



Universitat de Lleida

# ACONDICIONAMIENTO FÍSICO ACUÁTICO Y ESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR MECÁNICA: EFECTOS EN EL EQUILIBRIO, LA FUERZA Y LA FLEXIBILIDAD EN MUJERES DE EDAD ADULTA INTERMEDIA

**Marcia Cristina Filippetto**

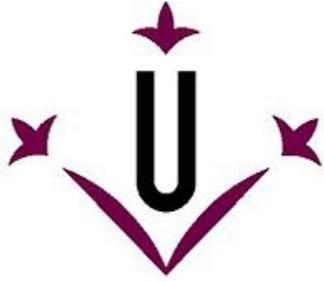
---

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

---



**Universitat de Lleida**

**ACONDICIONAMIENTO FÍSICO ACUÁTICO Y ESTIMULACIÓN  
NEUROMUSCULAR MECÁNICA: EFECTOS EN EL EQUILIBRIO, LA FUERZA Y  
LA FLEXIBILIDAD EN MUJERES DE EDAD ADULTA INTERMEDIA**

**Marcia Cristina Filippetto**



---

**UNIVERSIDAD DE LLEIDA**

Departamento de Ciencias Médicas Básicas

Facultad de Medicina

**INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN FÍSICA DE CATALUÑA**

Centro de Lleida

Programa de Doctorado

**FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN EN LA ACTIVIDAD  
FÍSICA Y EL DEPORTE**

Bienio 2004-2006

**ACONDICIONAMIENTO FÍSICO ACUÁTICO Y ESTIMULACIÓN  
NEUROMUSCULAR MECÁNICA: EFECTOS EN EL EQUILIBRIO, LA FUERZA Y  
LA FLEXIBILIDAD EN MUJERES DE EDAD ADULTA INTERMEDIA**

TESIS DOCTORAL presentada por

**Marcia Cristina Filippetto**

Para optar al título de

**Doctor por la Universidad de Lleida**

Dirigida por:

**Dr. Xavier Peirau Terés**

Depto. de Salud y Gestión Deportiva

INEFC Lleida – Universidad de Lleida

Lleida, 2012.



## Agradecimientos

El largo camino de construcción de esta tesis doctoral se retrata en una gran inversión, no solo mía, pero de muchos que me acompañaron en esta trayectoria. Muchas personas invirtieron su silencio, largo y distante de una ausencia “muy presente”: gracias a mi padre Astrogildo y a mi madre Adarcy, por haber aguantado mi ausencia durante todos estos años; a mi familia que pacientemente espera mi regreso y por haber creído que puedo crecer.

Gracias:

- a mi tutor Xavier Peirau sobretodo por la paciencia durante un largo período en que poco tenia para presentar, por la dedicación incansable y rigurosa de profesor, por enseñarme muchas cosas, entre ellas que lo importante es aprender con la construcción del trabajo.
- a Montse Rue por su incansable apoyo con el apartado estadístico, las exhaustivas explicaciones a cualquier hora y en cualquier sitio.
- al INEFC Lleida por la acogida en los primeros años, el primer contacto con el Laboratorio de Praxiología Motriz fue una gran referencia de cómo realizar una investigación. Un segundo contacto con mi tutor del DEA Salvador Olaso, representó también una oportunidad de crecimiento personal. Los ánimos incansables enviados desde un gran profesor, Joan Antoni Prat. Los días en esta institución de enseñanza se llenaron con sus trabajadores, que no midieron esfuerzos para darles un poco de vida, a todos estoy muy agradecida, en especial a Montse Sanmartí y a Toni Busto.
- a mi institución de procedencia, Universidad Federal de Santa Maria, por mantener activo el acuerdo de cooperación con el INEFC, por la disponibilidad en providenciar cualquier recurso que haya sido necesario durante este proceso, representada por los profesores Joao Magno Ribas, Daniela Lopes dos Santos, Marco Acosta y Liliane Della Mía (SAI).
- a mis amigos “viejos y nuevos”, por empujarme hacia delante cada día, no habría llegado sin vosotros...
- al Club E. Inef Lleida por facilitar el acceso a las participantes de la investigación, por la colaboración por parte de sus trabajadores y por la oportunidad de trabajar durante tres años seguidos.
- al Ateneu Popular de Lleida por facilitar el espacio y el soporte necesario para desarrollar uno de los programas de entrenamiento.
- al Grupo EFIS por el compañerismo, por los momentos de trabajo y diversión que hemos vivido estos años.

Y finalmente, agradezco el apoyo diario de mi compañero, mi amigo, mi amor, Pablo Aires en estos tres últimos años. Gracias por la extrema paciencia y comprensión constantes, por cuidarme siempre y por enseñarme a estar en paz y seguir caminando...

A lo largo de este camino nacerá Pietro, gracias por existir y enseñarnos nuevos horizontes...

## Resumen

Esta investigación cuasi experimental ha sido realizada con una muestra N=43 mujeres de edad adulta intermedia de la ciudad de Lleida. Basándonos en un marco teórico acerca de la importancia del ejercicio físico para el mantenimiento de la salud de esta población, planteamos la realización de dos programas de entrenamiento: acondicionamiento físico acuático y estimulación neuromuscular mecánica. El objetivo general es conocer y comparar la influencia de los dos programas de entrenamiento sobre la fuerza, la flexibilidad y el equilibrio, componentes de la condición física, necesarios para las actividades de la vida diaria y la prevención del riesgo de caídas. Los programas de entrenamiento tienen una duración de 12 semanas, con una frecuencia de dos entrenamientos a la semana. Paralelamente se dispone de un grupo Control constituido por no practicantes de ejercicio físico. Se aplica el cuestionario IPAQ al inicio de la investigación para conocer la cantidad de actividad física realizada por la muestra. En el grupo Control dicho cuestionario se aplica cada cuatro semanas. Las variables son evaluadas mediante tests específicos: la fuerza según el pico máximo de fuerza isométrica, la flexibilidad según el test de Sentar y Alcanzar Modificado y el equilibrio sobre la plataforma de fuerza mediante test tipo Romberg valorado en cuatro dimensiones o variables (EAOA, EAOC, EVOA, EVOC). A los tres grupos se hacen tres valoraciones: basal, pre test y pos test. El análisis estadístico emplea el método Anova para medidas repetidas y los resultados son considerados significativos para  $p < 0,05$ . Las mujeres practicantes de acondicionamiento físico acuático  $n=17$ , no presentan cambios significativos para la fuerza ( $p=0,92$ ), tampoco para el EAOA, EAOC, EVOA, EVOC ( $p=0,25$ ;  $p=0,09$ ;  $p=0,39$ ;  $p=0,57$ ) y mejoran la flexibilidad ( $p < 0,01$ ). Las mujeres practicantes de estimulación neuromuscular mecánica  $n=13$ , no presentan cambios significativos para la fuerza ( $p=0,71$ ), tampoco para el EAOA y EAOC ( $p=0,66$ ;  $p=0,80$ ); mejoran la flexibilidad ( $p=0,03$ ) y aumentan el EVOA ( $p < 0,01$ ) y el EVOC ( $p < 0,01$ ) lo que se traduce en un decremento en el equilibrio. Las mujeres no practicantes de ejercicio físico  $n=13$ , no presentan cambios significativos para la fuerza ( $p=0,58$ ), ni para la flexibilidad ( $p=0,07$ ) y tampoco para EAOA ( $p=0,16$ ); aumentan el EVOA ( $p=0,02$ ), el EVOC ( $p < 0,01$ ) y el EAOC ( $p < 0,01$ ), lo que se traduce en un decremento en el equilibrio. Por este motivo se rechaza la hipótesis nula, que no presupone cambios, y se acepta la hipótesis que presupone cambios solamente en algunas de las variables para ambos tipos de entrenamiento.

Palabras clave: ejercicio físico, mujeres de edad intermedia, condición física, riesgo de caídas.



## Resum

Aquesta investigació quasi experimental ha estat realitzada amb una mostra N=43 dones d'edat adulta intermèdia de la ciutat de Lleida. En base a un marc teòric al voltant de la importància de l'exercici físic per al manteniment de la salut d'aquesta població, plantegem la realització de dos programes d'entrenament: condicionament físic aquàtic i estimulació neuromuscular mecànica. L'objectiu general és conèixer i comparar la influència dels dos programes d'entrenament sobre la força, la flexibilitat i l'equilibri, tots ells components de la condició física, necessaris per a les activitats de la vida diària i la prevenció del risc de caigudes. Els programes d'entrenament tenen una durada de 12 setmanes, amb un freqüència de dos entrenaments a la setmana. Paral·lelament es disposa d'un grup Control constituït per no practicants d'exercici físic. S'aplica el qüestionari IPAQ al principi de la investigació, per conèixer la quantitat d'activitat física realitzada per la mostra. En el grup Control s'aplica el qüestionari cada quatre setmanes. Les variables són avaluades amb tests específics: la força segons el pic màxim de força isomètrica, la flexibilitat segons el "Sentar y Alcanzar Modificado" i l'equilibri sobre la plataforma de forces mitjançant test tipus Romberg, valorat en quatre dimensions o variables (EAOA, EAOC, EVOA, EVOC). En cadascun dels grups es fan tres valoracions: basal, pretest i posttest. L'anàlisi estadística emprà el mètode Anova per a mesures repetides i els resultats són considerats significatius per una  $p < 0,05$ . Les dones practicants de condicionament físic aquàtic  $n=17$ , no manifesten canvis significatius per la força ( $p=0,92$ ), tampoc per l'EAOA, EAOC, EVOA, EVOC ( $p=0,25$ ;  $p=0,09$ ;  $p=0,39$ ;  $p=0,57$ ) i milloren la flexibilitat ( $p < 0,01$ ). Les dones practicants d'estimulació neuromuscular mecànica  $n=13$ , no manifesten canvis significatius per la força ( $p=0,71$ ), tampoc per l'EAOA i EAOC ( $p=0,66$ ;  $p=0,80$ ), milloren la flexibilitat ( $p=0,03$ ) i pugen l'EVOA ( $p < 0,01$ ) i EVOC ( $p < 0,01$ ) el que es tradueix en un decrement en l'equilibri. Les dones no practicants d'exercici físic  $n=13$ , no manifesten canvis significatius per la força ( $p=0,58$ ), ni per l'flexibilitat ( $p=0,07$ ) i tampoc per l'EAOA ( $p=0,16$ ); pugen l'EVOA ( $p=0,02$ ), EVOC ( $p < 0,01$ ) i l'EAOC ( $p < 0,01$ ) el que es tradueix en un decrement en l'equilibri. D'aquesta manera es rebutja la hipòtesi nul·la, que no pressuposa canvis i s'accepta la hipòtesi que pressuposa canvis només en algunes de les variables per als dos tipus d'entrenament.

Paraules clau: exercici físic, dones en edat intermèdia, condició física, risc de caigudes.



**Abstract**

This quasi-experimental research has been conducted with a sample  $N = 43$  of middle-aged adult women in the city of the Lleida. Based on a theoretical framework about the importance of exercise for maintaining the health of this population, we propose leading two training programs: water fitness and neuromuscular stimulation mechanic. The overall objective is to know and compare the influence of two training programs on strength, on flexibility and on balance, components of fitness needed for everyday activities and preventing the risk of falls. Training programs have duration of 12 weeks, with a frequency of two workouts per week. Parallel have a Control group of non-practitioners exercise. IPAQ questionnaire is applied early in the investigation to determine the amount of physical activity undertaken by the sample. In the Control group the questionnaire is applied every four weeks. The variables are evaluated by specific tests: strength under maximum peak isometric strength, flexibility within the Seat and Reach Modified and balance on the force platform by type Romberg test valued at four dimensions or variables (EAOA, EAOC, EVOA, EVOC). All three groups have three assessments: baseline, pretest and post test. Statistical analysis used repeated measures Anova method and the results considered significant at  $p < 0,05$ . Women aquatic fitness practitioners  $n=17$ , do not make significant changes for strength ( $p=0,92$ ), neither for EAOA, EAOC, EVOA, EVOC ( $p=0,25$ ;  $p=0,09$ ;  $p=0,39$ ;  $p=0,57$ ) and improved flexibility ( $p < 0,01$ ). Women neuromuscular stimulation practitioners mechanical  $n = 13$ , do not make significant changes for strength ( $p=0,71$ ), neither for EAOC and EAOA ( $p=0,66$ ;  $p=0,80$ ); improve flexibility ( $p=0,03$ ) and increase EVOA ( $p < 0,01$ ) and EVOC ( $p < 0,01$ ) resulting in a decrement in the balance. The women do not do exercise  $n=13$ , do not make significant changes for strength ( $p=0,58$ ), or for flexibility ( $p= 0,07$ ) neither for EAOA ( $p=0,16$ ); increase EVOA ( $p=0,02$ ), EVOC ( $p < 0,01$ ) and EAOC ( $p < 0,01$ ) ) resulting in a decrement in the balance. So we reject the null hypothesis, which assumes no changes, and accept the hypothesis that involves changes only in some of the variables for both training.

Keywords: exercise, middle-aged women, physical condition, risk of falls.



**Resumo**

Esta investigação quase-experimental foi desenvolvida com uma amostra de N=43 mulheres de idade adulta intermediária da cidade de Lleida. Baseando-nos em um marco teórico sobre a importância do exercício físico para a manutenção da saúde dessa população, propomos a realização de dois programas de exercício físico: condicionamento físico aquático e estimulação neuromuscular mecânica. O objetivo geral é conhecer e comparar a influência dos dois programas de treinamento sobre a força, a flexibilidade e o equilíbrio, componentes da condição física, necessários para as atividades de vida diária e prevenção do risco de quedas. Os programas de treinamento têm uma duração de 12 semanas, com uma frequência de dois treinos por semana, paralelamente se dispõe de um grupo Controle de não praticantes de exercício físico. Aplica-se o questionário IPAQ no começo da investigação para conhecer a quantidade de atividade física da amostra, ao grupo Controle se aplica a cada quatro semanas. As variáveis são avaliadas por testes específicos: a força através do pico máximo de força isométrica, a flexibilidade através do Sentar e Alcançar Modificado e o equilíbrio sobre uma plataforma de força através do teste tipo Romberg, avaliado em quatro dimensões ou variáveis (EAOA, EAOC, EVOA, EVOC). Aos três grupos se realizam três avaliações: basal, pré-teste e pós-teste. A análise estatística utiliza o método Anova para medidas repetidas e os resultados considerados significativos para  $p < 0,05$ . As mulheres praticantes de condicionamento físico aquático  $n=17$ , não apresentam mudanças significativas para a força ( $p=0,92$ ); nem para o EAOA, EAOC, EVOA, EVOC ( $p=0,25$ ;  $p=0,09$ ;  $p=0,39$ ;  $p=0,57$ ) e melhoram a flexibilidade ( $p < 0,01$ ). As mulheres praticantes de estimulação neuromuscular mecânica  $n=13$ , não apresentam mudanças significativas para a força ( $p=0,71$ ), e nem para o EAOA e EAOC ( $p=0,66$ ;  $p=0,80$ ); melhoram a flexibilidade ( $p=0,03$ ), aumentam o EVOA ( $p < 0,01$ ) e o EVOC ( $p < 0,01$ ) o que se traduz em uma diminuição no equilíbrio. As mulheres não praticantes de exercício físico  $n=13$ , não apresentam mudanças significativas para a força ( $p=0,58$ ), nem para a flexibilidade ( $p=0,07$ ) e para o EAOA ( $p=0,16$ ); aumentam o EVOA ( $p=0,02$ ), o EVOC ( $p < 0,01$ ) e o EAOC ( $p < 0,01$ ), o que se traduz em uma diminuição no equilíbrio. Desta forma, se descarta a hipótese nula que não pressupõe mudanças, e se aceita a hipótese que pressupõe mudanças somente em algumas das variáveis para ambos os tipos de treinamento.

Palavras chave: exercício físico, mulheres de idade intermediária, condição física, risco de quedas.



