affects Body Fat Mass Index and Fat-Free Mass Index in Adults Aged 18 to 98 Years." *Nutrition* 20:255-260, 2004.
- Lamoureux E, Murphy A, Sparrow A, Newton RU. "The effects of progressive resistance training on obstructed-gait tasks in community-living older adults" 2003 *Journal of aging and physical activity*, 2003, 11, 98-110.
- Larsson L, Sjodin B, Karlsson J. "Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age in sedentary males, age 22-65 years." *Acta Physiol Scand* 1978; 103:31-9.
- Larsson L. "Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages". *Med Sci Sports Exerc*. 1982; 14:203-206.
- Larsson L. "Motor units: remodeling in aged animals". *J. Gerontol* 1995; 50A:91-95.
- Latham, NK. Anderson, CS. Lee, A. Bennett, DA. Moseley, A. Cameron, ID. "Fitness Collaborative Group (2003) A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: the Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS)". *J. Am. Geriatr. Soc.*, 51, 291-299.
- LaStayo PC, Ewy GA, Pierotti DD, Johns RK, Lindstedt S. "The positive effects of negative work: increased muscle strength and decreased fall risk in a frail elderly population". *J Gerontol Med Sci*. 2003; 58A: M419-M424.
- Lee JSW, Auyeung TW, Kwok T, Lau EMC, Leung PC, Woo J. "Associated factors and health impact of sarcopenia in older Chinese men and women: a cross-sectional study". *Gerontology*. 2007; 53: 404-410.
- Lexell J, Henriksson-Larsen K, Winblad B. et al. "Distribution of different fiber types in human skeletal muscles: effects of aging studied in whole muscle cross sections." *Muscle Nerve* 1983; 6:588-95.
- Lexell JJ. "Human aging, muscle mass, and fiber type composition". *Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995; 50:11-6.
- Lieber RL, Silva PD, Daniel DM. "Equal effectiveness of electrical and volitional strength training for quadriceps femoris muscles after anterior cruciate ligament surgery". *J. Orthop Res* 1996; 14: 131-8.
- Lin SJ, Bose NH. "Six-minute walk test in persons with transtibial amputation". *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 2008 Dec; 89(12):2354-2359.
- Linares M, Escalante K, La Tauche R. "Revisión bibliográfica de las corrientes y parámetros más efectivos en la electroestimulación del cuádriceps". *Fisioterapia*. 2004; 26: 345-349

- Lisón JF. *"Bases biológicas y fisiológicas del movimiento"*. Páginas: 45-80. En *Formación de maestros especialistas en Educación Física*. Valencia, 1999.
- Liu CJ, Latham NK. *"Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults"*. Cochrane Database Syst Rev. 2009 Jul 8;(3):CD002759.
- López-García E, Banegas JR, Graciani A, Gutiérrez JL, Alonso J y Rodríguez-Artalejo F. *"Valores de referencia de la versión española del Cuestionario de Salud SF-36 en población adulta de más de 60 años"* Medicina Clínica. 2003, 120, 568-573.
- López-Miñarro PA, Sáinz de Baranda Andújar P, Rodríguez-García PL. *"A comparison of the sit-and-reach test and the back-saver sit-and-reach test in university students"*. Journal of Sports Science and Medicine (2009) 8, 116-122.
- Macaluso A, De Vito G. *"Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people"*. Eur J Appl Physiol 2004. 91, 450-472
- Maggioni MA, Cè E, Rampichini S, Ferrario M, Giordano G, Veicsteinas A, Merati G. *"Electrical stimulation versus kinesitherapy in improving functional fitness in older women: a randomized controlled trial"*. Arch Gerontol Geriatr. 2010 May-Jun; 50(3):e19-25. Epub 2009 May 28.
- Maher CA, Williams MT, Olds TS. *"The six-minute walk test for children with cerebral palsy"*. Int. J. Rehabil. Res. 2008 Jun; 31(2):185-188.
- Mahoney FI, Barthel DW. *"Functional evaluation: the Barthel index"*. MdState Med J 1965; 14: 61-65.
- Martínez-Rodríguez S, Gómez-Marroquín I. *"El ocio y la intervención con personas mayores"* En: Pinazo Hernandis S, Sánchez- Martínez M. *"Gerontología: Actualización, innovación y propuestas"* Edit. PEARSON. Prentice Hall. Madrid 2005.
- Mazzeo, R.S. & Tanaka, H. (2001) *"Exercise prescription for the elderly: current recommendations"*. Sports Med., 31, 809-818.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *"Fundamentos de fisiología del ejercicio"* Edit. McGRAW-HILL-INTERAMERICANA. Madrid 2000.
- McCartney N, Hicks AL, Martin J, Webber CE. *"Long-term Resistance Training in the Elderly: Effects on Dynamic Strength, Exercise Capacity, Muscle, and Bone"*. Journal of Gerontology: BIOLOGICAL SCIENCES 1995, Vol. 50A, No. 2, B97-B104.
- Metter EJ, Talbot LA, Schrager M, Conwit R. *"Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men"*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 57: B359–BB365, 2002.
- Miller MG, Cheatham CC, Holcomb WR, Ganschow R, Michael TJ, Rubley MD. *"Subcutaneous tissue thickness alters the effect of NMES"*. J. Sport Rehabil. 2008 02; 17(1):68-75.
- Misic MM, Rosengren KS, Woods JA, Evans EM. *"Muscle quality, aerobic fitness and fat mass predict lower-extremity physical function in community-dwelling older adults"* Gerontology. 2007; 53:260-266.
- Molina JC. *"Sarcopenia en la pérdida funcional: rol del ejercicio"*. Sección Geriátrica, HCUCh. Revista Hospital Clínico. Universidad de Chile. 2008; 19:302-8)

- Moore SR, Shurman J. "Combined neuromuscular electrical stimulation and transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of chronic back pain: A double-blind, repeated measures comparison". Arch Phys Med Rehabil. 1997 Jan; 78(1):55-60.
- Moritani T, DeVries HA. "Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain". Am J Phys Med 1979; 58: 115-130.
- Morley JE, Baumgartner RN, Roubeno ffR, et al. "Sarcopenia". J Lab Clin Med 2001; 137: 231-43.
- Narici MV, Hoppeler H, Kayser B, Landoni L, Claassen H, Gavardi C, Conti M, Cerretelli P. "Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training". Acta Physiologica Scandinavica. Volume 157, Issue 2, pages 175-186, June 1996
- Narici MV. "Human skeletal muscle architecture studied in vivo by non-invasive imaging techniques functional significance and applications". Journal of Electromyography and Kinesiology. 1999;9(2): 97-103
- Narici MV, Maganaris CN. "Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading". Journal Anatomical Society of Great Britain and Ireland. 2006. 208, pp. 443)
- Narici MV, Maffulli N. "Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance". British Medical Bulletin 2010; 95: 139-159
- Nguyen TV, Sambrok PN, Kelly PJ, Jones G, Lord S, Freund J, Eisman JA. "Prediction of osteoporotic fractures by postural instability and bone density". British Medical Journal, 1993, 307: 1111-1115.
- Nindl BC, Harman EA, Marx JO, Gotshalk LA, Frykman PN, Lammi E, Palmer C, Kraemer JW. "Regional body composition changes in women after 6 months of periodized physical training". J Appl Physiol; 88: 2251-2259, 2000.
- Osses R, Yáñez J, Barría P, Palacios S, Dreyse J, Diaz O, Lisboa C. "Prueba de caminata en seis minutos en sujetos chilenos sanos de 20 a 80 años". Rev. méd. Chile Vol.138 No. 9 Santiago Sept. 2010 Rev Med Chile 2010; 138: 1124-1130
- Ostir GV, Volpato S, Fried LP, Chaves P y Guralnik JM. "Reliability and sensitivity to change assessed for a summary measure of lower body function: results from the Women's Health and Aging Study". Journal of Clinical Epidemiology, 55, 916-921. 2002
- Overend TJ, Cunningham DA, Paterson DH, Lefcoe MS. "Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography." Clin Physiol 1992; 12(6):629-40.
- Paillard T. "Electrical stimulation superimposed onto voluntary muscular contraction". Sports Med 2005; 35 (11): 951-966.
- Paillard T. "Combined Application of Neuromuscular Electrical Stimulation and Voluntary Muscular Contractions". Sports Med 2008; 38 (2): 161-177.
- Patel HP, Syddall HE, Martin HJ, Stewart CE, Cooper C, Sayer A. "Hertfordshire sarcopenia study: design and methods". BMC Geriatrics 2010, 10:43
- Parkhouse WS, Coupland DC, Li C, Vanderhoek KJ. "IGF-1 bioavailability is increased by resistance training in older women with low bone mineral density". Mechanism of ageing and development 2000; 113(2):75-83.