---

**SUMARIO**
**Agradecimientos**

<b>I. PRESENTACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1. Salud .....	5
2. Actividad física .....	8
3. Ejercicio físico y prescripción .....	14
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
1. Introducción .....	19
2. La fuerza .....	23
3. La flexibilidad .....	29
4. El equilibrio .....	32
5. La estimulación neuromuscular mecánica .....	36
6. El acondicionamiento físico acuático .....	44
7. Justificación .....	47
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>51</b>
<b>1. Objetivos e hipótesis del estudio .....</b>	<b>51</b>
1.1 Objetivo general e hipótesis nula (H0) .....	51
1.2 Objetivos específicos e hipótesis alternativas (H1, H2, H3, H4).....	51
<b>2. Material y métodos .....</b>	<b>53</b>
2.1 Población y muestra .....	54
2.1.1 <i>Grupo Experimental I – Acondicionamiento físico acuático</i> .....	55
2.1.2 <i>Grupo Experimental II – Estimulación neuromuscular mecánica</i> .....	55
2.1.3 <i>Grupo Control - no practicantes de ejercicio físico.</i> .....	56
2.2 Material .....	56
2.2.1 <i>Material para realización de las valoraciones (tests)</i> .....	56
2.2.2 <i>Material utilizado en los programas de entrenamiento</i> .....	59
2.2.1 <i>Recursos de instalaciones e instrumentación</i> .....	61
2.2.2 <i>Cronograma</i> .....	62
2.3 Protocolo de intervención .....	63
2.3.1 <i>Estimulación neuromuscular mecánica</i> .....	63

2.3.2 Acondicionamiento físico acuático .....	67
2.3.3 No practicantes de ejercicio físico.....	70
2.4 Protocolo de los tests para valoración de las variables .....	70
2.4.1 MuscleLab adaptado a prensa horizontal: variable fuerza isométrica de los músculos extensores de la rodilla .....	71
2.4.2 Test tipo Romberg: variable equilibrio estático .....	74
2.4.3 Sentar y Alcanzar Modificado: variable flexibilidad activa.....	77
2.4.4 Protección de datos de los participantes .....	79
2.5 Descripción de la muestra y Limitaciones del método .....	80
2.6 Procedimiento de recogida y análisis de datos .....	89
2.7 Procedimiento estadístico .....	90
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>93</b>
<b>1. Análisis Intergrupos.....</b>	<b>99</b>
<b>2. Análisis Intragrupos .....</b>	<b>101</b>
2.1 Grupo de FA .....	101
2.2 Grupo de ENM.....	102
2.3 Grupo Control .....	105
<b>3. Resultados obtenidos en el pre test y pos test.....</b>	<b>107</b>
3.1 Fuerza.....	111
3.2 Flexibilidad .....	113
3.3 Equilibrio .....	114
3.3.1 Equilibrio área desplazamiento del CdP OA.....	114
3.3.2 Equilibrio área de desplazamiento del CdP OC.....	116
3.3.3 Equilibrio velocidad de desplazamiento del CdP OA.....	117
3.3.4 Equilibrio velocidad de desplazamiento del CdP OC .....	118
<b>4. Programas de ejercicio físico .....</b>	<b>120</b>
4.1 Programa de acondicionamiento físico acuático-FA .....	120
4.2 Programa de ENM .....	123
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>127</b>
<b>VI. REFLEXIONES FINALES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO .....</b>	<b>129</b>

---

<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>133</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>149</b>
1. Consentimiento informado.....	149
2. Cuestionario IPAQ.....	155
3. Cuestionario de Par-Q.....	157
4. Escala de Borg .....	159
5. Programas de entrenamiento:.....	160
5.1 Programa de ENM.....	160
5.2 Programa de “fitness acuático” .....	170
6. Informe Comité de Ética de la Universidad de Lleida.....	189



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Porcentajes de intensidad de actividad física realizada durante los últimos siete días por la población española ordenadas por género. Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España, datos con base en la Encuesta Europea de Salud, 2009. ....	11
Figura 2: Diagrama de bloques ilustrando los componentes de la aptitud física y sus formas de medición (Heyward, 2008).....	14
Figura 3: Interacciones entre actividad física, condición física y salud (Delgado & Tercedor, 2002). ....	21
Figura 4: Clasificación de la resistencia a la fuerza (Verkhoshansky, 1986). ....	25
Figura 5: Representación de la curva fuerza x tiempo (Filippetto & Olaso, 2008). ....	26
Figura 6: Representación del sistema de regulación del equilibrio (Bartual Pastor, 1998). ....	33
Figura 7: Diseño de la investigación.....	54
Figura 8: Bascula/tallimetro Pespersion. ....	57
Figura 9: Célula de carga del MuscleLab. ....	57
Figura 10: Ordenador portátil Sony® VAIO serie VGN-FS; procesador Intel® Pentium® M740 1,73 GHz; 504 MB de RAM; Sistema Operativo Windows XP Home Edition 2002 Service Pack 2. ....	58
Figura 11: Goniómetro del Muscledlab. ....	58
Figura 12: Máquina para “press de pierna”. ....	58
Figura 13: Plataforma de fuerza y ordenador de mesa utilizados en las valoraciones. ....	58
Figura 14: Cajón de flexibilidad utilizado para la realización del test de flexibilidad. ....	59
Figura 15: Plataforma vibratoria Fitvibe Medical. ....	60
Figura 16: Hidro step. ....	60
Figura 17: Aquaprof.....	61
Figura 18: Tobilleras.....	61
Figura 19: Cronograma de las valoraciones realizadas.....	63
Figura 20: Parámetros utilizados en la elaboración del programa de ENM. ....	64
Figura 21: Participante realizando ejercicio estático sobre la plataforma vibratoria. ....	66
Figura 22: Programación del entrenamiento en el panel digital de la plataforma vibratoria...	67
Figura 23: Panel digital de la plataforma vibratoria con la opción “miembros inferiores” ....	67
Figura 24: Parámetros utilizados en la elaboración del programa de FA. ....	68
Figura 25: Ejemplo de una sesión de FA en la piscina poco profunda.....	69
Figura 26: Ejemplo de una sesión de FA, parte de calentamiento en piscina poco profunda.	69
Figura 27: Participante realizando test de fuerza en la prensa horizontal.....	71
Figura 28: Cadena con célula de carga MuscleLab acoplada. ....	72
Figura 29: Participante realizando el test de fuerza isométrica máxima de las extremidades inferiores con el MuscleLab.....	73
Figura 30: Medidas, ejes de desplazamiento y localización de la participante en la plataforma de fuerza.....	74
Figura 31: Realización del test Sentar y Alcanzar Modificado por una participante. ....	78
Figura 32: Diagrama de bloques representando la composición de la muestra a lo largo de la investigación. ....	83
Figura 33: Número de participantes de cada grupo (FA, ENM, Control) distribuidas de acuerdo con el nivel de actividad física realizada en los últimos siete días: bajo, moderado o alto (clasificación según IPAQ). ....	83
Figura 34: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable edad (años) de las participantes en cada grupo (FA, ENM, Control).....	85
Figura 35: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable peso (Kg) de las participantes en el pre test en cada grupo (FA, ENM, Control). ....	85

Figura 36: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable talla (m) de las participantes en cada grupo (FA, ENM, Control).....	86
Figura 37: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) de las participantes en el pre test en cada grupo (FA, ENM, Control). ....	87
Figura 38: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable número de asistencias a los entrenamientos en cada grupo (FA, ENM). ....	87
Figura 39: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable peso (Kg) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).....	93
Figura 40: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2). ....	95
Figura 41: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento CdP OA (mm <sup>2</sup> ) en cada grupo (FA, ENM, Control) en la valoración basal (p= 0,02). ....	99
Figura 42: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento CdP OA (mm <sup>2</sup> ) en cada grupo (FA, ENM, Control) el pre test (p= 0,03). ...	99
Figura 43: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento CdP OC (mm <sup>2</sup> ) en cada grupo (FA, ENM, Control) en la valoración basal (p< 0,01). ....	100
Figura 44: Diagrama de cajas representando la distribución de variable área de desplazamiento CdP OC (mm <sup>2</sup> ) en cada grupo (FA, ENM, Control) en el pre test (p= 0,02). ....	100
Figura 45: Diagrama de cajas representando la distribución de variable velocidad de desplazamiento Cdp OC (mm/s) en cada grupo (FA, ENM, Control) en la valoración basal. ....	101
Figura 46: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable velocidad de desplazamiento Cdp OC (mm/s) en cada grupo (FA, ENM, Control) en el pre test. ....	102
Figura 47: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable fuerza (N) en los grupos (FA, ENM, Control) en la valoración basal. ....	103
Figura 48: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable fuerza (N) en los grupos (FA, ENM, Control) en el pre test. ....	103
Figura 49: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento del CdP OA (mm <sup>2</sup> ) en los grupos (FA, ENM, Control) en los momentos de la valoración basal y en el pre test. ....	104
Figura 50: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento del CdP OC (mm <sup>2</sup> ) en los grupos (FA, ENM, Control) en los momentos de la valoración basal y en el pre test. ....	104
Figura 51: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable fuerza (N) en los grupos (FA, ENM, Control) en la valoración basal y en el pre test.....	105
Figura 52: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable flexibilidad (cm) en los grupos (FA, ENM, Control) en la valoración basal y en el pre test. ....	106
Figura 53: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable velocidad de desplazamiento del CdP OA (mm/s) en los grupos (FA, ENM, Control) en la valoración basal y en el pre test. ....	106
Figura 54: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable fuerza (N) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).....	111
Figura 55: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable flexibilidad (cm) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos	

test (2). .....	113
Figura 56: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable área de desplazamiento del CdP OA (mm <sup>2</sup> ) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2). .....	115
Figura 57: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable área de desplazamiento del CdP OC (mm <sup>2</sup> ) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2). .....	116
Figura 58: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable velocidad de desplazamiento del CdP OA (mm/s) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2). .....	117
Figura 59: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable velocidad de desplazamiento del CdP OC (mm/s) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2). .....	118



---

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1: <i>Clasificación del peso según el índice masa (Leermakers, Dunn &amp; Blair (2000, [84], 1-19).</i> .....	6
Tabla 2: <i>Las mujeres en la competición deportiva (Vázquez Gómez, 2002)</i> .....	12
Tabla 3: <i>Evolución de la práctica deportiva con los años atendiendo al género (Castillo, Rodríguez, Pinés, Navarro &amp; González Rivera, 2008).</i> .....	12
Tabla 4: <i>VARIABLES a ser consideradas en el trabajo de los componentes de la aptitud física (Heyward, 2008).</i> .....	15
Tabla 5: <i>Las relaciones de los componentes de la condición física (Caspersen, Powell &amp; Christenson, 1985; Pate, 1993)</i> .....	20
Tabla 6: <i>Factores que influyen en la flexibilidad (Moras 2002, Mirella, 2001; Siff &amp; Verkoshansky, 2000; Araújo, 2003)</i> .....	30
Tabla 7: <i>Aplicación de la ENM en distintas poblaciones y sus efectos en relación a la fuerza.</i> .....	42
Tabla 8: <i>VARIABLES modificadoras de la muestra</i> .....	84
Tabla 9: <i>Distribución de los datos de la muestra.</i> .....	91
Tabla 10: <i>Nº de participantes e IMC en cada grupo pre test y pos test.</i> .....	94
Tabla 11: <i>Descripción de la muestra en las valoraciones iniciales.</i> .....	97
Tabla 12: <i>Variación de las variables en el tiempo - pre y pos tests de cada grupo.</i> .....	109



## RELACIÓN DE SIGLAS

**AVD** Actividades de la Vida Diaria  
**CF** Condición Física  
**CdP** Centro de Presiones  
**DE** Desviación Estándar  
**EAOA** Equilibrio Área de Desplazamiento Centro de Presiones Ojos Abiertos  
**EAOO** Equilibrio Área de Desplazamiento Centro de Presiones Ojos Cerrados  
**EF** Ejercicio Físico  
**ENM** Estimulación Neuromuscular Mecánica  
**EVOA** Equilibrio Velocidad de Desplazamiento Centro de Presiones Ojos Abiertos  
**EVOC** Equilibrio Velocidad de Desplazamiento Centro de Presiones Ojos Cerrados  
**F** Fuerza  
**FA** Fitness Acuático  
**FL** Flexibilidad  
**IMC** Índice de Masa Corporal  
**MET** Equivalente Metabólico  
**OA** Ojos Abiertos  
**OC** Ojos Cerrados  
**PMF** Pico Máximo de Fuerza



## I. PRESENTACIÓN

Las investigaciones científicas han venido demostrando que el **ejercicio físico** (EF) actúa positivamente en la prevención y tratamiento de muchas enfermedades, físicas o mentales, que afectan a las sociedades modernas. Las razones científicas apuntan hacia la práctica regular de ejercicio físico como un factor importante para el tratamiento y prevención de enfermedades crónicas. Según Del Valle (2010), hay más de 30.000 trabajos publicados en revistas de alto impacto en los últimos diez años y actualmente la relación positiva entre los niveles de **condición física y salud** es una premisa adoptada entre las investigaciones.

Según la “Guia de prescripció d’exercici físic per a la salut - PEFS”, (Generalitat de Catalunya, 2007), basada en las definiciones de Caspersen, Powell & Christenson (1985), el EF es “la actividad planificada, estructurada y repetitiva que tiene por objetivo la mejora o mantenimiento de uno o más componentes de las capacidades físicas”. Puede ser practicado de muchas formas y con diferentes objetivos. Para generar efectos positivos sobre la salud buscamos adaptar la intensidad, la frecuencia, las cargas y combinaciones de ejercicios asociados a variables como la edad, el género, la condición de salud, entre otras. Estos factores deben ser tomados en consideración en la prescripción de EF por parte del licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Este profesional tiene la responsabilidad de utilizar el EF como herramienta para intervenir en la salud de una persona a nivel de la prevención y el mantenimiento.

La evolución tecnológica que contempla todos los ámbitos de la vida humana genera necesidades de nuevas técnicas e interpretaciones de la realidad. Cuando se trata del entrenamiento deportivo no es diferente, las nuevas tendencias aparecen para contestar las cuestiones y necesidades más recientes. En el momento de elegir un tipo de EF dentro de una infinidad de variantes, se considera la preferencia, la necesidad y la condición física de cada persona. Al mismo tiempo, es importante tener en cuenta las nuevas tecnologías y posibilidades ofertadas en este campo, como por ejemplo, la Estimulación Neuromuscular Mecánica (ENM).

Las **capacidades físicas** son consideradas como los diferentes componentes de la condición física. Están divididas en capacidades físicas **básicas** [fuerza, resistencia y velocidad], capacidades físicas **coordinativas o perceptivomotrices** [coordinación y equilibrio], capacidad física **resultante** [agilidad] y capacidad física **facilitadora** [flexibilidad] (Guia PEFS, 2007). Para Fernández (2003), dichos componentes reciben

influencia de diversos factores relacionados con aspectos metabólicos, morfofuncionales o genéticos, entre otros. Las variaciones en las capacidades físicas se dan en función del género, la edad, el estilo de vida y factores puntuales como horario, tipo de actividad física practicada, etc.

La eficiencia<sup>1</sup> de un programa de ejercicio físico, según los objetivos propuestos, se refleja principalmente mediante la **valoración de las capacidades físicas**. La fuerza, la flexibilidad y el equilibrio son capacidades físicas que se relacionan significativamente con la realización de tareas diarias, ayudan a mantener y mejorar la movilidad articular y previenen el riesgo de caídas y fracturas, sobretodo en la población femenina (Drinkwater, 2006; Matsudo, 2008). Por este motivo se valoraran dichas capacidades, y consecuentemente, la eficiencia de los programas a ser aplicados.

El estudio del **Ciclo de Vida** está sujeto a las respuestas que la gente crea en relación a la edad y a los cambios de las expectativas sociales a medida que avanzan por las fases de la vida adulta (Cross, 1984). No se trata de una perspectiva de desarrollo, pues estas fases son concebidas de manera horizontal, no siendo necesariamente mejores que las anteriores. Esta perspectiva acentúa el hecho de que se pueda identificar periodos de transición y cambios en la vida de la persona, que no solo están ligados a la edad sino también a sus expectativas sociales. Las mujeres de edad intermedia son más estables en relación a la práctica regular de EF, es decir, son más asiduas, se mantienen activas una vez que estén activas. A su vez presentan índices moderadamente más elevados de inactividad física cuando se las compara a las demás franjas de edad y género (Caspersen, Pereira & Curran, 2000).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) del 2010, la **esperanza de vida** de la mujer en España es de **84** años. La Guía del Mundo (2008), presenta la esperanza de vida para Italia y Francia también de 84 años, y para Brasil, Colombia y Argentina de 76, 77 y 79 años respectivamente. Estos indicadores revelan que la mujer vive un largo período en la fase adulta, donde ocurren importantes transformaciones a nivel físico y psicológico.

A lo largo de la vida y con la llegada del **climaterio**, ocurre un declive cardiovascular y metabólico que modifica la composición corporal, el tejido óseo, adiposo y muscular, ello

---

<sup>1</sup> Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. (Real Academia Española, [2010]).

implicará habitualmente un descenso en la condición física general. El climaterio es una fase, por la que pasa la mujer, definida por la Federación Internacional de Ginecólogos y Obstetras (FIGO) como una etapa de transición de carácter involutivo, durante la cual desaparecen las menstruaciones y se pierde la capacidad reproductora como consecuencia de la disminución progresiva de la función ovárica (Navarro & Navarro, 1999).

La **menopausia** se define como el cese permanente de la menstruación durante más de doce meses consecutivos en una mujer de más de 40 años de edad. Antes de esta edad se conoce con el nombre de menopausia precoz (Alvarez, Martín & Bordones, 2008). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1981) es el cese permanente de la menstruación, como consecuencia de la pérdida de la función hormonal ovárica. La edad de su aparición puede variar según el país, su latitud, el estado socioeconómico y los factores raciales. Así, la menopausia es un tiempo breve y determinado **dentro del climaterio**, pudiendo este último, durar unos diez años en la vida de la mujer (Botella, 1990).

Según datos del INE correspondientes a 1 abril de 2010, en España hay cerca de 3.529.118 mujeres con edades comprendidas entre los 45 y 55 años, que están llegando a la menopausia o bien ya la han superado. Algo que ocurre de media, alrededor de los 50 años de edad, aunque varía según factores genéticos y ambientales que pueden producir menopausias más tardías (Kirchengast, 1993a, 1993b).

A nivel fisiológico, en el período aproximado entre los 45 y 55 años empieza la pérdida de calidad del tejido óseo. Ello implica que la mujer en el período menopáusico tenga un mayor riesgo de fracturas. La pérdida de masa ósea hace que el hueso se vuelva más poroso, aumentando el número y la amplitud de las cavidades que existen en su interior, provocando una mayor fragilidad en los huesos y una menor resistencia a las fracturas. La pérdida de estos dos elementos se denomina **osteopenia** y cuando supera ciertos límites densitométricos (concretados a continuación) se denomina **osteoporosis** (Kaplan, 1995).

La **osteoporosis** es una enfermedad sistémica del esqueleto, que a grandes rasgos consiste en una paulatina reducción de los niveles de masa ósea que van debilitando al hueso haciéndolo más frágil y susceptible de fracturas (Calderón & Naranjo 2004; Hardman & Stensel, 2003; National Institutes of Health, 2001; Unnanuntana, Gladnick, Donnelly & Lane, 2010). La osteoporosis se encuentra habitualmente relacionada con la edad, desarrollándose en el envejecimiento y afectando con una mayor incidencia al género femenino (Drinkwater, 2006; Hardman & Stensel, 2003) debido principalmente a las consecuencias de la menopausia.

Una manera de expresar la osteoporosis en valores numéricos, propuesta por la Organización Mundial de la Salud (1994) es: “densidad mineral ósea medida con una absorciometría dual de rayos ‘X’ y expresada en gramos de minerales por centímetro cuadrado escaneado ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )”. Este valor de la densidad mineral ósea se compara con valores de referencia en adultos jóvenes del mismo género, tal proceso se llama **puntaje T**. Es el valor máximo de densidad mineral ósea de un adulto joven sustraído de la densidad que tiene la persona evaluada.

El valor límite del puntaje T establecido por la OMS para que se diagnostique la osteoporosis es de  $-2.5\text{g}/\text{cm}^2$  o menos, los puntajes-T entre  $-1.0$  y  $-2.5 \text{ g}/\text{cm}^2$  indican osteopenia. La osteoporosis puede ser de dos tipos: pos menopausia y senil (relacionada a la edad). La osteoporosis llega a provocar fracturas comúnmente en la región proximal del fémur, vértebras y región distal del antebrazo (Unnanuntana, Gladnick, Donnelly & Lane, 2010).

A partir de los 50 años las mujeres disminuyen la fuerza de prensión manual (Schlussel, Dos Anjos, De Vasconcellos & Kac, 2008; Vianna, Oliveira & Araujo, 2007) y la fuerza de las extremidades inferiores más incluso que la fuerza de los brazos (Landers, Hunter, Wetzstein, Bamman & Weinsier, 2001). Por este motivo dicha capacidad física debe ser trabajada de manera primordial en esta edad (Carbonell, Aparicio & Delgado, 2009). Se aprecia una disminución del volumen y de la fuerza muscular llegando incluso a tener dificultades para realizar tareas cotidianas que dependen de esta capacidad física. Proporcionalmente, cuanto más una tarea depende de la fuerza con mayor dificultad el individuo la realiza debido a su baja condición física. Tal situación asociada a la disminución de la masa muscular resulta en una progresiva degeneración de la capacidad neuronal del individuo generando pérdida de la coordinación motora y de la propiocepción (Matsudo, 2002).

Contextualizaremos el tema abordando los conceptos de salud, actividad física, ejercicio físico y aptitud física que edifican y/o delimitan el bienestar de la mujer en edad adulta intermedia.

## 1. Salud

La condición de salud entendida a partir de un concepto amplio y continuo influye directamente en la calidad de vida. La Organización Mundial de la Salud (OMS, desde su constitución en 1948) la entiende como “el estado de completo bienestar físico, mental y social y no la mera ausencia de enfermedad”. Así también están comprendidas las dimensiones psicológica y social, vinculadas a los procesos individuales, grupales y culturales de la persona. En esta perspectiva integral, el concepto de salud está cada vez más vinculado al concepto de **calidad de vida**. Según los datos de la OMS (2010), entre las diez primeras causas de muerte en las mujeres de edad adulta en todo el mundo, están **las enfermedades crónicas no transmisibles y las enfermedades cardiovasculares**. Las primeras causas de muerte varían según el país y condición social, como es el caso de las mujeres de mayor edad en los países en vías de desarrollo son quienes sufren de la desnutrición; mientras que las mujeres en los países desarrollados sufren las consecuencias de estilos de vida sedentarios y regímenes alimentarios que causan problemas de salud como la anemia y la osteoporosis.

Una de las consecuencias más importantes de un estilo de vida sedentario es el **sobrepeso** y la **obesidad**, que constituyen un problema de salud mundial. A través de los años los índices de obesidad avanzan rápidamente y se asocian con la disminución de las expectativas de vida. La presencia de la obesidad aporta un incremento de la presencia de enfermedades cardiovasculares, eventos vasculares cerebrales, hipertensión arterial, dislipidemia, diabetes mellitus tipo 2, enfermedades vesiculares, osteoartritis, apnea del sueño, diversos problemas respiratorios y numerosas neoplasias malignas (endometrial, mama, próstata y colon). En los adultos la asociación de síntomas que incluyen hiperglucemia, obesidad, hipertensión e hiperlipemia se define como Síndrome Metabólico por el Adult Treatment Panel III ([ATP III] of the National Cholesterol Education Program [U.S] [NCEP, 2002]).

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de normalidad, bajo peso, sobrepeso y los tres grados de obesidad:

Tabla 1: *Clasificación del peso según el índice masa (Leermakers, Dunn & Blair (2000, [84], 1-19).*

Clase		IM Kg/m <sup>2</sup>	Riesgo
Peso Bajo		<18.5	Aumentado
Normal		18.5-24.9	Normal
Sobrepeso		25-29.9	Aumentado
<b>Obesidad</b>	<b>I</b>	<b>30-34.9</b>	<b>Alto</b>
<b>Obesidad</b>	<b>II</b>	<b>35-39.9</b>	<b>Muy alto</b>
<b>Obesidad</b>	<b>III</b>	<b>&gt;40</b>	<b>Extremamente alto</b>

*Nota:* De manera general la OMS define un IMC igual o superior a 25 como sobrepeso y un IMC igual o superior a 30 como obesidad.

La obesidad y el sobrepeso son factores que inciden negativamente a largo plazo sobre la salud, y sobre la calidad de los años vividos. La **calidad de vida** según la OMS (2002), se define como "la percepción personal de un individuo de su situación en la vida, dentro del contexto cultural y de valores en que vive, y en relación con sus objetivos, expectativas, valores e intereses". Las Estadísticas Sanitarias Mundiales presentadas por la OMS (2010), destacan la calidad de los años de vida añadidos a la esperanza de vida:

Las estadísticas sobre mortalidad, por sí solas, no bastan para describir íntegramente y comparar el estado de salud de diversas poblaciones porque subestiman la carga de mala salud causada por las enfermedades crónicas y no aportan información sobre los resultados de salud no mortales (p.45).

La práctica de ejercicio físico regular es un componente importante para mantener la calidad de vida. Una de las premisas defendidas por Kaplan (1985), es que se tenga más calidad en los años vividos y no solo mayor cantidad de años vividos. De modo que la persona sea autónoma, esté libre de enfermedades crónicas y pueda disfrutar de la vida.

Según la cifra presentada por la OMS, entre 60% y 85% de la población de los países desarrollados y de los países en transición tienen estilos de vida sedentarios. En todo el **mundo**, la estimación global de prevalencia de inactividad física en individuos con edad superior a 15 años es de **17%**, variando entre el 11% y el 24% dependiendo de las regiones. En otro estudio realizado por Sjostrom, Oja, Hagstromer, Smith & Bauman, (2006) en países de la **Comunidad Europea**, el **31%** de los sujetos con edad superior a 15 años han sido considerados sedentarios. En **Brasil**, un reciente estudio del 2007 indica que la prevalencia oscila entre **26,7% a 78,2%**, dependiendo de la región o rango de edad estudiados (Hallal et al., 2007). Las estrategias de lucha contra el sedentarismo a nivel mundial empiezan con la

propia OMS. En 2004, aprobó la Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud, con el objetivo de reducir los factores de riesgo de enfermedades no transmisibles relacionados con las dietas poco saludables y la inactividad física.

Cada época y contexto influye sobre la salud, actualmente la OMS considera la **obesidad** como la gran epidemia del siglo XXI y para combatir el sobrepeso, a parte de la reducción de ingesta calórica y un estilo de vida saludable, propone actividades específicas. Las investigaciones apuntan hacia el trabajo cardiovascular y el entrenamiento de fuerza como herramientas para la disminución del peso (Benito, 2008).

En España, el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad juntamente con el Instituto Nacional de Estadística realizaron la Encuesta Europea de Salud en España 2009, donde uno de los puntos hace referencia a la valoración del estado de salud percibido por la población adulta del género femenino en los últimos 12 meses. Los resultados muestran que en Cataluña el 21,9% de la población considera tener un estado de salud muy bueno, el 48,4% considera bueno, el 20,5% considera regular, el 5,6% considera malo y el 3,6% considera muy malo.

Se asocia directamente el **estado de salud** con el **estilo de vida saludable**, al conjunto de hábitos cotidianos de una persona con los factores ambientales. Los determinantes para el cáncer y las enfermedades cardiovasculares son la alimentación inadecuada, el tabaquismo y la inactividad física (Boraita, 2008; Rodríguez-Artalejo & Gutiérrez-Fisac, 2001); así para la promoción de la salud el objetivo primordial es proponer conductas dirigidas a la prevención de las enfermedades que afectan nuestra sociedad (Nájera, 2000).

## 2. Actividad física

De manera general la actividad física se define como cualquier movimiento corporal producido por músculos esqueléticos que conlleva un gasto energético (Caspersen, Powell & Christenson, 1985). Autores como Bañuelos, (1996); Hu et al., (2004); Navarro, González Rivera, Rodríguez, Pinés & Castillo, (2008); Wolff, Van Croonenborg, Kemper, Kostense & Twisk, 1999 in Hardman & Stensel, (2003), utilizan el término actividad física para referirse a práctica de ejercicio físico. En contrapartida Aracenta (2001); Pérez, Van Praagh, Gibney & Sjostrom (1999), señalan que la actividad física incluye el ejercicio físico intencional con objetivo de mejorar el estado de salud, como también cualquier actividad durante el tiempo de ocio, trabajo o en actividades domésticas.

La actividad física en la vida cotidiana puede ser clasificada de distintas maneras, dormir, trabajo, ocio, pero que cada una de ellas requiere un consumo calórico distinto (Caspersen, Powell & Christenson, 1985). La cantidad de energía necesaria para llevar a cabo una actividad puede medirse en kilojulios (kJ) o **kilocalorías** (kcal); donde 4,184 kJ es esencialmente equivalente a una kilocaloría. La cantidad total de gasto calórico correspondiente a la actividad física está determinada por la cantidad de masa muscular que produce los movimientos corporales, la intensidad, la duración y la frecuencia de las contracciones musculares. Las unidades de tiempo más comunes utilizadas para referirse a kilocalorías gastadas en la actividad física son la semana y el día.

El consumo de oxígeno (O<sub>2</sub>) de la masa corporal por unidad de tiempo se expresa en unidades **MET** (del inglés Metabolic Equivalent Task-equivalente metabólico). Siendo 1 MET la cantidad de oxígeno consumida por kilogramo de peso corporal en un minuto por un individuo en reposo, y equivale a 3.5 ml O<sub>2</sub>/kg/min. Se ha determinado que 1 MET corresponde aproximadamente a 1 kcal/kg/hora producidas en reposo, que a su vez equivale a 4.184 kJ/kg/hora, unidad que ocasionalmente ha sido utilizada en este tipo de mediciones (Ainsworth et al., 2000). De este modo, se apunta la importancia de considerar al gasto energético global en las **actividades de vida diaria (AVD)**, como un incentivo para que la población incremente el gasto energético. Las **AVD** son la base de la pirámide de ejercicio y actividad física creada por la Compañía Metropolitana de Seguros (1995) que ilustra un plan equilibrado para promover un estilo de vida saludable. Consiste en actividades físicas practicadas cerca del domicilio o en el lugar de trabajo, como por ejemplo: ir a comprar, fregar el suelo, pintar, caminar, cuidar el jardín, entre otras (Heyward, 2008). También recomienda la actividad aeróbica y los ejercicios de flexibilidad; siendo la actividad cotidiana

la primera que debe ser estimulada, pues está al alcance de todos.

Se puede **cuantificar** la actividad física utilizando técnicas objetivas y subjetivas. Entre las técnicas objetivas se destaca el uso de podómetros, que son contadores de pasos, y los acelerómetros que son sensores de movimiento real en los tres ejes del espacio. Entre las técnicas subjetivas destacan los diarios, entrevistas y cuestionarios.

Una de las maneras de obtener la información referente al gasto energético de cada persona es a través de cuestionarios detallando la actividad realizada en las últimas 24 horas y extrapolar a la semana. Uno de los más utilizados es el **International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)**, instrumento desarrollado y preconizado por la Organización Mundial de Salud (OMS), por el Instituto Karolinska de Suecia y por el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos, con el objetivo de evaluar la **cantidad de actividad física** practicada por adultos en el rango de edad de 15 a 69 años. Este instrumento está disponible en la versión corta y larga, fue validado y adaptado a distintas realidades culturales de varios países (Craig et al., 2003). Con su utilización se estima la actividad física realizada en cuanto a **duración, frecuencia e intensidad** durante los últimos siete días. El indicador de actividad física se expresa tanto de manera continua, en MET-minutos por semana, como de manera categórica, clasificando el nivel de actividad física en bajo, moderado o alto.