- Petrofsky JS. *"Quantification of fatigue during successive isometric contractions"*. Proc Aerosp Med Assoc 1980; 215-216.
- Petrofsky JS, Phillips CA. *"Computer controlled walking in the paralyzed individual"*. J Neurol Orthop Surg 1983; 4: 153-164.
- Pinazo S, Sánchez-Martínez M. *"Gerontología: Actualización, innovación y propuestas"* Edit. PEARSON. Prentice Hall. Madrid 2005.
- Plaja J. *"Analgesia por medios físicos"*. 1ª ed. Madrid: McGraw Hill/Interamericana; 2003.
- Ploutz-Snyder, LL. Manini, T. Ploutz-Snyder, RJ. Wolf, DA. *"Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength"*. J Gerontol Biol Sci. 2002; 57A:B144–B152.
- Podsiadlo D, Richardson S. *"The Timed 'Up & Go': a test of basic functional mobility for frail elderly persons"*. JAGS 1991; 39: 142-8.
- Pombo M, Rodríguez J, Brunet B. *"La electroestimulación"*. Barcelona: Paidotribo; 2004.
- Portegijs E, Sipilä S, Rantanen T, Lamb SE. *"Leg extension power deficit and mobility limitation in women recovering from hip fracture"*. Am J Phys Med Rehabil. 2008 May; 87(5):363-70.
- Portegijs E, Kallinen M, Rantanen T, Heinonen A, Sihyonen S, Alen M, Kiviranta I, Sipilä S. *"Effects of resistance training on lower-extremity impairments in older people with hip fracture"*. Arch Phys Med Rehabil. 2008 Sep; 89(9):1667-74
- Querol F, Gallach JE, González LM, Gomis M, Toca-Herrera JL. *"Surface electrical stimulation of the quadriceps femoris in patients affected by haemophilia A"*. Haemophilia. 2006; 12: 1-4.
- Raguso CA, Kyle U, Kossovsky MP, Roynette C, Paoloni-Giacobino A, Hans D, Genton L, Pichard C. *"A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: Role of physical exercise"*. Clinical Nutrition (2006) 25, 573–580
- Repperger DW, Ho CC, Aukuthota P, Phillips CA, Johnson DC, Collins SR. *"Microprocessor based spatial TENS (Transcutaneous electric nerve stimulator) designed with waveform optimality for clinical evaluation in a pain study"*. Comput Biol Med 1997; 27: 493-505.
- Requena B, Zabala M, Cristobal S, Chiroso I, Viciana J. *"La potenciación post-activación muscular mediante estimulación eléctrica: una revisión"*. Revista Digital, 57.20038. <http://www.efdeportes.com/>
- Ries JD, Echternach JL, Nof L, Gagnon Blodgett M. *"Test-retest reliability and minimal detectable change scores for the timed 'up & go' test, the six-minute walk test, and gait speed in people with Alzheimer disease"*. Phys. Ther. 2009 Jun; 89(6): 569-579.
- Rikli RE, Jones CJ. *"Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults"*. J Aging Phys Act. 1999; 7:127-159.
- Rikli RE, Jones CJ. *"Senior Fitness Test Manual"*. Champaign IL: Human Kinetics, 2001.
- Ritchie C, Trost SG, Brown W, Armit C. *"Reliability and validity of physical fitness field tests for adults aged 55 to 70 years"*. J Sci Med Sport. 2005 Mar; 8(1):61-70.
- Rogério W, Geraldo da Silva J. *"Aspectos biológicos del envejecimiento"* en Rubens J, Geraldo da Silva, J. *"Fisioterapia Geriátrica. Práctica asistencial en el anciano"* Cap. II. 34-36 Ed. Madrid. McGraw Hill/Interamericana; 2005

- Roig JL. "Sarcopenia: Algo más que la disminución de la masa muscular". PubliCE Standard. 15/12/2003. Pid: 231.
- Rolland Y, Czerwinski S, Abellan Van Kan G, et al. "Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives". J Nutr Health Aging 2008; 12: 433-450.
- Rosado P. "La pérdida de la capacidad funcional en la cuarta edad: prevención y fisioterapia" En: Vidal Vazquez MA. "Psicología del cuidado" Edit. Universidad CEU Cardenal Herrera. Valencia, 2003.
- Rosado P, Lisón JF, Amer JJ, Benavent V, Camps A. "Efectos de un programa de ejercicio físico y electroterapia sobre la fuerza muscular en ancianos octogenarios" Fisioterapia al día. Revista del ICOFCV Vol. IV nº 1 Marzo, 2008.
- Rose D, Jones C, Lucchese N. "Predicting the Probability of Falls in Community-Residing Older Adults Using the 8-Foot Up and- Go: A New Measure of Functional Mobility". J. Aging & Physical Activity, Oct 2002; 10, 4.
- Rosenberg IH. "Summary comments". Am J Clin Nutr 1989; 50:1231-1233.
- Rosenberg IH. "Sarcopenia: origins and clinical relevance". J Nutr 1997; 127:S990-S991.
- Roth SM, Martel GF, Ivey FM, et al. "Skeletal muscle satellite cell characteristics in young and older men and women after heavy resistance strength training". J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2001; 56:B240-B247.
- Roubenoff R. "The pathophysiology of wasting in the elderly." J Nutr 1999; S256-S259.
- Roubenoff R, Hughes VA. "Sarcopenia: Current Concepts". Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES 2000, Vol. 55 A, No. 12, M716-M724
- Roubenoff R. "Sarcopenia and its implications for the elderly". Eur J Clin Nutr 2000; 54: S40-7.
- Rózańska-Kirschke A, Kocur P, Wilk M, Dylewicz P. "The Fullerton Fitness Test as an index of fitness in the elderly". Medical Rehabilitation 2006; 10(2): 9-16.
- Rutherford OM, Jones DA. "The role of learning and coordination in strength training". Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1986; 55:100-105.
- Rydwik E, Frändin K, Akner G. "Physical training in institutionalized elderly people with multiple diagnoses-a controlled pilot study". Arch Gerontol Geriatr. 2005 Jan-Feb; 40(1):29-44.
- Sato A, Sato Y, Schmidt RF. "The impact of somatosensory input on autonomic functions". Rev Physiol Biochem Pharmacol. 1997; 130:1-328.
- Sayer AA, Syddall H, Martin H, et al. "The developmental origins of sarcopenia". J. Nutr Health Aging 2008; 12: 427-32.
- Sayers SP, Guralnik JM, Thombs LA, Fielding RA "Effects of leg muscle contraction velocity on functional performance in older men and women" J. Am Geriatr Soc. 2005 Mar; 53(3):467-71.
- Scheker LR, Chesher SP, Ramirez S. "Neuromuscular electrical stimulation and dynamic bracing as a treatment for upper-extremity spasticity in children with cerebral palsy". J Hand Surg (Br) 1999; 24: 226-232.