Los niveles **bajo, moderado y alto** corresponden a 3.3 Mets (marcha normal), 4.0 Mets (marcha más rápida) y 8.0 Mets (marcha vigorosa o trote), respectivamente. Este instrumento puede utilizarse para estimar el gasto energético de todas las actividades diarias, conociendo el peso del individuo, en base a los valores promedios previamente establecidos para cada una de ellas (Ainsworth et al., 2000, Craig et al., 2003, Pate et al., 1995).

El cuestionario IPAQ se divide en cuatro apartados, donde se pregunta acerca de la frecuencia y la duración de la práctica de actividad física por más de **diez** minutos, lo que permite agrupar períodos y determinar con mayor exactitud los niveles de gasto energético. En el primer apartado están las actividades vigorosas, en el segundo actividades moderadas, en el tercero caminata y en el último el tiempo semanal de total inactividad. El parcializar la actividad física en períodos de 10 minutos, permite trasladarlas a las AVD, una medida recomendada para estimular la actividad física para el mantenimiento de la salud (Haskell et al., 2007).

Según los criterios establecidos por el protocolo estándar del IPAQ, los niveles de actividad física se clasifican en:

- Bajo- se define cuando el nivel de actividad física del sujeto no esté incluido en las categorías alta o moderada
- Moderado- tres o más días de actividad vigorosa durante al menos 20 minutos diarios; o cinco o más días de actividad moderada y/o caminata al menos 30 minutos diarios; o cinco o más días de cualquier combinación de caminata y actividades moderadas o vigorosas logrando al menos 600 MET-min/semana.
- Alto- siete días en la semana de cualquier combinación de caminata, o actividades de moderada o alta intensidad logrando un mínimo de 3.000 MET-min/ semana; o actividad vigorosa al menos 3 días a la semana alcanzando al menos 1.500 MET-min/semana.

Para clasificar de manera rápida la actividad física (AF) realizada por adultos, incluyendo las AVD, tenemos el **ClassAF** (clasificador rápido de actividad física) (Guía PEFS, 2007). Se basa en dos preguntas sencillas: actividad física doméstica o en horario laboral y actividad física en el tiempo libre que incluye el deporte de competición.

Para medir la **calidad de vida** relacionada con la salud, uno de los instrumentos es el cuestionario **SF-36** que contiene ocho dimensiones (Ware & Sherbourne, 1992): función física, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, función social, rol emocional y salud mental. La cuantificación de estas dimensiones va de un valor de cero a cien (0 a 100), donde el cero corresponde a “peor salud” y cien a “mejor salud”. Es un cuestionario genérico de salud diseñado tanto para el uso individual como colectivo, por la calidad que tiene, es uno de los índices de salud más utilizados por la comunidad científica, lo que permite la comparación nacional e internacional de los resultados (Castillo, Póo & Alonso, 2004).

Los resultados obtenidos en la Encuesta Europea de Salud 2009, para la población española mayor de 16 años son los siguientes:

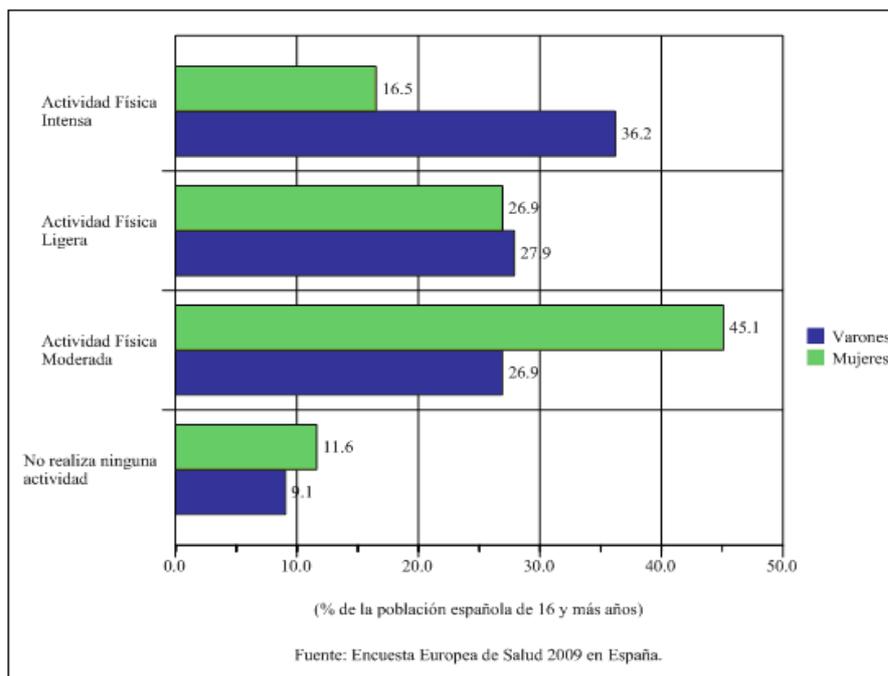


Figura 1: Porcentajes de intensidad de actividad física realizada durante los últimos siete días por la población española ordenadas por género. Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España, datos con base en la Encuesta Europea de Salud, 2009.

En dicha estadística se destacan las diferencias en relación al género e intensidad de la actividad física. Las mujeres son las que tienen un mayor índice en las actividades de **intensidad moderada**. La estadística muestra también la menor participación femenina y evidencian las diferencias en el tipo de ejercicio físico o deporte practicado, su frecuencia e intensidad, su forma de asociarse, sus motivaciones y expectativas (Bañuel, 1992; Vázquez Gómez, 2002; Puig & Soler, 2004). El sedentarismo derivado de los nuevos hábitos de vida, trabajo y ocio es una característica de nuestro tiempo. Ello crea una necesidad de práctica sistemática de ejercicio físico vinculada a la salud y al bienestar.

Aunque esté comprobada la importancia de la actividad física para la mejora y mantenimiento de la salud de la mujer, la cuestión de **género** aún es un factor **limitante** en lo que se refiere al deporte. El estudio de Vázquez Gómez (2002b), destaca la participación femenina en el deporte español en diferentes categorías:

Tabla 2: *Las mujeres en la competición deportiva (Vázquez Gómez, 2002)*

	Mujeres %	Hombres %	Autores
Hábitos deportivos	<b>27</b>	46	García Ferrando, 2001.
Deporte de juventud	<b>58,8</b>	81	Elzo et al., 2000.
Deporte universitario	<b>25</b>	75	París, 1999.
Deporte escolar	<b>30</b>	70	Vázquez Gómez, 2001.
Licencias federativas	<b>25,8</b>	74,2	Consejo Superior de Deportes, 1998.

La participación femenina en el deporte evoluciona lentamente. Aunque representen el 50% de la población, comparadas con el género masculino tienen índices más bajos de participación en la competición deportiva. Los factores que más discriminan en la práctica de ejercicio físico son el género, la edad y la condición socio-económica (García Ferrando, 2006; Mosquera & Puig, 2002).

A nivel mundial, en el deporte de alta competición la participación de las mujeres ha crecido en las últimas décadas. En las Olimpiadas de Sidney-2000, la proporción fue de 32,5 % de mujeres para 67,5% de hombres. En las Olimpiadas de Atenas-2004, las mujeres representaran 40,7% y en las Olimpiadas de Pekín-2008 representaran un 42%. (Woman and Sports, 2008 - Web del Comité Olímpico Internacional).

El estudio de Castillo, Rodríguez, Pinés, Navarro & González Rivera (2008), realizado con 660 mujeres adultas con edades comprendidas entre los 30 y 64 años en el municipio de Madrid (España), explica la evolución histórica acerca de la práctica deportiva de hombres y mujeres en España basándose en estudios anteriores:

Tabla 3: *Evolución de la práctica deportiva con los años atendiendo al género (Castillo, Rodríguez, Pinés, Navarro & González Rivera, 2008).*

Año	1968	1974	1980	1985	1990 a	1990 b	1995	2000
Mujeres %	<b>6,8</b>	<b>12,8</b>	<b>33</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>27</b>
Hombres %	18,3	22	17	46	47	42	47	46

*Nota:* Retirada de García Ferrando, 2006; Vázquez, 2001; 1990 (a) García Ferrando, 1991; 1990 (b) Vázquez, 1993.

El objetivo del referido estudio fue identificar las situaciones ocupacionales del tiempo de ocio y trabajo; establecer la demanda latente; identificar las barreras que impiden incorporar la actividad física al estilo de vida; conocer alternativas para conciliar tiempo libre y actividad laboral. En las conclusiones destaca que un mayor número de mujeres incorporaron

la actividad física a sus estilos de vida, aunque tengan como su mayor barrera la vida laboral y familiar. Como alternativas destacan la incorporación de la actividad física durante la jornada laboral, la ampliación de espacios para prácticas deportivas en diferentes lugares, y las prácticas con sus hijos.

### 3. Ejercicio físico y prescripción

El término “ejercicio” se ha utilizado intercambiado con “actividad física”. Ambos tienen elementos comunes, suponen la participación de cualquier movimiento corporal producido por músculos esqueléticos que gastan energía. Se correlacionan positivamente con la aptitud física, con la intensidad, duración y frecuencia de movimientos. Se entiende el **ejercicio físico (EF) como un componente de la actividad física (AF)** y se caracteriza por ser estructurado y repetitivo, con objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la aptitud física (Caspersen, Powell & Christenson, 1985).

Para Heyward (2008), la **aptitud física** “es la capacidad de realizar actividades laborales, recreativas y cotidianas sin cansarse de forma desmedida” (p.36). El autor destaca la responsabilidad de los profesionales del deporte de evaluar los componentes de la aptitud física **previamente** a la prescripción del ejercicio físico. Los componentes y las maneras para evaluarlos son:

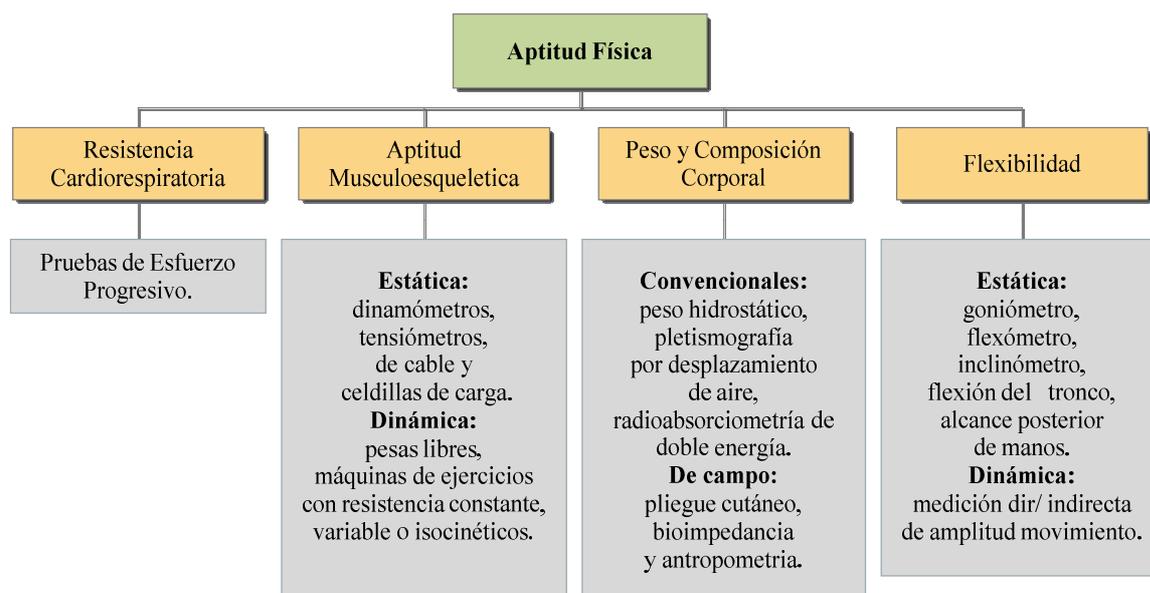


Figura 2: Diagrama de bloques ilustrando los componentes de la aptitud física y sus formas de medición (Heyward, 2008).

Ante cualquier valoración es importante conocer a los participantes de los programas de EF, clasificar el riesgo de enfermedad, identificar las posibles contraindicaciones en la valoración y obtener su consentimiento informado. A partir de las valoraciones de los componentes de la aptitud física se puede desarrollar un perfil individual de aptitud física y recomendar un programa con objetivos reales, seguros y progresivos.

El EF para Becerro (1994), es un **agente** importante en el mantenimiento de la salud. No

existe otra medida preventiva que pueda interferir sobre un número tan considerable de factores relacionados con la salud. Entretanto, para su prescripción sistemática e individualizada se incluye el/los **tipos** (y modos), la **intensidad**, la **duración**, la **frecuencia** y la **progresión** de la actividad física. Estos cinco componentes se aplican siempre que se prescriben ejercicios físicos a cualquier persona. Los propósitos de la prescripción del ejercicio son: alcanzar un buen nivel de condición física y mejorar la salud mediante la reducción de los factores de riesgo de padecer de alguna enfermedad crónica (American College of Sports Medicine, 7th ed.; 2006).

Los tipos de entrenamiento, o EF, se relacionan con el objetivo del programa, con el componente de la aptitud física que se pretende trabajar. Esta relación se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 4: *Variables a ser consideradas en el trabajo de los componentes de la aptitud física (Heyward, 2008).*

Componente de la aptitud física	Tipo de entrenamiento	Modos de ejercicio
Resistencia cardiorrespiratoria	<b>Ejercicio aeróbico</b>	Caminata, trote, ciclismo, remo, etc.
Fuerza y resistencia muscular	<b>Ejercicio de resistencia</b>	Peso libre, ejercicios en máquinas y con cintas.
Resistencia ósea	<b>Ejercicio aeróbico y de resistencia con tolerancia de peso</b>	Caminata, trote, peso libre, etc.
Composición corporal	<b>Ejercicio aeróbico y de resistencia</b>	Los mismos utilizados para resistencia cardiorrespiratoria y fuerza.
Flexibilidad	<b>Ejercicio de estiramiento</b>	Estiramientos estático, yoga, Pilates, etc.

El término resistencia ósea se refiere a la densidad mineral ósea y a la calidad del hueso, ambas definen esta resistencia. El hueso tiene una resistencia a la tensión, una capacidad de deformar-se con las fuerzas externas que se determina por la área (grosor del hueso), la longitud y una constante de resistencia. Con el envejecimiento estos parámetros se alteran y disminuye la cantidad y calidad ósea como también su capacidad reparativa. Una disminución de la resistencia ósea facilita la producción de fracturas (Rodríguez Merchán, Ortega Andreu & Alonso Carro, 2003).

Según Heyward (2008),

...la resistencia muscular es la capacidad de un músculo para mantener los niveles de fuerza submáximos durante un período prolongado y la resistencia ósea se relaciona directamente con el riesgo de fractura y depende del contenido mineral y de la densidad del tejido óseo (p. 36).

Para alcanzar una modificación positiva en la composición corporal y en la resistencia ósea la recomendación es que se utilice más de un tipo de entrenamiento. Así, parece ser que el programa ideal para el mantenimiento de la salud es aquel que logre la participación de todos los componentes.

La **intensidad** del EF es determinante cuanto a los cambios fisiológicos y metabólicos que el cuerpo experimenta durante el entrenamiento. El punto de partida depende de los objetivos y de la aptitud física de cada persona. A partir de este punto se organizan estrategias de continuidad y progresión de la intensidad.