- Segura Ortí E, Kouidi E, Lisón JF. *"Effect of Resistance Exercise during Hemodialysis on physical function and quality of life: Randomized Controlled Trial"* Clinical Nephrology. Vol 71, Nº 5, 2009; pp. 527-537
- Seynnes O, Fiatarone Singh M A, Hue O, Pras P, Legros P, and Bernard PL. *"Physiological and Functional Responses to Low-Moderate versus High-Intensity Progressive Resistance Training in Frail Elders"* Journal of Gerontology: Medical Sciences (2004) 59 (5): M503-M509.
- Sherry JE, Oehrlein KM, Hegge KS, Morgan BJ. *"Effect of burst-mode transcutaneous electrical nerve stimulation on peripheral vascular resistance"*. Phys Ther. 2001 06; 81(6):1183-91.
- Shibata, KN. *"Reliability and validity of the 8-ft Up & Go test as a measure of dynamic balance and functional mobility in persons with fibromyalgia"* A Thesis Presented for the Degree Master of Science in Public Health to the Faculty of California State University, Fullerton. 2008, 62 pages; Publication Number: 1454-815
- Shumway-Cook A, Gruber W, Baldwin M, Liao S. *"The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community dwelling older adults"*. Phys Ther. 1997; 77:46-57
- Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. *"Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the TUG test"*. Phys Ther 2000; 80:896-903.
- Simoneau E, Martin A, Porter MM, Van Hoecke J. *"Strength training in old age: adaptation of antagonist muscles at the ankle joint"*. 2006 Muscle & Nerve; 33(4):546-55.
- Singh NA, Clemmets KM, Fiatarone MA. *"A randomized trial of progressive resistance training in depressed elders"*. 1997 Journals of Gerontology. Series A-Biological Science; 52(1): M27-35.
- Sipilä S, Suominen H. *"Effects of strength and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women"*. J Appl Physiol. 1995; 78:334-340.
- Skelton DA, McLaughlin AW. *"Training functional ability in old age"*. 1996; Physiotherapy: 82(3):156-67.
- Smeets RJ, Hijdra HJ, Kester AD, Hitters MW, Knottnerus JA. *"The usability of six physical performance tasks in a rehabilitation population with chronic low back pain"*. Clin. Rehabil. 2006 Nov; 20(11): 989-997.
- Sousa N, Sampaio J. *"Effects of progressive strength training on the performance of the functional reach test and the timed get up and go test in the elderly population from the rural north of Portugal"*. 2005; American Journal of Human Biology: 17(6):746-51.
- Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. *"Age- and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and Gait Speeds"* Physical Therapy. February 2002 vol. 82 no. 2 128-137
- Steffen T, Seney M. *"Test-retest reliability and minimal detectable change on balance and ambulation tests, the 36-item short-form health survey, and the unified Parkinson disease rating scale in people with parkinsonism"*. Phys. Ther. 2008 Jun; 88(6):733-746.
- Suetta C, Aagaard P, Rosted A, et al. *"Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse"*. J Appl Physiol (2004) 97, 1954-1961.

- Suetta C, Hvid LG, Justesen L, Christensen U, Neergaard K, Simonsen L, Ortenblad N, Magnusson P, Kjaer M, Aagaard P. "Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining". *J Appl Physiol* 107: 1172–1180, 2009.
- Swisher A, Goldfarb A. "Use of the Six-Minute Walk/Run Test to predict peak oxygen consumption in older adults". *Cardiopulmonary Physical Therapy*. 1998; 9(3):3–5.
- Szulc P, Munoz F, Marchand F, Chapurlat R, Delmas PD. "Rapid loss of appendicular skeletal muscle mass is associated with higher all-cause mortality in older men: the prospective MINOS study". *Am J Clin Nutr*. 2010; 91:1227–1236.
- Taaffe DR, Pruitt L, Pyka G, Guido D, Marcus R, "Comparative effects of high-and-low intensity resistance training on thigh muscle strength, fiber area, and tissue composition in elderly women". *Clinical Physiology* 1996; 16(4):381-92.
- Taaffe DR, Duret C, Wheeler S, Marcus R. "Once-weekly resistance exercise improves strength and neuromuscular performance in older adults". *Journal of the American Geriatrics Society*. 1999; 47(10): 1208-14.
- Takano Y, Haneda Y, Maeda T, Sakai Y, Matsuse H, Kawaguchi T, Tagawa Y, and Shiba N. "Increasing Muscle Strength and Mass of Thigh in Elderly People with the Hybrid-Training Method of Electrical Stimulation and Volitional Contraction". *Tohoku J. Exp. Med.*, 2010, 221, 77-85
- Terramoto S, Ogha E, Ishii T. "Reference value of six minute walking distance in healthy middle aged and older subjects". *European Respiratory Journal*. 2000.15: 1132-1133.
- Thompson DD. "Aging and sarcopenia". *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2007; 7: 344-5.
- Tracy BL, Ivey FM, Hurlbut D, Martel GF, Lemmer JT, Siegel EL, Metter EJ, Fozard JL, Fleg JL, and Hurley BF. "Muscle quality. II. Effects of strength training in 65- to 75-yr-old men and women". *J Appl Physiol* 86:195-201, 1999.
- Troosters T, Gosselink R, Decramer M. "Six minute walking distance in healthy elderly subjects". *Eur Respir J* 1999.; 14: 270-274.
- Valderrama E, Pérez Del Molino J. "Una visión crítica de las escalas de valoración funcional traducidas al castellano". *Rev Esp Geriatr Gerontol* 1997; 32: 297-306.
- Vanderthommen M, Duchateau J. "Electrical Stimulation as a Modality to Improve Performance of the Neuromuscular System". *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2007; 35: 180-185
- Vandervoort AA. "Aging of the human neuromuscular system". *Muscle Nerve* 2002; 25(1):17-25.
- Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P, Permanyer-Miralda G, Quintana JM, Santed R, Valderas JM, Ribera A, Domingo-Salvany A, Alonso J. "El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos" *Gac Sanit*. 2005; 19(2):135-50
- Visser M, Harris TB, Langlois J, et al. "Body fat and skeletal muscle mass in relation to physical disability in very old men and women of the Framingham Heart Study". *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1998; 53: M214-M221.
- Visser M, Kritchevsky SB, Goodpaster BH, et al. "Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study". *J. Am Geriatr Soc* 2002; 50(5):897-904.

- Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. "Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons". *J. Gerontol A Biol Sci MedSci*. 2005; 60:324-333.
- Walsh DM, Howe TE, Johnson MI, Sluka KA. "Transcutaneous electrical nerve stimulation for acute pain". *Cochrane Database Syst Rev*. 2009 Apr 15; (2) (2):CD006142.
- Ware JE Jr, Snow KK, Kosinski M, Gandek B. "SF-36 Health Survey: manual and interpretation guide". Boston: New England Medical Center; 1993.
- Ware JE. "SF-36 health survey update". *Spine*. 2000; 25:3130-9.
- Webber SC, Porter MM. "Reliability of Ankle Isometric, Isotonic, and Isokinetic Strength and Power Testing in Older Women" *PHYS THER* August 2010 90:1165-1175
- Wert DM, Brach J, Perera S, VanSwearingen JM. "Gait Biomechanics, Spatial and Temporal Characteristics, and the Energy Cost of Walking in Older Adults With Impaired Mobility" *PHYS THER* July 2010 90:977-985
- Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, Gulanick M, Laing ST, Stewart, KJ. "Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2007 Update". *Circulation Journal of American Heart Association* 2007; 116; 572-584
- Yarasheski K, Pak-Loduca J, Hasten D, Obert K, Brown MB, Sinacore D, "Resistance exercise training increases mixed muscle protein synthesis rate in frail women and men >76-yr.-old." *Am J Physiol* 1999; 227:E118-E125.
- Zhong S, Chen CN & Thompson LV. "Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations" *Rev. Bras. Fisioter. Saõ Carlos*, v. II. n. 2, p. 91-97. mar/abr. 2007.

ANEXOS

ANEXO I (Confidencialidad y Consentimiento Informado)

Confidencialidad

El presente estudio se ajusta a la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal, por lo que la información que proporcione será confidencial y sólo manejada por el profesional implicado en el mismo. A esta información se le asignará un código que en ningún caso se relacionará con su nombre. Por lo tanto no debe tener ningún tipo de preocupación por la privacidad de sus datos. Este estudio se someterá a aprobación por parte del Comité de Ética de la Comisión de Investigación de la Universidad CEU Cardenal Herrera.

Participación voluntaria

La participación en este Estudio es completamente voluntaria. Puede abandonarlo en cualquier momento.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

FISIOTERAPIA

INTRODUCCIÓN

Esta documentación ha sido elaborada conforme a las previsiones contenidas en la Ley General de Sanidad (14/1986 de 25 de Abril) y la Ley 41/2002 de 14 de Noviembre, reguladora ésta última de los derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. Y, con posterioridad a la aprobación de esta Ley básica, en la Comunidad Valenciana se ha aprobado también la Ley 1/2003, de 28 de enero, de derechos e información al paciente.

CONCEPTO GENERAL DE FISIOTERAPIA

Tratamiento de la persona para evaluar, impedir, corregir, aliviar y limitar o disminuir la incapacidad física, alteración del movimiento, funcionalidad y postura, así como el dolor que se derive de los desórdenes congénitos y de las condiciones del envejecimiento, lesión o enfermedad (daño o procedimiento quirúrgico). La Fisiote-

rapia tiene como fin más significativo restaurar las funciones físicas perdidas o deterioradas.

PROGRAMA

Los sujetos son asignados de forma aleatoria a las distintas intervenciones que se comparan, de forma que podrán estar en el grupo de intervención o en el grupo control.

- Valoración: antes de comenzar el programa, durante e inmediatamente después de finalizarlo, los sujetos realizarán una batería de pruebas, con el fin de conocer su estado de forma inicial y su condición física final. Las pruebas serán las siguientes:
 - . Cuestionarios: (-Escala de Barthel. -SF-36. Test de Calidad de vida, etc.)
 - . Pruebas de composición corporal: (-IMC. Índice de Masa Corporal.
 - . Medición de la perimetría de miembros inferiores).
 - . Pruebas físicas: (-STS-30. Sentadillas. -6 minutos marcha).

Específicamente, en la intervención a desarrollar se aplicará:

- Electroterapia: se define como el tratamiento de determinadas enfermedades mediante la electricidad. Existen muchos tipos de corrientes con efectos distintos. Básicamente persiguen dos objetivos, o bien provocar una contracción muscular y ayudar a la recuperación motora (efecto excitomotor), o bien provocar una disminución del dolor o analgesia (corrientes de tipo TENS). En este estudio utilizaremos el efecto de potenciación (electromusculación).
- Mecanoterapia: es la utilización terapéutica de aparatos mecánicos destinados a provocar y dirigir movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud.

RIESGOS

La fisioterapia tiene muy pocos riesgos, y los mayores peligros son su incorrecta indicación y su mala ejecución. Por lo tanto, es necesario, sobre todo en las técnicas más agresivas, un perfecto conocimiento de sus fundamentos, de la base de su utilización, de las técnicas de realización y de sus posibles riesgos, por ello siempre debe ser aplicada por profesionales de la Fisioterapia. En cualquier caso, queda matizar algunas consecuencias que, muy inusualmente, se pueden producir durante el desarrollo de los tratamientos de los que el paciente tiene que ser consciente, tales como:

Dolor: con el ejercicio es posible experimentar dolor muscular en los primeros tratamientos.

Mareo: los síntomas temporales como el mareo y la náusea pueden ocurrir, pero son relativamente raros.

Lesión articular: en casos esporádicos los defectos físicos subyacentes, las deformidades o las patologías como huesos débiles por la osteoporosis, pueden aumentar el riesgo de lesión. Cuando la osteoporosis, u otra anomalía son detectadas, el fisioterapeuta seguirá con cautela adicional, o suspenderá el tratamiento.

RIESGOS ESPECÍFICOS EN ELECTROTERAPIA

Son muy escasos y normalmente leves, siempre que la aplicación sea correcta. Una dosis excesiva, podría provocar una contracción muy intensa, causando daños musculares. Por ello, su fisioterapeuta elegirá aquella que pueda obtener los mejores resultados en su caso, con los menores riesgos y molestias para usted.

Eritema: ante la posible aparición de enrojecimiento de la piel, como consecuencia de la aplicación de corrientes, se suspenderá inmediatamente la sesión.

CONTRAINDICACIONES GENERAL

A) Absolutas

- Los tumores malignos.
- Cardiopatías descompensadas, endocarditis activas, hemopatías, tuberculosis.
- Bronquitis crónica descompensada.
- Trombosis o hemorragias activas.
- Marcapasos y/o dispositivos intracardiacos.

B) Relativas

- Derrame sinovial, hemartrosis y heridas recientes de partes blandas (para la cinesiterapia pasiva).
- Dermatología: micosis y dermatitis piógena.
- Epilépticos no controlados y síndromes coreicos.
- Cualquier herida abierta, en la zona a tratar.
- Hipertensión arterial descompensada y varices sin control.
- Pacientes que puedan propagar algún tipo de infección debido a la patología que sufren.
- Enfermedades agudas con fiebre.
- Estados febriles y/o de debilidad extrema.
- Enfermedades terminales.
- Implantes metálicos internos como endoprótesis, material de osteosíntesis, etc.,
- Alteraciones de la sensibilidad.

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO

Hay efectos beneficiosos asociados con estos métodos de tratamiento incluyendo disminución del dolor, mejoría de la función, la movilidad y la condición física (equilibrio, coordinación, fuerza, flexibilidad y resistencia cardiovascular).

Promover un estilo de vida saludable.

Aumentar el bienestar psicológico y social.

Dependiendo de la técnica, su fisioterapeuta le indicará que se desprenda de todos los artículos metálicos que porte (medallas, cadenas, llaveros, monedas, cinturones, etc.).

Tiene derecho tanto a prestar consentimiento para su tratamiento previa información, así como a consentir sin recibir información y, en cualquier caso, a retirar su consentimiento en cualquier momento previo a la realización de la técnica o durante ella.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

PARTICIPANTE

D./Dña.

con DNI.....

He leído la información que ha sido explicada en cuanto al consentimiento. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre mi examen, valoración y tratamiento. Firmando abajo consiento que se me aplique el tratamiento que se me ha explicado de forma suficiente y comprensible.

Entiendo que tengo el derecho de rehusar parte o todo el tratamiento en cualquier momento, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados.

Entiendo mi plan de tratamiento y consiento en ser tratado por un fisioterapeuta colegiado.

Declaro no encontrarme en ninguna de las contraindicaciones especificadas en este documento.

Declaro haber facilitado de manera leal y verdadera los datos sobre estado físico y salud de mi persona que pudiera afectar a los tratamientos que se me van a realizar. Asimismo decido, dentro de las opciones clínicas disponibles, dar mi conformidad, libre, voluntaria y consciente a los tratamientos que se me han informado.

He sido también informado/a de que mis datos personales serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a y con las garantías de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

_____ de _____ de _____

AUTORIZACIÓN DEL FAMILIAR O TUTOR

Ante la imposibilidad de D./Dña.
 con DNIde prestar autorización para los tratamientos expli-
 cados en el presente documento de forma libre, voluntaria, y consciente.

D./Dña.
 con DNI.....

En calidad de (marido, esposa, hijo, hermano, tutor legal, familiar, allegado, cuida-
 dor), decido, dentro de las opciones clínicas disponibles, dar mi conformidad libre,
 voluntaria y consciente a la técnica descrita para los tratamientos explicitados en el
 presente documento.

_____, ____ de _____ de _____

FISIOTERAPEUTA

D./Dña.....
 con DNI.....