Para definir la **dosis** de EF es importante considerar la dosis total y la intensidad con que se realiza. La intensidad refleja el índice de gasto energético empleado durante el ejercicio, puede ser **absoluta** o **relativa**, términos definidos para evitar confusiones al interpretar las encuestas de nivel de actividad física (Thompson et al., 2003). La intensidad absoluta se expresa en equivalentes metabólicos o METs, donde 1 MET es el índice de metabolismo en reposo; la intensidad relativa se refiere al porcentaje de potencia aeróbica utilizada durante el ejercicio. La misma se expresa como porcentaje de frecuencia cardíaca máxima o de consumo máximo de oxígeno, que se relaciona con el peso corporal, por este motivo se mide en ml/Kg/min. La medida de los METs toma un valor estándar para todos los individuos con la ventaja de que se correlaciona con el gasto calórico de las diferentes actividades humanas y estima cuantas veces el individuo multiplica su metabolismo basal para realizar una determinada actividad.

Las recomendaciones en cuanto a la **duración** del EF evolucionan a lo largo de las investigaciones referentes al tema. La recomendación actual del tiempo de duración para el EF para el mantenimiento de la salud, es de **30 minutos diarios**, desarrollados continuamente o de manera acumulativa en sesiones de 10 o 15 minutos a una intensidad moderada. Las recomendaciones de épocas anteriores, de ejercicio intenso por un largo período de tiempo, han dejado de ser aceptadas. Las sesiones **incluyen AVD** realizadas en el lugar de trabajo o en casa, subir o bajar escaleras, jardinería, pedalear, nadar, caminar a ritmo rápido entre otras. Estas recomendaciones son confirmadas por la OMS, el Colegio Americano de Medicina

Deportiva (ACSM), la Federación Internacional de Medicina Deportiva (FIMS) y la Asociación Americana de Cardiología, entre otras (Matsudo, 2008, p. S13). De manera típica, la **frecuencia** representa la cantidad total de sesiones semanales. Varía con los objetivos del entrenamiento, su duración e intensidad. Como mencionamos anteriormente, el EF diario de intensidad moderada se recomienda para individuos con bajo nivel de aptitud física, donde es importante variar el tipo y el modo de ejercitarse para prevenir lesiones (Heyward, 2008).

La **progresión** en un programa de EF es importante para conseguir avances continuos. Se debe aumentar la frecuencia, la intensidad y la duración de manera gradual y hacer solo un cambio cada vez para favorecer la prevención de las lesiones y de los riesgos cardiovasculares. Para Heyward (2008), el acondicionamiento físico se divide en tres estadios:

- **Inicial:** dura entre una y seis semanas, es de familiarización con el programa, de intensidad baja y con pequeños avances en duración seguido de intensidad.
- **De progreso:** dura entre 4 y 8 meses, aumenta la frecuencia, la intensidad y la duración sistemáticamente, un elemento a la vez hasta que se llegue al objetivo deseado.
- **De mantenimiento:** mantener el nivel de aptitud logrado en el estadio anterior, se puede disminuir la frecuencia de algún modo de ejercicio y sustituir por otros, de manera que se mantenga el interés por el programa de ejercicio.

Según el estudio de Navarro et al. (2008), las mujeres necesitan que el EF ofrezca una combinación de las variables cultural, social y económica, buscan un bienestar integral como fin y no como medio. También demuestra que 40,2% de las mujeres son practicantes y están relativamente satisfechas con el ejercicio físico practicado (demanda establecida); 33% no son practicantes pero están interesadas en practicar (demanda latente) y 26% no son practicantes y no están interesadas en practicar (demanda ausente). En la demanda latente se apunta que para el 36,1% de las mujeres, la actividad que les gustaría practicar sería en el medio acuático.

Con este estudio se destacan algunas tendencias en cuanto al tipo de entrenamiento y modo de EF para la población femenina, de la misma manera se observa una amplia laguna de no practicantes, las cuales son susceptibles a los riesgos ocasionados por la no realización de EF.



## II. MARCO TEÓRICO

### 1. Introducción

Dada la importancia del EF para el mantenimiento de la salud de la mujer en el periodo del climaterio, abordamos dos diferentes programas de entrenamiento: fitness acuático (FA) y Estimulación Neuromuscular Mecánica (ENM). Por un lado las prácticas acuáticas tienen un importante índice de satisfacción comparadas con diferentes programas de entrenamiento físico terrestres. Por otro lado se encuentra una propuesta reciente, con necesidad de mayor orientación profesional e investigación, como la ENM. El planteamiento de este estudio es conocer y comparar los efectos de ambos métodos de entrenamiento sobre la fuerza, la flexibilidad y el equilibrio de mujeres en edad adulta intermedia.

En el transcurso de ambos programas serán evaluadas las variables: fuerza, flexibilidad y equilibrio indispensables para el mantenimiento de las AVD. Delgado & Tercedor (2002, p. 238-239) se apoyan en otros autores y reafirman la importancia de estas variables en un programa de EF orientado hacia la salud:

- La fuerza condiciona una mejor composición corporal, con mayor porcentaje de masa libre de grasa y una incrementada densidad mineral ósea (ACSM, 1983, 1994).
- La flexibilidad proporciona un efecto preventivo y rehabilitador sobre posibles lesiones (Caramia y Rossi, 1990) y permite un mejor control postural (Hahn, 1998).
- El equilibrio como componente de las capacidades coordinativas es muy necesario en el desarrollo de la condición física orientada a la salud. Sobre todo a medida que pasan los años su pérdida causa caídas frecuentes lo que conlleva un elevado coste económico debido a las consecuencias de la caída (ACSM, 1998b).

Actualmente se relaciona la salud y la calidad de vida con algunos componentes de la CF que clásicamente se relacionaban con el rendimiento deportivo. En la siguiente tabla se aprecian las relaciones de los componentes de la CF con la salud, con el rendimiento deportivo y con la habilidad atlética.

Tabla 5: *Las relaciones de los componentes de la condición física (Caspersen, Powell & Christenson, 1985; Pate, 1993)*

<b>Caspersen, Powell &amp; Christenson (1985)</b>		<b>Pate (1983)</b>	
relacionada con la <b>Salud</b>	relacionada con el rendimiento deportivo	relacionada con la habilidad atlética	relacionada con la <b>salud</b>
resistencia cardiorrespiratoria, <b>resistencia muscular, fuerza muscular, composición corporal, flexibilidad</b>	agilidad, equilibrio, coordinación, velocidad, potencia, tiempo de reacción	Agilidad, equilibrio, coordinación, velocidad, potencia, tiempo de reacción, resistencia cardiorrespiratoria, resistencia muscular, fuerza muscular, composición corporal, flexibilidad	resistencia cardiorrespiratoria, <b>resistencia muscular, fuerza muscular, composición corporal, flexibilidad</b>

A partir de la década de los 80, surge el movimiento hacia la salud, apareciendo actividades como la gimnasia de mantenimiento entre otras. Actualmente se asocian los componentes de la CF relacionada con la salud con un bajo riesgo de desarrollar prematuramente enfermedades derivadas del sedentarismo.

El ser humano a lo largo de su vida experimenta una serie de cambios anatómicos, morfológicos y funcionales, tanto durante la etapa de crecimiento como durante el proceso de envejecimiento, que van a determinar la capacidad de movimiento que cada etapa posee. Esta evolución se puede ver alterada por factores ambientales durante el desarrollo. Debemos tener presentes aquellos factores determinantes para las cualidades físicas: género, edad, condiciones genéticas, sistema nervioso, capacidades psíquicas, hábitos (fumar, beber, hacer ejercicio...), época de inicio del entrenamiento y desarrollo del mismo (Bañuelos, 1996). La relación con los hábitos de vida, los niveles de actividad física y la CF determina el estado de salud y calidad de vida de un individuo o población.

Esta estrecha relación entre salud, CF y actividad física nos muestra Bouchard, Shephard, Stephens, Sutton y McPherson in Delgado & Tercedor (2002, p.29):

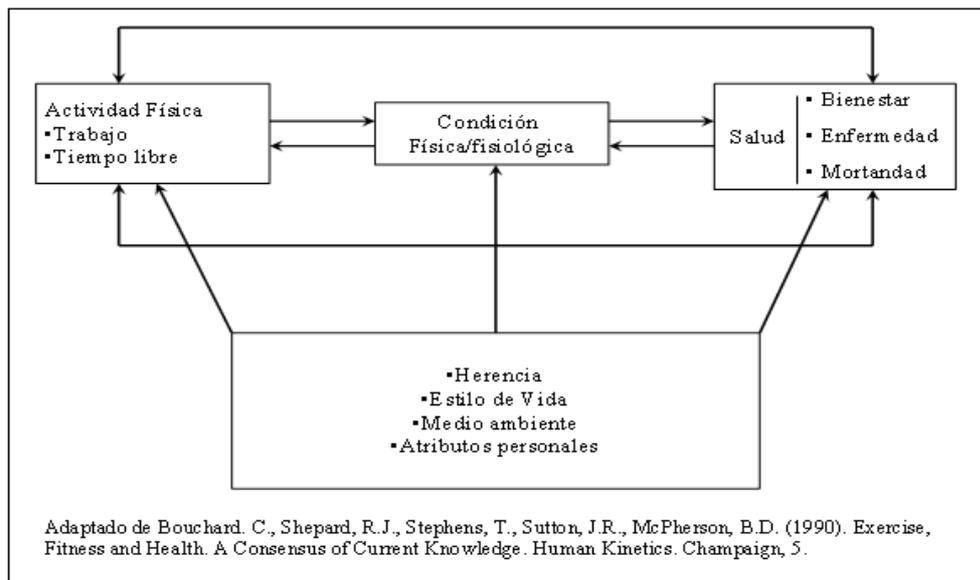


Figura 3: Interacciones entre actividad física, condición física y salud (Delgado & Tercedor, 2002).

Se observa que el nivel de condición física está influenciado por la cantidad y tipo de actividad física realizada habitualmente. De la misma forma, el nivel de condición física puede influenciar y modificar el nivel de AVD y es proporcional al nivel de salud que posee una persona. De este modo, la condición física influye sobre el estado de salud de las personas y al mismo tiempo, dicho estado de salud influye, en la actividad física habitual y en el nivel de condición física que tengan las personas. Se trata de mejorar la salud por medio de un incremento de AF, pero no necesariamente se produce un aumento en el nivel de la CF.

Para Caspersen, Powell & Christenson (1985), en contraste con la AF, que está relacionada a los movimientos que realizan las personas, la aptitud física o CF se define como la capacidad para llevar a cabo las tareas diarias con vigor y alerta, sin fatiga y con amplia energía para disfrutar del tiempo libre y posibilidades de cumplir emergencias imprevistas. Aunque la definición puede ser conceptualmente sólida, los términos como vigor, alerta, fatiga y el disfrute no son fácilmente mensurables. En contrapartida entre los mensurables encontramos: la resistencia aeróbica, la resistencia anaeróbica, la fuerza muscular, la composición corporal, y la flexibilidad (activa y pasiva). De la misma manera que hay variación en la cantidad de la AF hay variación en el nivel de CF.

Bajo una perspectiva de salud pública, se indica el incremento de la AF de forma genérica, la mantención de un estilo de vida activo y la práctica de ejercicio físico para el mantenimiento de la salud. Según Blair, Cheng & Holder (2001), es preferible animar a las personas a ser físicamente activos en mayor medida que a tener una buena CF, ya que es

previsible que los sujetos sedentarios alcancen lo segundo si cumplen lo primero. Normalmente cuando una persona realiza actividad física regularmente opta por un estilo de vida activo en sus labores cotidianas.

Tomando como directriz la prescripción de ejercicio físico para el mantenimiento de la salud, nos preguntamos ¿Cuáles son los efectos de los programas de entrenamiento de FA y ENM en la fuerza, flexibilidad y equilibrio de las mujeres de edad adulta intermedia? Seguidamente nos apoyamos en un marco teórico para justificar la importancia de las capacidades físicas fuerza, flexibilidad y equilibrio; y de los programas de entrenamiento de ENM y de FA seleccionados.

## 2. La fuerza

Dentro de un universo de propuestas actuales en lo que se refiere a práctica de ejercicio físico, destacamos el entrenamiento de la fuerza como base para estas propuestas. El movimiento necesita una tensión muscular que se manifiesta por la aplicación de la fuerza. Tanto en el ámbito de la fisiología, de la biomecánica, o del entrenamiento deportivo el entrenamiento de la fuerza conlleva una mejora en la **capacidad funcional** de los practicantes y su evaluación permite adaptar los programas para mejor alcanzar los objetivos (Bosco, 2000; González-Badillo & Ribas, 2002).

La valoración de la fuerza, posee una dimensión esencial en el terreno de la investigación deportiva. Los antecedentes se circunscriben al inicio de la institucionalización del deporte a partir de la consolidación de las Olimpiadas de la era moderna y la organización de los Campeonatos Mundiales. El interés que despertó la capacidad fisiológica del músculo como generador de fuerza interna y su posterior manifestación mecánica a partir de la fuerza aplicada, ha sido constantemente aplicado a lo largo del siglo pasado, ya que este aspecto constituía un factor esencial en el rendimiento del atleta (González-Badillo & Ribas, 2002).

Zimmermann (2004), presenta el concepto de entrenamiento de la fuerza de **prevención primaria** y sus efectos favorecedores para la salud. Define como la ejercitación física que pretende mejorar y mantener el bienestar y la capacidad de rendimiento psicofísico, así como, impedir las enfermedades de origen hipocinético y retrasar los efectos nocivos del proceso de envejecimiento. El entrenamiento de la fuerza realizado con los contenidos y en la forma adecuada, se encuentra entre el 40 y el 60% de la fuerza máxima dinámica individual.

En este sentido, destacamos aportaciones en el terreno de la fisiología y de la biomecánica donde el interés se sustenta en el conocimiento del mecanismo de la contracción muscular como generador de fuerza aplicada (Bosco, 2000). Aportaciones en el terreno de la teoría del entrenamiento deportivo donde el interés se fundamenta en el conocimiento de los medios y métodos de estimulación para producir adaptaciones musculares cuyo objetivo es el aumento de la capacidad de fuerza, cualquiera que sea su manifestación, así como el desarrollo de una metodología para la valoración de la fuerza, consecuente con los objetivos descritos de la adaptación biológica (Bosco, 2000; Cometti, 1998; González-Badillo, 2000; González-Badillo & Gorostiaga, 1995; Manno, 1999; Siff & Verkhonshansky, 2000).

De acuerdo con Manno (1999), “la fuerza muscular es la capacidad del hombre que permite vencer una resistencia u oponerse a ella mediante la utilización de la tensión de la musculatura” (p. 15). Aunque el autor hace referencia al hombre en un sentido genérico, esta

capacidad física evoluciona a lo largo de la vida de manera distinta para hombres y mujeres. En la infancia existen pequeñas diferencias hasta aproximadamente los 10-12 años de vida (inicio de la pubertad); a partir de ahí se notan las diferencias en los niveles de fuerza entre los sexos, donde el masculino supera el femenino. En la pubertad, con la maduración del sistema endocrino (hormonal) la adaptación al entrenamiento es más rápida y se acentúa la diferencia en la fuerza muscular entre los sexos debido a producción de testosterona, inherente a cada género. El sexo masculino alcanza niveles más altos de hipertrofia muscular (Weineck, 1991; Eckert, 1993).

Los tejidos corporales también sufrirán una diferenciación en función del género en el periodo evolutivo de la pubertad. Consecuentemente, si comparamos un hombre y una mujer de mismo peso, el porcentaje de masa magra de los hombres es mayor, mientras que las mujeres presentan mayores porcentajes grasos, por eso la fuerza que es capaz de desarrollar un hombre será siempre mayor a la de una mujer. Pero, si comparamos los valores de fuerza en función del peso, es decir, si hacemos un estudio comparativo de la **fuerza relativa** (Fuerza/Peso) de hombres y mujeres observamos que las diferencias existentes entre los dos sexos disminuye hasta en algunos casos desaparecer (Bosco, 2000). Sin embargo, si valoramos la fuerza máxima en función del peso corporal, en sujetos del mismo género, en términos absolutos (**fuerza máxima absoluta**) la mayor capacidad corresponde a los de mayor peso, no obesos. Un levantador de pesas de 100 Kg, levanta más peso que uno de 70 Kg, pero en relación con la masa de cada uno, la capacidad es menor para el primero (fuerza máxima relativa) (Barbany, 2002). Por eso, para valorar la fuerza es importante tener en cuenta el **peso y talla** del individuo, para que se pueda analizar las reales diferencias en los niveles de fuerza.