Fisioterapeuta en la Unidad de Fisioterapia del Centro Geriátrico de las Hermanitas
 de los Ancianos Desamparados de Valencia, declaro haber facilitado al participante
 y/o persona autorizada, toda la información necesaria para la realización de los tra-
 tamientos explicitados en el presente documento y declaro haber confirmado, inme-
 diatamente antes de la aplicación de la técnica, que el sujeto no incurre en ninguno
 de los casos de contraindicación relacionados anteriormente, así como haber tomado
 todas las precauciones necesarias para que la aplicación de los tratamientos sea co-
 rrecta.

_____, ____ de _____ de _____

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

D/Dña.

con DNI.....

Revoco el consentimiento prestado en fecha..... dede

Y no deseo proseguir el tratamiento que doy en esta fecha por finalizado.

_____, ____ de _____ de _____

Con quién contactar si tiene alguna pregunta sobre el Estudio

PEDRO ROSADO CALATAYUD
Universidad CEU Cardenal Herrera
Facultad de Ciencias de la Salud
Dpto. Fisioterapia
Tel. 96 136 90 00 ext. 1371 rosado@uch.ceu.es

ANEXO II (Cronología de la intervención)

1. Entrevistas y firma de consentimiento informado (**Diciembre 2009**).
2. Escala de Barthel (**Diciembre 2009**).
3. Entrevista personal y aplicación de criterios de exclusión(**Diciembre 2009**).
4. Registro previo de Variables (**08/Enero/2010**).
5. Inicio de la Intervención (**25/Enero/2010**).
6. Fin de la Intervención (**26/Abril/2010**).
7. Registro posterior de Variables (**Mayo 2010**).

ANEXO III (Pruebas de Valoración)

Antropometría / Dinamometría

SUJETO

ALTURA

PESO.....

I.M.C.....

DINAMOMETRÍA M.M.S.S. 1º intento: 2º intento: 3º intento:

DINAMOMETRÍA M.M.I.I. 1º intento: 2º intento: 3º intento:

Berg Balance Scale (Max. = 56)

1. PASAR DE SENTADO A LEVANTADO

INSTRUCCIONES: Levántese. Trate de no ayudarse con las manos para levantarse.

- () 4 Capaz de levantarse sin ayudarse de las manos y mantenerse independientemente.
- () 3 Capaz de levantarse independientemente ayudándose de las manos.
- () 2 Capaz de levantarse ayudándose de las manos tras varios intentos.
- () 1 Necesita algo de ayuda para levantarse y mantenerse estable.
- () 0 Necesita ayuda o mucha ayuda para levantarse.

2. MANTENERSE DE PIE SIN AYUDA DURANTE 2 MINUTOS

INSTRUCCIONES: Manténgase de pie durante 2 minutos sin apoyarse.

- () 4 Capaz de mantenerse seguro durante los 2 minutos.
- () 3 Capaz de mantenerse durante 2 minutos con supervisión.
- () 2 Capaz de mantenerse sin ayuda durante 30".
- () 1 Necesita varios intentos para mantenerse 30" sin ayuda.
- () 0 No es capaz de mantenerse 30" sin ayuda.

3. MANTENERSE SENTADO SIN APOYARLA ESPALDA Y CON LOS PIES EN EL SUELO.

INSTRUCCIONES: Siéntese con brazos cruzados durante 2 minutos.

- () 4 Capaz de sentarse y mantenerse con seguridad durante 2 minutos.
- () 3 Capaz de permanecer sentado pero bajo supervisión.
- () 2 Capaz de permanecer sentado durante 30".
- () 1 Capaz de permanecer sentado 10".
- () 0 Incapaz de permanecer sentado sin apoyo más de 10".

4. PASAR DE ESTAR DE PIE A SENTADO.

INSTRUCCIONES: Siéntese.

- () 4 Se sienta con seguridad y con poca ayuda de las manos.
- () 3 Controla la bajada ayudándose de las manos.
- () 2 Utiliza la parte de detrás de las piernas para controlar la bajada.
- () 1 Se sienta independientemente pero sin control sobre la bajada.
- () 0 Necesita ayuda para sentarse.

5. TRANSFERENCIAS

INSTRUCCIONES: El sujeto debe pasar de una silla con reposabrazos a una silla sin reposabrazos. (Utilizaremos 2 sillas enfrentadas).

- () 4 Capaz de pasar de una silla a otra con muy poca ayuda de las manos.
- () 3 Capaz de pasar de una silla a otra con ayuda de las manos.
- () 2 Capaz de pasar pero con supervisión
- () 1 Necesita a una persona que lo asista.
- () 0 Necesita 2 personas que lo asistan o lo supervisen.

6. MANTENERSE DE PIE 10" CON LOS OJOS CERRADOS.

INSTRUCCIONES: Cierre los ojos y manténgase de pie sin apoyarse.

- () 4 Capaz de mantenerse 10" con seguridad.
- () 3 Capaz de mantenerse 10" con supervisión.
- () 2 Capaz de mantenerse 3".
- () 1 Incapaz de mantener los ojos cerrados durante 3" pero se mantiene seguro.
- () 0 Necesita ayuda para no caerse.

7. MANTENERSE DE PIE SIN AYUDA Y CON PIES JUNTOS

INSTRUCCIONES: Ponga los pies juntos y manténgase en pie sin ayuda.

- () 4 Capaz de poner los pies juntos y mantenerse durante 1 minuto sin ayuda.
- () 3 Capaz de poner los pies juntos y mantenerse 1 minuto bajo supervisión.
- () 2 Capaz de poner los pies juntos pero no es capaz de mantenerse más de 30”.
- () 1 Necesita ayuda para colocar los pies juntos pero capaz de mantenerse durante 15”
- () 0 Necesita ayuda para colocar los pies juntos y no es capaz de mantenerse 15”.

8. ALARGAR LA MANO CON EL BRAZO EXTENDIDO MIENTRAS SE PERMANECE DE PIE

INSTRUCCIONES: Flexión de brazo de 90 grados. Con los dedos de la mano extendidos llega todo lo lejos que puedas. (El examinador coloca una regla junto a la punta de los dedos cuando el brazo está en 90 grados de flexión. Los dedos no deben tocar la regla mientras se realice el movimiento. Se registra la distancia que alcanzan los dedos cuando el sujeto está inclinado hacia delante. Si es posible, se le pedirá al sujeto que lo haga con las dos manos para evitar la rotación de tronco).

- () 4 Puede adelantarse con seguridad hasta 25 cm.
- () 3 Puede llegar a adelantarse hasta 12 cm.
- () 2 Puede adelantarse hasta 5 cm.
- () 1 Puede adelantarse pero necesita supervisión.
- () 0 Pierde el equilibrio cuando lo intenta y necesita ayuda.

9. RECOGER UN OBJETO DEL SUELO PARTIENDO DE BIPEDESTACIÓN

INSTRUCCIONES: Recoge la zapatilla que se encuentra delante de tu pie.

- () 4 Capaz de recoger la zapatilla con seguridad y cómodamente.
- () 3 Capaz de recoger una zapatilla pero necesita supervisión.
- () 2 Incapaz de recoger la zapatilla pero alarga la mano hasta unos centímetros de la zapatilla y mantiene el equilibrio.
- () 1 Incapaz de recoger la zapatilla y necesita supervisión mientras lo intenta.
- () 0 Incapaz de intentarlo o necesita asistencia para mantener el equilibrio.

10. GIRARSE PARA MIRAR DETRÁS A DERECHA E IZQUIERDA MIENTRAS SE MANTIENE DE PIE

INSTRUCCIONES: Gírese para mirar directamente detrás de ti a derecha e izquierda por encima del hombro. (El examinador debe sostener un objeto para que el sujeto mire y haga una mayor rotación).

- () 4 Mira detrás a ambos lados y reparte bien el peso.
- () 3 Mira bien hacia un lado pero hacia el otro no reparte bien el peso.
- () 2 Gira hacia un lado solo pero mantiene el equilibrio.
- () 1 Necesita supervisión para girar.
- () 0 Necesita asistencia para mantener el equilibrio

11. GIRAR 360 GRADOS

INSTRUCCIONES: Girar completamente 360 grados alrededor de un círculo. Y a continuación girar en la dirección contraria.

- () 4 Capaz de girar 360 grados con seguridad en 4" o menos.
- () 3 Capaz de girar 360 grados con seguridad en un sentido y con seguridad en 4" o menos.
- () 2 Capaz de girar 360 grados con seguridad pero despacio.
- () 1 Necesita mucha supervisión para realizar el ejercicio.
- () 0 Necesita ayuda mientras gira el sujeto.

12. ALTERNAR LOS PIES EN UN STEP SIN AYUDA

INSTRUCCIONES: Coloca alternativamente los pies en un step 4 veces cada uno.

- () 4 Capaz de mantenerse estable y seguro y realizar las 8 repeticiones en 20".
- () 3 Capaz de mantenerse estable y realizar las 8 repeticiones en más de 20".
- () 2 Capaz de realizar 4 repeticiones sin ayuda pero con supervisión.
- () 1 Capaz de completar > 2 steps necesitando algo de ayuda.
- () 0 Necesita ayuda para mantener el equilibrio.

13. MANTENERSE EN POSICIÓN DE TÁNDEM

INSTRUCCIONES: (DEMOSTRAR AL SUJETO) Colocar un pie delante del otro. Si siente que no puede, adelanta el pie hasta que el talón de tu pie adelantado este delante de los dedos del pie retrasado.

- () 4 Capaz de colocar un pie en tándem y mantenerse 30".
- () 3 Capaz de colocar un pie delante de forma independiente y mantenerse 30".
- () 2 Capaz de adelanta un poco el pie de forma independiente y mantenerse 30".
- () 1 Necesita ayuda para adelantar un pie pero es capaz de mantenerse 15".
- () 0 Pierde el equilibrio mientras adelanta el pie y no mantiene el equilibrio.

14. MANTENERSE SOBRE UNA PIERNA

INSTRUCCIONES: Manténgase sobre una pierna tanto tiempo como le sea posible y sin ayuda.

- () 4 Capaz de ponerse sobre una pierna y aguantar >10"
- () 3 Capaz de ponerse sobre una pierna y mantener 5-10"
- () 2 Capaz de ponerse sobre una pierna y mantenerse 3"
- () 1 Trata de ponerse sobre una pierna, incapaz de aguantar 3" pero se mantiene en equilibrio sin ayuda.
- () 0 Incapaz de intentarlo y necesita ayuda para no caerse.

FUNCIONALES RIKLI (Rikli et al 1999)

Sujeto

Test Frec. Cardiaca Pre. Tensión Pre. MARCA Frec. Cardi. Post.

Tensión Post.

Sentarse y levantarse de la silla (STS 30"). (Repeticiones)

Test de Flexión.(cm)

Foot Up & Go test. (seg)

6' Walking.(m)

CUESTIONARIO DE SALUD SF-36

1. En general, usted diría que su salud es:

- 1... Excelente
- 2... Muy buena
- 3... Buena
- 4... Regular
- 5... Mala

2. ¿Cómo diría que es su salud actual, comparada con la de hace un año?

- 1... Mucho mejor ahora que hace un año
- 2... Algo mejor ahora que hace un año
- 3... Más o menos igual que hace un año
- 4... Algo peor ahora que hace un año
- 5... Mucho peor ahora que hace un año

Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal

3. Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos intensos, tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores?

- 1... Sí, me limita mucho
- 2... Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

4. Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de una hora?

- 1... Sí, me limita mucho
- 2... Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

5. Su salud actual, ¿le limita para coger o llevar la bolsa de la compra?

- 1... Sí, me limita mucho
- 2... Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

6. Su salud actual, ¿le limita para subir varios pisos por la escalera?

- 1... Sí, me limita mucho
- 2... Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

7. Su salud actual, ¿le limita para subir un solo piso por la escalera?

- 1... Sí, me limita mucho
- 2... Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

8. Su salud actual, ¿le limita para agacharse o arrodillarse?

- 1... Sí, me limita mucho
- 2... Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

9. Su salud actual, ¿le limita para caminar un kilómetro o más?

- 1... Sí, me limita mucho
- 2... Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

10. Su salud actual, ¿le limita para caminar varias manzanas (varios centenares de metros)?

- 1... Sí, me limita mucho
- 2... Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

11. Su salud actual, ¿le limita para caminar una sola manzana (unos 100 metros)?

- 1... Sí, me limita mucho
- 2... Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

12. Su salud actual, ¿le limita para bañarse o vestirse por sí mismo?

- 1...Sí, me limita mucho
- 2...Sí, me limita un poco
- 3... No, no me limita nada

Las siguientes preguntas se refieren a problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas.

13. Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?

- 1... Sí
- 2... No

14. Durante las 4 últimas semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer, a causa de su salud física?

- 1... Sí
- 2... No

15. Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo que dejar de hacer algunas tareas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?

- 1... Sí
- 2... No

16. Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo dificultad para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal), a causa de su salud física?

- 1... Sí
- 2... No

17. Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido o nervioso)?

1... Sí

2... No

18. Durante las 4 últimas semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido o nervioso)?

1... Sí

2... No

19. Durante las 4 últimas semanas, ¿no hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido o nervioso)?

1... Sí

2... No

20. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?

1... Nada

2... Un poco

3... Regular

4... Bastante

5... Mucho

21. ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?

- 1... No, ninguno
- 2... Sí, muy poco
- 3... Sí, un poco
- 4... Sí, moderado
- 5... Sí, mucho
- 6... Sí, muchísimo

22. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

- 1... Nada
- 2... Un poco
- 3... Regular
- 4... Bastante
- 5... Mucho

Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted.

23. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió lleno de vitalidad?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Muchas veces
- 4... Algunas veces
- 5... Sólo alguna vez
- 6... Nunca

24. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo estuvo muy nervioso?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Muchas veces
- 4... Algunas veces
- 5... Sólo alguna vez
- 6... Nunca

25. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Muchas veces
- 4... Algunas veces
- 5... Sólo alguna vez
- 6... Nunca

26. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió calmado y tranquilo?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Muchas veces
- 4... Algunas veces
- 5... Sólo alguna vez
- 6... Nunca

27. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo tuvo mucha energía?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Muchas veces
- 4... Algunas veces
- 5... Sólo alguna vez
- 6... Nunca

28. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió desanimado y triste?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Muchas veces
- 4... Algunas veces
- 5... Sólo alguna vez
- 6... Nunca

29. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió agotado?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Muchas veces
- 4... Algunas veces
- 5... Sólo alguna vez
- 6... Nunca

30. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió feliz?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Muchas veces
- 4... Algunas veces
- 5... Sólo alguna vez
- 6... Nunca

31. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió cansado?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Muchas veces
- 4... Algunas veces
- 5... Sólo alguna vez
- 6... Nunca

32. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?

- 1... Siempre
- 2... Casi siempre
- 3... Algunas veces
- 4... Sólo alguna vez
- 5... Nunca

Por favor, diga si le parece cierta o falsa cada una de las siguientes frases.

33. Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas.