Cuando un individuo ejerce una actividad motora que requiera una tensión muscular, está ofreciendo una resistencia a la fuerza. Verkhoshansky (1986), hace la siguiente clasificación:

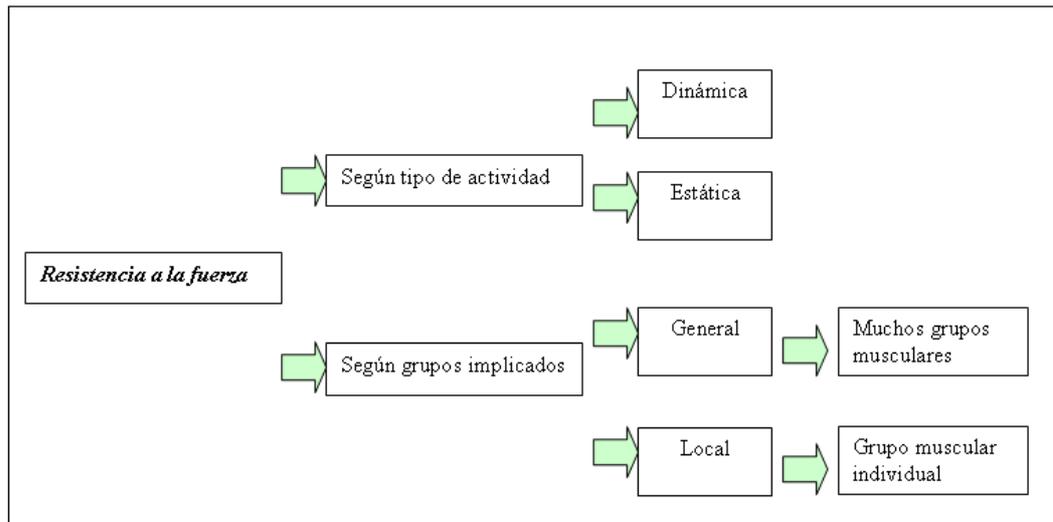


Figura 4: Clasificación de la resistencia a la fuerza (Verkhoshansky, 1986).

La **resistencia** muscular es la capacidad de un grupo muscular determinado para desarrollar fuerza **submáxima** para afrontar un esfuerzo durante un periodo prolongado. La mejora de esta capacidad implica una mejora en la condición física general y mayor funcionalidad en las AVD (Jiménez, 2003).

Por otra parte, para construir un programa de entrenamiento de la fuerza, hay que tener en cuenta los aspectos siguientes: la carga o resistencia **externa** a emplear, la velocidad máxima que se puede adquirir ante cada carga y la velocidad relativa que vamos a proponer para la movilización de cada una de ellas (García-Manso, 1999). Considerando estos aspectos, después de la aplicación de un programa de entrenamiento, nos interesa evaluar su incidencia sobre la fuerza de los sujetos.

González-Badillo & Gorostiaga (1996) in Chulvi Medrano, Heredia Elvar, Pomar & Ramón (2007), apunta los **métodos para la valoración de la fuerza** y sus manifestaciones dentro de una concepción más aplicable al entrenamiento deportivo, considerando los métodos existentes para la valoración en función del tipo de activación muscular en que son realizadas:

- Mediciones en activaciones isocinéticas (concéntrica-excéntrica).
- Mediciones en activaciones isométricas.
- Mediciones en activaciones isoinerciales (pesos libres) con o sin instrumentos adicionales de medida y saltos.

González-Badillo & Ribas (2002), recomienda la medición del pico de fuerza conseguido y el tiempo necesario para llegar a alcanzarlo (relación fuerza x tiempo). El pico máximo de

fuerza (PMF), se mide cuando no hay movimiento, que se caracteriza por la **fuerza isométrica máxima** (FIM), también denominada fuerza estática. El mismo autor destaca que la medición consiste en la aplicación de la fuerza máxima voluntaria a una resistencia insuperable. La evolución de la fuerza en el tiempo se da de manera diferente, pero pasando por las mismas fases hasta llegar a su máxima expresión. Esta relación entre la manifestación de la fuerza y el tiempo necesario se denomina **curva fuerza-tiempo** (C. F- t), es la producción de fuerza en la unidad de tiempo (Newton por segundo).

La medición se consigue con fiabilidad y precisión con un “transductor” de fuerza (célula de carga) y de un soporte informático que ayude en la recogida de los datos y posterior tratamiento, como es el sistema *MuscleLab*. Se conecta el sensor de movimiento del *MuscleLab* a la carga a desplazar y el equipo registrará el **desplazamiento en función del tiempo**. Todos los parámetros derivados son calculados automáticamente: Velocidad (m/s), velocidad angular (rad/s), **fuerza**, potencia, momento, etc. Se puede ver en forma numérica o gráfica y además se pueden conectar goniómetros (Chulvi Medrano, Heredia Elvar, Pomar & Ramón, 2007).

Para valoración de la fuerza en este estudio, mediremos el PMF alcanzado en un determinado espacio de tiempo con una resistencia insuperable y ausencia de movimiento. Por medio del Musclelab (descrito en material utilizado) se puede conocer la trayectoria de la curva fuerza x tiempo hasta que alcance el PMF:

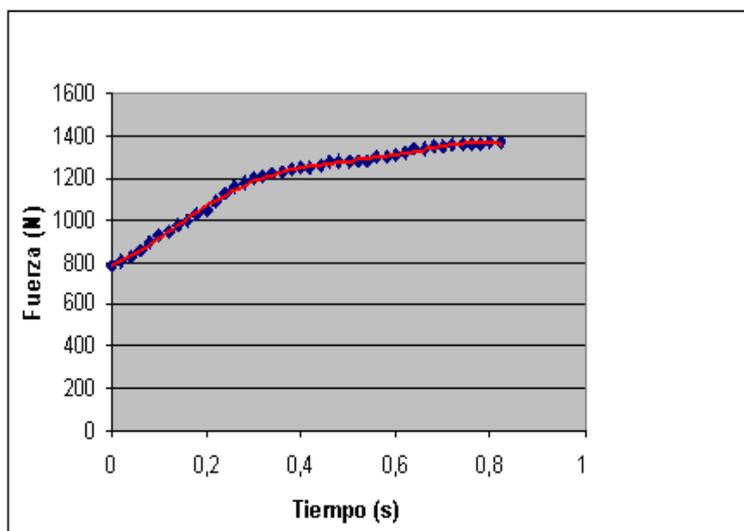


Figura 5: Representación de la curva fuerza x tiempo (Filippetto & Olasso, 2008).

En la representación de la fuerza expresada por un sujeto en relación al tiempo se puede observar el instante en que éste alcanza la fuerza isométrica máxima, y se aprecia la

pendiente de la curva fuerza-tiempo. Los valores de la fuerza máxima conseguida y el tiempo necesario para ello son dos **puntos de referencia para la planificación y el control del entrenamiento de fuerza** (González-Badillo & Gorostiaga, 1995). La fuerza aplicada a un músculo o grupo muscular genera una tensión interna en las estructuras del mismo. Como apunta González-Badillo & Ribas (2002), la tensión muscular se puede definir como el grado de estrés mecánico producido en el eje longitudinal del músculo cuando las fuerzas internas tienden a estirar o separar las moléculas que constituyen las estructuras musculares y tendinosas.

Entender los procesos que regulan la fuerza en la realización del movimiento de estiramiento-acortamiento, habituales en nuestra conducta motora, con o sin entrenamiento, implica una comprensión no solo del funcionamiento de las fibras musculares como también del sistema nervioso. El sistema músculo esquelético tiene numerosos y distintos receptores sensoriales. Según González-Badillo & Ribas (2002), estos receptores son estructuras nerviosas microscópicas especializadas en detectar cambios en magnitudes físicas y traducirlas al lenguaje común del sistema nervioso, cambios eléctricos a través de la membrana neuronal, y transmitirlos a aquellos centros nerviosos que controlan nuestra actividad motora.

El entrenamiento de la fuerza dentro de un programa de acondicionamiento físico orientado hacia la manutención y promoción de la **salud**, tiene objetivos distintos a los de un entrenamiento orientado hacia el rendimiento deportivo. Bajo esta perspectiva, Heredia Elvar, Costa & Abril (2005), afirman que la valoración de la fuerza debe servir para determinar la zona de entrenamiento neuromuscular en la que un sujeto debe iniciar un programa, garantizar una transferencia directa entre los datos obtenidos y su aplicación a la prescripción. Todo ello debe realizarse evitando situaciones que supongan riesgo de lesiones; permitiendo la comprobación de la evolución y de los efectos del entrenamiento como feedback para el practicante.

Parece ser que ninguna función en el organismo se realiza de manera absolutamente independiente del sistema muscular. Éste influye también en la respiración, en el sistema cardiovascular y en el sistema hormonal. Así que la pérdida de capacidad funcional y de rendimiento muscular con el avance de la edad, puede ser prevenido o retardado de manera eficaz con el entrenamiento muscular (González-Badillo & Ribas, 2002).

El presente estudio está orientado hacia la salud y la valoración de la fuerza nos interesa para conocer la existencia de cambios en los niveles de fuerza, no solamente desde un punto

de vista de incremento de fuerza sino del mantenimiento de la misma a lo largo del tiempo. Si el nivel de fuerza se mantiene a lo largo del período de aplicación de los programas de EF, se puede considerar un factor positivo, dada la edad de las participantes y el proceso natural de pérdida de la condición física en que se encuentran.

### 3. La flexibilidad

La flexibilidad es un componente de la condición física relacionada con la salud. Se puede decir que es un elemento favorecedor del resto de capacidades físicas (Araújo & Araújo, 2000). Existe una serie de definiciones de distintos autores, quienes coinciden en la definición de flexibilidad como la **amplitud del movimiento (ADM) de una articulación determinada** (Araújo, 1987, 2001, 2002, 2003; Arregui-Eraña & Martínez de Haro; Liemonhn; Platonov & Bulatova, 1993; Pariser, 2001).

La Guía PEFS (2007), define flexibilidad como ADM de una articulación específica en relación con un grado concreto de libertad, ya que las articulaciones presentan distintos grados de libertad. Es la capacidad del cuerpo para estirarse, alargarse y doblarse sin llegar a romperse, por eso la considera una capacidad **facilitadora** de las demás capacidades físicas.

Para Thacker, Gilchrist, Stroup & Kimsey (2004), la flexibilidad es como una propiedad intrínseca del tejido corporal que determina la amplitud de movimiento alcanzable por una articulación o grupo de articulaciones sin provocar lesión. Dantas (2005), complementa la definición como calidad física responsable de la ejecución voluntaria de un movimiento de amplitud angular máxima, por una articulación o conjunto de articulaciones, sin el riesgo de provocar lesión.

Alter (1996), señala que el tipo de flexibilidad es específica al tipo de movimiento y depende de la velocidad y del ángulo de dicho movimiento, no sólo de la ADM. De acuerdo con Norris (1996), la ADM hace referencia a la longitud del músculo en cualquier punto del movimiento (Range of Motion - ROM) mientras que para Alter (1996) y Monteiro (2000) es la libertad de movimiento de una articulación.

Se puede constatar la existencia de gran número de definiciones y clasificaciones para la flexibilidad. Moras (2002), apunta la dificultad que supone clasificar, identificar y aislar las capacidades físicas, por eso la tendencia actual es simplificarlas y agruparlas pues se han propuesto excesivas categorías. Por otro lado, el mismo autor apunta la necesidad de definir algunos términos dentro del concepto de flexibilidad.

La clasificación de Fleishman in Moras (2002), presenta la **flexibilidad de extensión** como sinónimo de flexibilidad estática y flexibilidad dinámica.

- **Flexibilidad estática o pasiva** se refiere a la movilidad de una articulación sin considerar la velocidad de ejecución del movimiento, son movimientos lentos con ayuda de fuerzas externas.

- **Flexibilidad dinámica** corresponde a la capacidad de utilizar una ADM de una

articulación a una velocidad normal o acelerada. La ADM conseguida por la acción de una contracción voluntaria, se confunde con el concepto de elasticidad, lo cual se refiere tanto a movimientos realizados con una cierta velocidad (controlada o lenta) como a movimientos rápidos, propios de las manifestaciones elásticas.

Para Siff & Verkhoshansky (2000), la ADM de una articulación depende de la posición de las prominencias esqueléticas, la longitud de los ligamentos, tendones y músculos, y los puntos de inserción de los músculos. Los autores identifican dos tipos de flexibilidad: **activa y pasiva**. La flexibilidad activa se refiere a la ADM máxima producida bajo control muscular activo con un grado concreto de libertad articular. Y la flexibilidad pasiva se refiere a la ADM máxima que se produce de manera pasiva por la imposición de una fuerza externa que no llega a provocar una lesión articular (p. 217).

La flexibilidad evoluciona inversamente con la edad y presenta diferencias entre géneros, las mujeres tienden a ser más flexibles que los hombres de la misma edad (Mirella, 2001; Siff & Verkhoshansky, 2000). La práctica de ejercicio físico regular que implique la ADM total, suele aumentar la flexibilidad a la vez que el sedentarismo acentúa la disminución de la flexibilidad.

En la siguiente tabla agrupamos los factores que influyen la flexibilidad en internos y externos:

Tabla 6: *Factores que influyen en la flexibilidad (Moras 2002, Mirella, 2001; Siff & Verkhoshansky, 2000; Araújo, 2003)*

<b>Factores internos</b>	<b>Factores externos</b>
movilidad propia de cada articulación	temperatura
elasticidad de los músculos	nivel de actividad física
herencia	hora del día
género	
edad	

En relación a la temperatura, se explica la importancia del calentamiento precedente al EF, dinámico y global donde participan la mayor parte de la musculatura implicada en una articulación, permiten una mejora en la movilidad articular preparatoria para un ejercicio físico. Cornelius, Hagemann Jr., Jackson, 1998 in Moras (2002), detectan que los ejercicios

de estiramiento muscular eran más efectivos después de aumentar la temperatura corporal mediante trabajo aeróbico.

Entre los métodos para el desarrollo de la flexibilidad, Dantas (2005) apunta el método **estático** y el método **dinámico**. El estático pretende el aumento de la flexibilidad por el incremento prioritario sobre la movilidad articular. Y el dinámico enfatiza la elasticidad muscular, capacidad que tiene el músculo para estirarse y volver a su posición inicial.

Se considera que mantener un buen nivel de flexibilidad es importante para prevenir lesiones de la unidad musculotendinosa y por regla general se insiste en que se incluyan ejercicios de estiramientos como una parte del calentamiento antes de cualquier actividad intensa (Cornelius, Hagemann Jr., Jackson, 1988; Murphy, 1986; Shellock, Prentice, 1985 in Moras, 2002).

Araújo (2003), afirma que la flexibilidad músculo-articular es específica de cada articulación y resalta la importancia de considerar la suma de todas, o el mayor número posible de ellas, a la hora de aplicar un test para determinar la flexibilidad de un individuo de forma general. Por tal motivo, propone el Flexitest, un test que evalúa la movilidad corporal general. Básicamente la flexibilidad puede ser evaluada en términos de grados o de centímetros. El Flexitest es un método que consiste en medir y evaluar la movilidad pasiva (flexibilidad) de veinte movimientos de las articulaciones de tobillo, rodilla, cadera, tronco, muñeca, codo y hombro, donde se atribuye valores numéricos de 0 a 4 a la amplitud lograda en cada movimiento.

Siff & Verkhoshansky (2000), consideran la flexibilidad como la medida de máxima amplitud de movimiento de la que es capaz una articulación. Para medirla normalmente se utiliza la prueba de “Sentar y Alcanzar” (originalmente Sit and Reach), en el campo de la Educación Física, aunque las articulaciones tengan grados distintos de movimiento. Para este autor la flexibilidad es específica de cada articulación y un mayor grado de flexibilidad en una articulación no implica necesariamente un resultado similar en las demás articulaciones. Moras (2002) destaca que los tests monoarticulares son más controlados pues dependen de pocos factores, que los tests multiarticulares como es el Sentar y Alcanzar que están regidos por factores individuales, como es la carga genética que delimita la elasticidad muscular o la largura de los brazos.

#### 4. El equilibrio

La literatura acerca de la capacidad física equilibrio, presenta diferentes términos y abordajes. Para Gagey & Weber (2001), desde el punto vista físico:

El equilibrio se define como dos fuerzas alineadas, iguales y de sentido contrario. Pero no se llega nunca a esta situación de las resultantes de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. El hombre busca siempre su equilibrio; y al hacerlo manifiesta esta propiedad de los cuerpos que tienden a volver a su posición de equilibrio cuando se les aparta de ella y que se llama de estabilidad (p. 10).

Se entiende que el ser humano nunca está en perfecto equilibrio y la manera para valorar una posición de equilibrio en determinado momento, es valorando la estabilidad y sus propiedades.

Bartual Pastor (1998), dice que el hombre debe estar orientado en el espacio y en el tiempo para mantenerse en equilibrio y desarrollar sus actividades. Apunta tres tipos de equilibrio:

- **Estático:** el cuerpo se encuentra en equilibrio y en reposo, inmóvil, sometido únicamente a la acción de la gravedad.

- **Cinético:** el cuerpo en equilibrio es sometido pasivamente a un movimiento de traslación rectilíneo y uniforme, actúan simultáneamente la gravedad y la fuerza que origina la traslación (ejemplo, viajar en un avión).

- **Dinámico:** el sujeto realiza movimientos parciales o totales del cuerpo, cambiando activamente de posición en el espacio y tiempo, resultando en un desplazamiento. El equilibrio se mantiene cuando el centro de gravedad o punto sobre el que actúa la resultante de todas las fuerzas que inciden simultáneamente en cada instante, incluida la gravedad, queda dentro del área que constituye la base de sustentación, cualquiera que sea la posición del sujeto en el espacio y tanto si está en reposo como en movimiento.

La relación **estabilidad y movilidad**, como explica Siff & Verkhoshansky (2000), “depende de la integración neuromuscular de factores como la fuerza, la resistencia y la amplitud de movimiento, así como de las propiedades mecánicas de los tejidos involucrados” (p. 66). Así los procesos neuromusculares, incluyendo los reflejos del cuerpo, comandan la interacción global entre estabilidad y movilidad para producir la habilidad motriz. La amplitud de movimiento y la rigidez mecánica de los tejidos que forman el complejo muscular están relacionadas con la flexibilidad.

Lázaro (2000), destaca el “**equilibrio-postural-humano**” resultado de distintas

integraciones sensorio-perceptivo-motrices. La postura y la acción interfieren en la capacidad de equilibrio de cualquier sujeto humano. Feldenkrais (1995), dice que una acción efectuada desde una **postura equilibrada**, o postura erecta ideal, tiene como características más importantes la sensación de falta de esfuerzo y sensación de falta de resistencia.

Para Ortuño Cortés (2008), la acción coordinada entre los receptores sensoriales localizados en los sistemas vestibular, visual y somatosensorial, el Sistema Nervioso Central (SNC) y los arcos reflejos musculares esqueléticos es responsable del mantenimiento del centro de gravedad del organismo dentro de su base de sustentación para **evitar una eventual caída**. En lo que concierne al **sistema visual**, el mismo autor destaca que,

...la información visual de la relación de las diferentes partes del cuerpo entre sí y con el medio que las rodea contribuye al mantenimiento del equilibrio en una posición dada. Esta información visual será remitida hasta la corteza cerebral, para que el cerebro tenga conocimiento de ella (p.23).

En la siguiente representación del sistema de regulación del equilibrio, Bartual Pastor (1998, p.22) destaca el **sistema vestibular**, como pieza básica para este proceso:

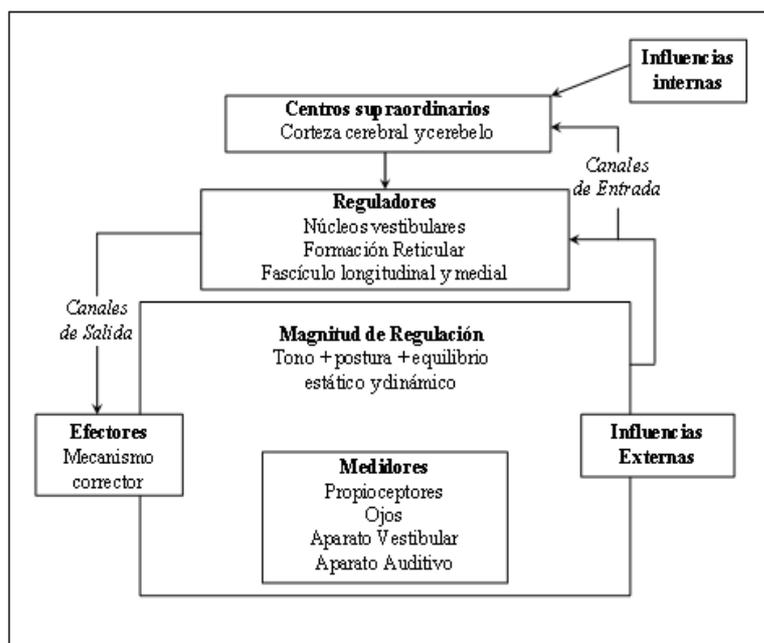


Figura 6: Representación del sistema de regulación del equilibrio (Bartual Pastor, 1998).

Los canales de entrada son las vías sensoriales por las que continuamente fluye información al SNC. Esta información procesada resulta en la noción de la posición que ocupa el sujeto en el espacio y tiempo. Estas señales aferentes se analizan y comparan con una señal de “postura ideal” cuya finalidad es el equilibrio, entonces se generan esquemas de

coordinación idóneos para cada situación, los cuales son enviados a los efectores a través de los canales de salida que son las vías motoras encargadas de corregir el tono y la postura corporal (Bartual Pastor, 1998; Rosenzweig, Leiman & Breedlove, 2005).

El equilibrio en posición erecta exige un **estado de contracción muscular continuada**, donde entra en acción no solo el aparato locomotor, sino también el sistema nervioso y los demás sistemas que componen el cuerpo humano. Es por sí sola una posición inestable pues el centro de gravedad queda muy por encima de la base de sustentación (Bartual Pastor, 1998).

Como un **proceso dinámico**, el equilibrio engloba la perspectiva biomecánica (ajuste postural en relación al centro de gravedad), biológica (reacciones sensoriales y reflejos posturales), psicológica (aspectos perceptivos, asociativos y de anticipación motriz) y la perspectiva de la estructura motriz (unos aspectos de habilidad motriz, rendimiento motor y competencia motriz). Así, las condiciones indispensables para tener equilibrio, según Lázaro (2000) son: producir reflejos posturales a partir de las reacciones sensoriales; generar adecuados ajustes posturales adaptativos; anticipar esos ajustes desde las representaciones mentales y tener competencia eficiente en la estructura motriz.

Con el avance de la edad estas condiciones tienen una disminución natural, provocando un aumento de los riesgos de caídas durante la bipedestación como también durante los cambios posturales. Una de las formas de cuantificar los componentes sensoriales que contribuyen para el mantenimiento del equilibrio es utilizando **plataformas dinamométricas**, que registran los movimientos del centro de presiones del sujeto sobre las mismas (Ortuño Cortés, 2008).

Un ejemplo de esta herramienta para evaluar el equilibrio es la Plataforma de Fuerza Dinascan-IBV (Instituto de Biomecánica de Valencia – versión 8.0), que es un sistema de medida diseñado para medir, registrar y analizar las fuerzas de acción-reacción realizadas por un individuo sobre la superficie de contacto **pie-suelo**. Toda la información se obtiene tanto en forma numérica como gráfica, lo que permite su utilización y aplicación inmediata en la valoración de la marcha humana; evaluación de técnicas deportivas y análisis del equilibrio postural, que es el caso de la presente investigación (Información retirada del Manual de instrucciones Dinascan-IBV). Para Baloh & Furman (1989), esta información registrada informáticamente, muestra las coordenadas del centro de presiones y representa una buena estimación de la posición del centro de gravedad si el cuerpo se mueve lentamente.

El estudio de Bellew, Yates & Gater (2004), examinó el equilibrio estático y dinámico con los ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC), con el apoyo de los dos pies y con el apoyo de

un pie, un total de cuatro condiciones. Los datos utilizados en los resultados incluyeron una sola repetición de cada una de las cuatro condiciones, con 30 segundos entre las condiciones. Definió el balanceo postural como la distancia de un objeto desviado de su centro de equilibrio y describió los efectos iniciales de un entrenamiento de fuerza de bajo volumen en el equilibrio en hombres y mujeres mayores no entrenados ( $n=22$ ), con edades entre 59 y 83 años, bajo un coeficiente de fiabilidad de  $r=0,90$ .

El estudio de Ortuño Cortés (2008), hace un análisis clínico y posturográfico de dos grupos principales de pacientes ancianos con patología vestibular ( $n=60$ ) y no patológicos ( $n=60$ ), la relación encontrada con las caídas entre los dos grupos fue de  $r=0,006$ . Apoyado en autores como Norré (1993) y Allum et al. (2001), realizó cuatro pruebas en las que alteraban secuencialmente la información visual y propioceptiva. Esta batería de pruebas estáticas y dinámicas para medir los desplazamientos y esfuerzos que produce el movimiento del centro de presiones del cuerpo humano<sup>2</sup> (CdP) al tratar de mantener el equilibrio se denomina **test tipo Romberg**. Se realiza en diferentes condiciones: ojos abiertos, ojos cerrados y con los pies sobre una goma-espuma. El participante debe mantener el equilibrio, de pie, descalzo, con los talones juntos y las puntas de los pies formando un ángulo de 30°, con los brazos extendidos y pegados al tronco. El tiempo de exploración es de 30 segundos, con un intervalo de un minuto entre cada prueba y para cada condición de estudio.

---

<sup>2</sup> Centro de Presiones es el punto donde podemos suponer aplicada la fuerza resultante de reacción; es un concepto físico similar al centro de gravedad. (Manual Dinascan IBV-versión 8.0, 1997).

## 5. La estimulación neuromuscular mecánica

Las plataformas vibratorias introducidas en el mercado hace algunos años, son aparatos con una base oscilante movida por un motor. Esta base oscila según velocidades (**frecuencias de vibración**) variables y produce un estímulo mecánico mediante movimientos que pueden ser aplicados en dos ejes. Según la marca de la plataforma pueden ser verticales sinusoidales sobre el eje longitudinal o pueden ser basculante u oscilantes sobre el eje sagital.

Así se producen movimientos musculares: la fuerza dinámica se transmite directamente a los pies y luego sube a los músculos. Estos se agitan y terminan por contraerse naturalmente porque son sometidos a una estimulación constante. La plataforma vibratoria se comporta como un **catalizador**<sup>3</sup> de contracciones musculares. Aquí ocurre el proceso de **mecanotransducción**, que consiste en la transducción<sup>4</sup> de señales celulares en respuesta a los estímulos mecánicos. Según García Barreno (2009), la mecanotransducción convierte el estímulo mecánico en una información química.

Básicamente la estimulación neuromuscular mecánica (ENM) tiene dos tipos de aplicación, cuerpo completo y localizado.

Esta nueva tecnología **cambia la percepción** de las vibraciones mecánicas como perjudiciales al organismo debido a las magnitudes de las vibraciones (Troup, 1978; Griffin, 1977; Kumar et al., 1999; Chen et al., 2003 in Marín, 2008) y pasa a ser una herramienta más en la mejora de la condición física.

Marin (2008), se apoya en las definiciones de la Real Academia Española (RAE) para aclarar el funcionamiento de la estimulación vibratoria. Apuntamos las definiciones según la definición de la RAE (2011):

- **Estimulación** es la acción y efecto de estimular. Se entiende por incitar, excitar con viveza a la ejecución de una cosa, o avivar una actividad, operación o función. Mediante las vibraciones se pretende mejorar la condición física.

- **Neuro:** (elem. compos.) Significa 'nervio' o 'sistema nervioso'; **Muscular:** Cada una de las células contráctiles que constituyen los músculos. Utilizaremos la composición formada

---

<sup>3</sup> Según la Real Academia Española (2011), es un término originado en la química: “Cuerpo capaz de producir la transformación catalítica”. En este caso un “acelerador” de la contracción muscular, sin alterar sus principios.

<sup>4</sup> Definido por la Real Academia Española como la transformación de un tipo de señal en otro distinto.

por las dos palabras anteriores (aunque no esté definida por la RAE): **Neuromuscular**, porque la estimulación se conduce por las vías neurológicas y se percibe a nivel muscular.

- **Mecánica** se entiende como aparato o resorte interior que da movimiento a un ingenio o artefacto. Mediante un aparato se produce la acción de estimulación neuromuscular.

Las denominaciones más utilizadas de la estimulación vibratoria son las vibraciones de **cuerpo completo** (Whole Body Vibration - WBV), estimulación neuromuscular mecánica (ENM) y estimulación muscular biomecánica (BMS). Otros autores diferencian y aplican los conceptos de “cuerpo completo”, cuando todo el cuerpo es sometido a movimiento y “localizado”, cuando una parte determinada del cuerpo es sometida a movimiento (Cardinale & Pope, 2003; De Oliveira, Simpson & Nadal, 2001).

Para la realización del presente estudio, seleccionamos la opción “**miembros inferiores**”, ofrecida por la plataforma vibratoria utilizada. Tenemos en cuenta que la acción de la estimulación vibratoria tiene sus efectos próximos al foco vibratorio (Cochrane & Stannard, 2005; Verschueren et al., 2004), se descarta la denominación de “cuerpo completo”. Siguiendo la propuesta de Marin (2008), adoptamos la nomenclatura **Estimulación Neuromuscular Mecánica (ENM)**, como uno de los modos de realización de EF para mejora de la condición física específicamente en tres componentes: fuerza, flexibilidad y equilibrio.

De los entrenamientos aplicados para la mejora de la condición física, lo más común es que se utilicen plataformas que consigan efectos de “cuerpo completo”, y algunos de manera localizada empleando mancuernas (Bosco et al., 1999) o cables (Issurin & Tenenbaum, 1999; Issurin, Lieberman & Issurin, 1997; Liebermann & Tenenbaum, 1994; McBride, Schuenke & Porcari, 2003). Según el estudio de Moras, Tous, Muñoz, Padullés & Valejjo (2006), los efectos de las vibraciones transmitidas al cuerpo entero abarcan una amplia gama de temas y las diferentes respuestas van desde “beneficioso a peligroso”.

Las investigaciones en medicina del trabajo o ergonomía apuntan efectos negativos de las vibraciones, siendo un favorecedor importante del desarrollo de trastornos músculo-esqueléticos en los trabajadores que utilizan herramientas de mano que vibran (Moras, Tous, Muñoz, Padullés & Valejjo, 2006). Por otra parte, estudios controlados sugieren el efecto positivo de la vibración en la fuerza y/o desarrollo de la energía (Delecluse, Roelants & Verschueren, 2003; Issurin, Liebermann & Tenenbaum, 1994; Roelants, Delecluse, Goris & Verschueren, 2004 in Moras et al., 2006; Ronnestad, 2004; Russo et al., 2003; Torvinen et al., 2002), en la flexibilidad (Issurin, Liebermann & Tenenbaum, 1994 in Moras et al., 2006),

en el equilibrio corporal (Bruyere & Wuidart et al., 2003 in Moras et al., 2006; Verschueren et al., 2004) y en la masa ósea (Rubin, Cullen, Ryaby, McCabe & McLeod, 2004; Verschueren et al., 2004; Ward et al., 2004 in Moras et al., 2006). Contrariamente, otros estudios no han encontrado mejoras significativas en la fuerza (De Ruitter, Van Raak, Schilperoort, Hollander & de Haan, 2003 in Moras et al., 2006), en el equilibrio (Torvinen et al. 2002 in Moras et al., 2006) o en la masa ósea (Torvinen et al. in Moras et al., 2006; Russo et al., 2003).