- 1... Totalmente cierta
- 2... Bastante cierta
- 3... No lo sé
- 4... Bastante falsa
- 5... Totalmente falsa

34. Estoy tan sano como cualquiera.

- 1... Totalmente cierta
- 2... Bastante cierta
- 3... No lo sé
- 4... Bastante falsa
- 5... Totalmente falsa

35. Creo que mi salud va a empeorar.

- 1... Totalmente cierta
- 2... Bastante cierta
- 3... No lo sé
- 4... Bastante falsa
- 5... Totalmente falsa

36. Mi salud es excelente.

- 1... Totalmente cierta
- 2... Bastante cierta
- 3... No lo sé
- 4... Bastante falsa
- 5... Totalmente falsa

BALANCE TEST

A. Side-by-side-stand

Held for 10 sec 1 point

Not held for 10 sec 0 points

Not attempted 0 points

If 0 points, end Balance Tests

Number of seconds held if less than 10 sec: .sec

B. Semi-Tandem Stand

Held for 10 sec 1 point

Not held for 10 sec 0 points

Not attempted 0 points (circle reason above)

If 0 points, end Balance Tests

Number of seconds held if less than 10 sec: .sec

C. Tandem Stand

Held for 10 sec 2 points

Held for 3 to 9.99 sec 1 point

Held for < than 3 sec 0 points

Not attempted 0 points (circle reason above)

Number of seconds held if less than 10 sec: .sec

D. Total Balance Tests score_____

GAIT SPEED TEST SCORING:Length of walk test course: Four meters

A. Time for First Gait Speed Test (sec)

1. Time for 3 or 4 meters. ____, ____ sec

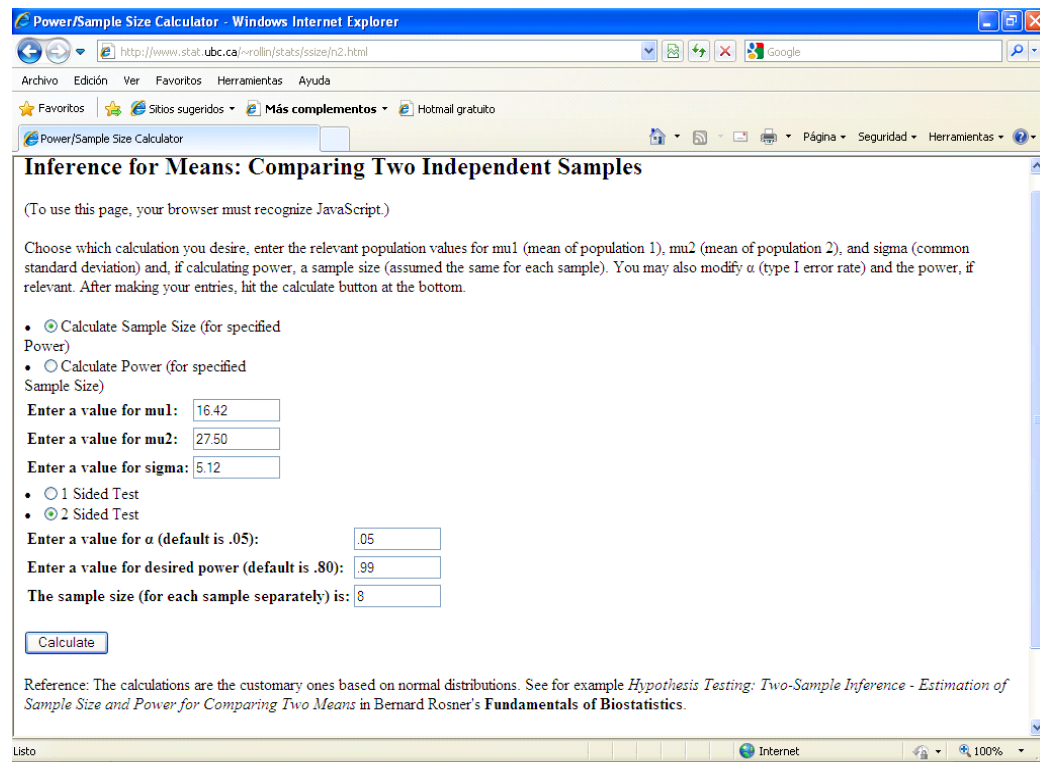
2. Aids for first walk.....None Cane Other

B. Time for Second Gait Speed Test (sec)

1. Time for 3 or 4 meters. ____, ____ sec

2. Aids for first walk.....None Cane Other

ANEXO IV (Cálculo del tamaño muestral)



The image shows a screenshot of a web browser window titled "Power/Sample Size Calculator - Windows Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://www.stat.ubc.ca/~rollin/stats/ssize/n2.html". The browser interface includes a menu bar with "Archivo", "Edición", "Ver", "Favoritos", "Herramientas", and "Ayuda". Below the menu bar are "Favoritos", "Sitios sugeridos", "Más complementos", and "Hotmail gratuito". The main content area is titled "Inference for Means: Comparing Two Independent Samples".

(To use this page, your browser must recognize JavaScript.)

Choose which calculation you desire, enter the relevant population values for μ_1 (mean of population 1), μ_2 (mean of population 2), and σ (common standard deviation) and, if calculating power, a sample size (assumed the same for each sample). You may also modify α (type I error rate) and the power, if relevant. After making your entries, hit the calculate button at the bottom.

- Calculate Sample Size (for specified Power)
- Calculate Power (for specified Sample Size)

Enter a value for μ_1 :

Enter a value for μ_2 :

Enter a value for σ :

- 1 Sided Test
- 2 Sided Test

Enter a value for α (default is .05):

Enter a value for desired power (default is .80):

The sample size (for each sample separately) is:

Reference: The calculations are the customary ones based on normal distributions. See for example *Hypothesis Testing: Two-Sample Inference - Estimation of Sample Size and Power for Comparing Two Means* in Bernard Rosner's **Fundamentals of Biostatistics**.

At the bottom of the browser window, the status bar shows "Listo", "Internet", and "100%".

ANEXO V (Registro del Ensayo Clínico)

ClinicalTrials.gov
Protocol Registration System



Protocol Registration Receipt
03/12/2010

Effects of a Program of Physical Exercise and Electrotherapy on Muscle Strength in Subjects of the Fourth Age

This study is currently recruiting participants.
Verified by Cardenal Herrera University, February 2010

Sponsor:	Cardenal Herrera University
Collaborators:	
Information provided by:	Cardenal Herrera University
ClinicalTrials.gov Identifier:	NCT01086592

► Purpose

The purpose of this study is to determine whether neuromuscular electrical stimulation, strengthening exercises, or combination of both over lower limbs are effective in the improvement of the stability fundamentally against falls, greater independence and, therefore, better quality of life in elderly over 75 years.

Condition	Intervention	Phase
Geriatric Assessment Muscle Strength Postural Balance Body Mass Index	No intervention Strong progressive strengthening exercises of lower limbs Electrotherapy Electrotherapy+weights	Phase 0

Study Type: Interventional

Study Design: Prevention, Parallel Assignment, Double Blind (Subject, Investigator), Randomized, Active Control, Efficacy Study

Official Title: Effects of a Program of Physical Exercise and Electrotherapy on Muscle Strength in Subjects of the Fourth Age

ANEXO VI (Instrumentación)

DINAMÓMETRO DE MIEMBROS INFERIORES

(Modelo **GLOBUS Italia TESYS 400**)



DINAMÓMETRO DE MIEMBROS SUPERIORES

(Hydraulic hand dynamometer, JAMAR, Sammons Preston Rolyan, Chicago, USA)



Especificaciones:

Dimensiones: 8 x 11 Peso: 3 libras calibrada hasta 200 libras ajustable para 5 posiciones de agarre diferentes de 3 / 8 a 3 3 / 8

Electroestimulador muscular (*EEM*)

En el presente estudio se utilizó un **equipo portátil de electroestimulación-muscular *TensMed S82*** con dos salidas (doble bipolar) (fig. X)



Figura X. Aparato de electromusculación **TensMed S82**

El TensMed S82 es un equipo de doble canal, mostrando sólo la información necesaria en una pantalla LCD claramente legible.

Especificación Técnica

Número de canales: 2 (no-independientes)

Corriente constante: Hasta resistencia de 1000 ohm

Corriente estimulación/canal: 0-99,5 mA

Número programas pre-ajustados: 5 TENS 23 NMES

Número programas usuario: 5 (PP1-PP5)

Forma de estimulación:

- Convencional
- Burst
- Frecuencia modulada/pulso
- Frecuencia combinada
- Modulación de pulso alternante
- Intermitente

Duración de pulso Max: 400 μ s

Frecuencia Max: 120 Hz

Tiempo: 1 a 99 min./Apagado

Alimentación: 2 x 1.5 V AA no-recargable

Recargables: 2 x 1.2 V AA

Dimensiones: 120 x 50 x 30 mm

Peso: 180 g

El programa empleado en la electromusculación fue:

Programa 11

Estimulación intermitente para grupos de músculos grandes

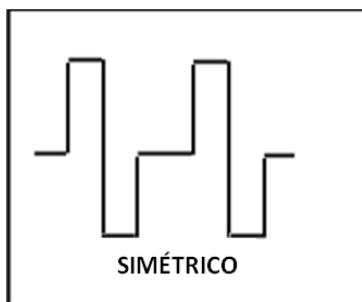
Tipo de Onda Farádica bidireccional compensada simétrica

Frecuencia	50 Hz
Duración del pulso	400 μ s
Tiempo de aceleración	1 s
Tiempo de funcionamiento	2 s
Tiempo de descanso	2 s
Tiempo de deceleración	1 s
Duración del tratamiento	9 minutos

Así durante el entrenamiento con EEM son los siguientes parámetros los que tienen una clara influencia sobre su control (Pombo et al, 2004):

1. El impulso eléctrico

Normalmente el más utilizado para la mejora de la fuerza muscular es con una forma rectangular bifásica y simétrica.



Onda del impulso

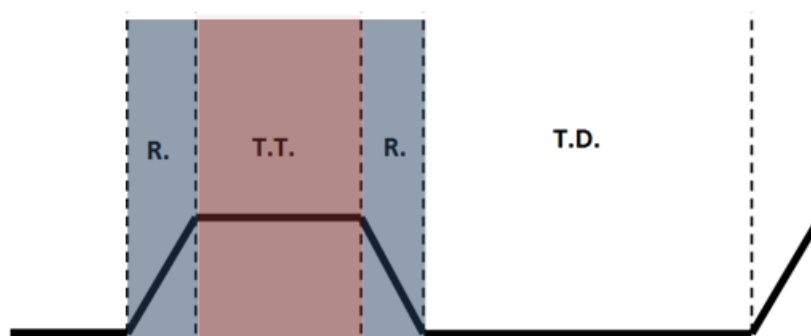
2. Frecuencia de impulso

Es el número de veces que se repite el impulso por segundo (Hz), y puede alcanzar un rango desde 1-10Hz (relajación, aumento del riego sanguíneo y de la segregación de endorfinas) hasta 90-150Hz (mejora de la fuerza explosiva, elástica y reactiva).

3. Tiempo de contracción y de reposo

El tiempo de contracción y reposo va a tener una relación directa con la frecuencia del impulso. Cuanto más alta sea la frecuencia del impulso, menor será la duración de la contracción, ya que las fibras trabajadas (rápidas) se fatigarán en menor tiempo, al contrario ante frecuencias bajas se podrá aumentar los tiempos de contracción. El rango utilizado normalmente varía entre contracciones de 1-5s hasta 10-30s.

Al igual que en las contracciones voluntarias los tiempos de reposo están íntimamente relacionados con los procesos fisiológicos de recuperación muscular. Parece en consecuencia conveniente que ante esfuerzos a altas frecuencias los descansos sean mayores y viceversa.



R.= Rampa/T.T.= Tiempo Trabajo/T.D.= Tiempo Descanso.

4. **Nº Repeticiones**

El número de repeticiones, que representa el volumen total de trabajo, al igual que en otros tipos de entrenamientos musculares varía en función del objetivo que se busque en cada sesión, así los entrenamientos encaminados hacia la mejora de la resistencia aeróbica necesitarán de un mayor tiempo de entrenamiento con un número de repeticiones alto, disminuyendo el número de repeticiones progresivamente ante esfuerzos de fuerza resistencia, fuerza máxima y fuerza explosiva.



Contracción con ayuda de la electroestimulación.

5. **Intensidad**

La intensidad eléctrica se trata de un parámetro que tan sólo influye durante la aplicación del entrenamiento. De dicha intensidad (normalmente expresada en mA) depende el número de fibras musculares que realizan el trabajo programado. Cuando se incrementa la intensidad eléctrica, la contracción se vuelve más fuerte. Esto es el resultado del número mayor de fibras que trabajan.

Ecógrafo portátil modelo *Titán*



Especificaciones técnicas del sistema

- Peso: 3,5 Kg
- Dimensiones: 301,9 mm (Largo) x 275,9 mm (Ancho) x 75,9 mm (Alto)
- Pantalla de cristal líquido TFT integrada, completamente digital, de 21,5 cm y en color

Sistema móvil de acoplamiento

- Dimensiones del sistema móvil de acoplamiento: 812,7 mm (Largo) x 573 mm (Ancho) x altura regulable 842,9 - 1145, 2 mm
- Capacidad para impresora completamente integrada y/o para videocasete
- Conector opcional para 3 transductores; se cambian fácilmente por conmutación electrónica
- Monitor opcional de 21,5 cm

Modos de generación de imágenes

- 2D
- Pantalla partida
- Zoom
- Color Power Doppler
- M-Mode

3 velocidades de barrido

Opciones de 1/2 1/2, 1/3 2/3 o pantalla completa

- Doppler pulsado
- Generación de imágenes Dúplex

3 velocidades de barrido

Opciones de 1/2 1/2, 1/3 2/3 o pantalla completa

- Imagen Armónica Tisular (THI)

Transductores

Todos los transductores son ligeros e incorporan conectores sin pines de conexión rápida y un menú seleccionable que permite ajustar los parámetros de frecuencia para que se adapten a las dimensiones del paciente. Los parámetros son Penetración, General y Resolución.

- L38/10-5MHz: Transductor lineal de banda ancha múltifrecuencia. Aplicaciones en partes blandas, vasculares, músculo-esqueléticas y superficiales. 2D, CPD, DCPD, PW, CW*. Dispone de guía de biopsia.

Controles reprogramables

- Teclas programables que permiten configurar funciones avanzadas.
- Tecla Delta: El usuario puede seleccionar las funciones de la tecla delta, lo que facilita enormemente su utilización.

Parámetros del sistema

- Margen dinámico del sistema: hasta 155dB
- Frecuencia máxima de captura de 150Hz. Pantalla integrada de 60Hz.

Almacenamiento de imágenes y visualización de secuencias

- Almacenamiento: Alta capacidad gracias a las tarjetas flash. Una tarjeta de 64MB puede almacenar unas 128 imágenes.
- Secuencias: Se puede ver hasta 220 imágenes, fotograma a fotograma.
- Puede conectarse directamente a un PC gracias al software Site Link Image Manager con un cable USB desde el sistema. Permite transmitir imágenes de alta resolución en formato de mapa de bits. El software permite la compresión por lotes en formato JPG en su PC.
- La transferencia de las imágenes puede permanecer activa mientras el TITÁN continúa escaneando.
- Los volúmenes se calculan mediante los diámetros.

Alimentación

- Funciona con batería o con corriente alterna, de 1,5 a 4 horas con la batería totalmente cargada.
- Batería: recargable de iones de litio.
- CA: a través de un transformador de corriente universal, 100-240 V CA,50-60Hz

Presentación en pantalla

- Texto y pictogramas. Se puede seleccionar el texto específico de cada aplicación mediante las teclas de función.

Conexiones periféricas

- Salida de vídeo compuesto (NTSC/PAL) a video casete, video impresora o monitor externo.
- Puede conectarse a un PC mediante el puerto USB para descargar imágenes de alta resolución en formato mapa de bits.

- Salida S-vídeo
- Salida Ethernet
- Salida VGA

Conectividad

- Software DICOM de impresión y almacenamiento disponible integrado en el mismo sistema, o bien a través del programa de gestión SiteLinkDICOM.