Moras et al. (2006) explican que esta controversia se da por la amplia gama de parámetros utilizados (frecuencia, amplitud, dirección o duración de la vibración de cargas), o sea la **dosis** de ejercicio utilizada. Finalmente, apuntan la dificultad de llegar a conclusiones definitivas sobre los efectos crónicos de las vibraciones transmitidas al cuerpo entero en los seres humanos (Warman, Humphries & Purton, 2002 in Moras et al.).

La frecuencia, la amplitud, la magnitud y la dirección pueden ser controladas a nivel mecánico, esto implica efectos bien positivos o bien negativos en la mejora de la condición física y mantenimiento de la salud. A continuación definiremos estas variables y especificaremos algunas posibilidades de variación:

#### **La frecuencia:**

La frecuencia de las vibraciones se expresa en **ciclos por segundo** (hertzios, Hz) y la respuesta humana a las vibraciones varía según la frecuencia aplicada. Para el entrenamiento deportivo las frecuencias más utilizadas están entre **23 y 44 Hz**, aunque las frecuencias de vibración óptimas son diferentes para cada músculo y persona (Fajardo & Ferliú, 2004).

Todo el cuerpo tiene una frecuencia natural a la que vibra, si la frecuencia aplicada en las vibraciones mecánicas es la misma que la del cuerpo, se dice que está en resonancia (Mester, J., Kleinder, H., Yue, Z., 2006). Se define resonancia como "...un fenómeno físico que se produce al coincidir la frecuencia propia de un sistema mecánico, eléctrico, etc., con la frecuencia de una excitación externa" (RAE, 2011). Siempre que se aplican a un cuerpo una serie de impulsos periódicos de una frecuencia casi igual a la frecuencia natural del cuerpo, éste se pone a vibrar con una amplitud relativamente grande, que es cuando ocurre este fenómeno. La resonancia produce el desplazamiento entre los órganos y la estructura esquelética causando impacto en los tejidos afectados. Las frecuencias inferiores a **20 Hz** no deben ser aplicadas en los entrenamientos para evitar lesiones provocadas por la proximidad a la frecuencia natural de los tejidos biológicos del organismo, que está entre **9 y 16 Hz** (Randall, Matthews & Stiles, 1997; Yue & Mester, 2004 in Marin, 2008).

**La amplitud:** Se entiende como la **distancia** entre los extremos alcanzados por el movimiento (valor pico-pico), o el recorrido desde el punto central hasta la desviación máxima (valor pico). Diferente de la frecuencia, la amplitud tiene **relación directa con los efectos**, comentado por Marin (2008), en el entrenamiento del tren inferior con amplitudes de **2 y 4 mm**.

**La magnitud:** Es la aceleración aplicada al movimiento en los desplazamientos oscilatorios de un objeto que implican, alternativamente, una velocidad en una dirección y después una velocidad en dirección opuesta. Este cambio de velocidad significa que el objeto experimenta una **aceleración constante**, primero en una dirección y después en dirección opuesta. La magnitud de una vibración puede cuantificarse en función de su desplazamiento, su velocidad o su aceleración. A nivel práctico se expresa en unidades de aceleración ( $m/s^2$ ), puede ser obtenida de manera directa a través de acelerómetros o de manera indirecta a partir de la frecuencia (ciclos por segundo Hz) y de la amplitud (en metros) (Griffin, 1997 in Marin, 2008).

**La dirección:** Las vibraciones pueden ser tres lineales y tres rotacionales. Los ejes lineales son **x (longitudinal)**, **y (lateral)** y **z (vertical)**. Alrededor de los ejes se dan las rotaciones designadas  $r_x$  (balanceo),  $r_y$  (cabeceo) y  $r_z$  (deriva) respectivamente (Griffin, 1997 in Marin, 2008).

**La duración:** Para Griffin (1997), la duración de la exposición a las vibraciones está directamente relacionada con la respuesta humana, aunque solo es uno de los elementos que definen esta respuesta. Los estudios encontrados presentan una variación en la duración desde un minuto (Salvarani et al., 2003) a 30 minutos (Roelants, Delecluse, Goris & Verschueren, 2004).

La aplicación de la estimulación vibratoria depende de la maquinaria utilizada y de como se programa cada sesión a nivel de **amplitud, frecuencia, magnitud y duración**.

Por otro lado, Marin (2008) afirma que el estímulo vibratorio **no llega a las estructuras musculotendinosas en la misma cantidad**, dependen del sujeto y de factores antropométricos, posicionales, nivel de condición física, calzado utilizado, características de las estructuras expuestas, tipo de contracción muscular entre otros.

En el mercado hay diversas marcas de plataformas vibratorias y cada una dispone de programas estandarizados que indican un tiempo mínimo y un tiempo máximo de exposición. Atendiendo a los criterios de frecuencia, programas, tiempo, potencia, amplitud, tipo de vibración, carga máxima y dimensiones ofrecen diferentes posibilidades.

Los beneficios de la ENM para el rendimiento deportivo y **la salud**, según Marin, se atribuyen principalmente a nivel cardiovascular, endocrino, analgésico, osteogénico y cartilaginosa, propioceptivo, sensorio-motor y neuromuscular. A continuación, destacamos algunos de los estudios realizados.

A nivel **osteogénico** los estudios de Rubin, Cullen, Ryaby, McCabe & McLeod, (2004) y Verschueren et al., (2004), realizados con mujeres postmenopáusicas comprueban el aumento de la masa ósea, o la disminución de la pérdida, tras la aplicación de entrenamientos distintos en plataformas vibratorias.

A nivel **endocrino** está el estudio de Bosco et al. (2000), que trata de las respuestas agudas de las concentraciones de hormonas plasmáticas y del rendimiento neuromuscular con un tratamiento de cuerpo entero. Observa incrementos en las concentraciones de testosterona y hormona del crecimiento (7 y 46% respectivamente) y una disminución de cortisol de un 32%. Según McCall, Grindeland, Roy & Edgerton (2000), los cambios hormonales podrían influir en una adaptación neuromuscular, como apunta el estudio realizado con astronautas, donde la microgravedad lleva a una disminución en los niveles de andrógenos y hormona del crecimiento.

A nivel **vascular** el estudio de Kerschman-Schindl et al. (2001), muestra que el volumen sanguíneo muscular en la pantorrilla y en el muslo aumentó después del ejercicio con plataforma vibratoria, como también la velocidad media de flujo de la arteria poplítea.

En relación al **equilibrio**, el estudio de Torvinen (2002), realizado con adultos jóvenes sanos de ambos sexos, ha demostrado que una sola sesión de vibración de cuerpo completo mejora la fuerza muscular de las extremidades inferiores, pero no supone mejora en el equilibrio estático y dinámico del cuerpo. Sin embargo, Spiliopoulou, Amiridis, Tsigganos, Economides & Kellis (2010), destaca que el entrenamiento de la **fuerza** puede reducir el balanceo postural y **mejorar el equilibrio estático** en mujeres de media edad (n=38; edades entre 55 y 59 años, frecuencia de 15 a 25Hz, amplitud de 2mm, por 12 semanas), modificando la manera en que el sistema nervioso central modula la respuesta muscular. Destaca que los músculos más cercanos al sitio de la vibración son extremadamente importantes para el control de equilibrio. Como también, el efecto de las vibraciones en otros grupos musculares como las del tobillo debe ser considerado en futuros estudios. Aunque, considera que los resultados de tal estudio deben ser tratados con precaución, ya que los **efectos a largo plazo** de la vibración en los nervios periféricos no están bien explorados.

El estudio de Sands, McNeal, Stone, Russell & Jemni (2006), demuestra la relevancia del

entrenamiento vibratorio en la mejora de la **flexibilidad** de jóvenes gimnastas de alto nivel. Aunque la muestra sea relativamente baja, los resultados presentados por el grupo experimental fueron mucho más significativos que el grupo control. Posteriormente, tales resultados conducirían a aplicar el entrenamiento a otros grupos de deportistas del mismo centro de gimnastas.

En relación a la **fuerza**, el estudio de Delecluse, Roelants & Verschueren (2003), demuestra que mujeres de edad media de 22 años, no entrenadas se someten a un entrenamiento con vibraciones mecánicas de todo el cuerpo, muestran una ganancia de fuerza en un periodo de 12 semanas, sin mucho esfuerzo. En contrapartida, Fernandez-Rio, Terrados, Fernandez-Garcia & Suman (2010) en el estudio realizado con jugadoras de baloncesto, donde un grupo realizó un programa de entrenamiento con plataforma vibratoria y otro no, durante 14 semanas, concluye que el entrenamiento de vibratoria de cuerpo entero **no supone ninguna ventaja** sobre los métodos tradicionales de entrenamientos de la fuerza.

En la siguiente tabla presentamos algunos estudios con la aplicación del ENM y sus efectos en relación a la fuerza:

Tabla 7: Aplicación de la ENM en distintas poblaciones y sus efectos en relación a la fuerza.

<b>Autores</b>	<b>Torvinen et al. (2002)</b>	<b>Roelants, Delecluse, Goris &amp; Verschueren (2004)</b>	<b>Fagnani, Giombini,, Di Cesare, Pigozzi &amp; Di Salvo (2006)</b>	<b>Kawanabe et al. (2007)</b>
Sujetos	Sujetos sanos no deportistas edad 23 años (17 mujeres y 9 hombres)	Mujeres postmenopausicas	Deportistas edad 24 años	Ancianos de edad entre 59 y 86 años
<b>Duración</b>	<b>12 semanas</b>	<b>24 semanas</b>	<b>8 semanas</b>	<b>8 semanas</b>
Frecuencia (Hz)	Inicio 25 Hz Final 40 Hz	Inicio 35 Hz Final 40 Hz > 12 semanas	35Hz	10-20 Hz
<b>Amplitud (mm)</b>	<b>2mm</b>	<b>2,5 mm</b> <b>5 mm &gt; 12 semanas</b>	<b>4 mm</b>	<b>desconocida</b>
Tiempo de vibración	Inicio 2 min Final 4 min	Inicio 3 min Final 20 min > 12 semanas. 30 min > 24 semanas	Inicio 2 min 30 s Final 8 min	4 minutos una vez a la semana
<b>Efectos sobre la fuerza muscular</b>	<b>Aumento capacidad de salto vertical con contramovimiento</b>	<b>Aumento de la fuerza isométrica y concéntrica de los músculos extensores de la rodilla.</b> <b>Aumento de la capacidad de salto vertical con contramovimiento.</b>	<b>Aumento fuerza isocinética en prensa de piernas y del PMF.</b> <b>Aumento de la capacidad de salto vertical con contramovimiento.</b>	<b>Mayor resistencia y mayor tiempo de apoyo monopodal.</b>

*Nota:* Destacamos los parámetros controlados en esta investigación: duración, frecuencia, amplitud y tiempo.

Para Marin (2008), la ENM **no debe ser vista como sustitutiva del entrenamiento convencional**, sino como un complemento. Basa dicha afirmación en los estudios de Berschin & Sommer (2004); Bosco et al. (1998, 2000); Issurin, Liebermann & Tenenbaum (1994); Rittweger et al. (2000, 2002a, 2002b, 2003); Roelants et al. (2004); Sumners et al. (2003); Torvinen et al. (2002). El autor destaca la existencia de multitud de factores que no permiten establecer parámetros de referencia para un adecuado entrenamiento con

estimulación neuromuscular, en referencia a número de series, tiempo de descanso, frecuencia y amplitud a utilizar. Recomienda el periodo de entrenamiento neuromuscular igual que un entrenamiento convencional, con tiempo de recuperación, de un minuto. Relaciona la **frecuencia** utilizada con el grupo muscular a estimular, tomando como referencias valores entre **23 y 47 Hz**. Y respecto a la amplitud, que no se puede variar en muchas máquinas, si es posible, recomienda que se incremente conforme evoluciona el proceso de entrenamiento.

## 6. El acondicionamiento físico acuático

El número de adeptos a las actividades acuáticas aumenta considerablemente en los últimos años. En los Estados Unidos en 1983 eran 200.000 pasando a 6.000.000 en la década de 90 (Case 2001 in Colado, 2008; Werner & Hoeger, 1995).

El entrenamiento acuático en España se conoce con diferentes nombres según la localización geográfica. De manera general se denomina aquagym, gimnasia acuática y **fitness acuático** (es el nombre comercial utilizado en el Club donde se efectuará la recogida de datos y adoptado en la presente investigación). De manera específica, según la capacidad física que busca desarrollar: resistencia, fuerza, flexibilidad, adquiere nombres distintos como aquarunning, aquatoning, aquarelax etc. En Brasil y Portugal se conoce por “hidrogynástica” con variaciones similares a las de España. Dentro de una amplia gama de posibilidades de trabajo en medio acuático, según los objetivos e intereses de cada población practicante, Terret (2001) in Colado (2008), define el fitness acuático como “Ejercicio de acondicionamiento físico realizado en el medio acuático, habitualmente en posiciones verticales, con una orientación hacia la diversión, el bienestar saludable o la terapia” (p.385).

Las motivaciones para este tipo de práctica física en España son: la mejora de la condición física con una orientación saludable, la mejora en la relación social y la diversión de sus ejercitantes (Colado, 2008). A partir de estas premisas se proponen los programas de fitness acuático de manera eficaz, segura y lo más personalizada posible. El mismo autor destaca el **enfoque educativo**, a fin de conseguir resultados a corto, medio y largo plazo, en la orientación de hábitos complementarios, como puede ser un estilo de vida activo.

Según el INE (2009), la incidencia de **enfermedades crónicas** detectadas en la población española mayor de 15 años es más elevada en la población femenina. Tales enfermedades son la hipertensión arterial con un 20,7%, la artrosis artritis o reumatismo con un 20,7% la hipercolesterolemia con un 15,9%, la depresión, ansiedad y otros trastornos mentales con un 13,8%. Este cuadro sugiere que la prescripción de ejercicio físico incluya el **ejercicio aeróbico** y en el caso de las enfermedades del sistema músculo-esquelético y del tejido conjuntivo, sugiere un trabajo de **fuerza**. Consecuentemente, a la hora de organizar un programa de ejercicio físico, en el caso de fitness acuático (FA), es importante tener en cuenta las dos premisas indicadas (aeróbico y fuerza); combinando la frecuencia, intensidad, duración y especificidad de las capacidades físicas reseñadas. Según el estudio de Moreno & Gutierrez (1997) citado por Colado (2004), los programas acuáticos para adultos que más demanda tienen en los últimos años en España son los de **acondicionamiento físico**

**saludable.**

Colado (2008), tras una exhaustiva y cronológica revisión bibliográfica concluye que:

...se puede destacar que en la actualidad, al respecto del estado actual de conocimientos sobre los criterios metodológicos para el entrenamiento saludable de la fuerza en sus diferentes manifestaciones y para diversos sectores e incluso géneros, existen lagunas que deben ser estudiadas de forma precisa e inmediata (p.393).

Durante la realización de un ejercicio acuático se identifican tres tipos de resistencia:

- **de aleje o cohesión:** se produce entre los límites del aire y el agua; resulta de la interacción del cuerpo o del objeto con las olas superficiales; aumenta la intensidad del ejercicio y se nota más en la zona poco profunda de la piscina;

- **de fricción:** es la resistencia producida por el contacto directo de la superficie del agua con la superficie corporal y/o material utilizado; dificulta los movimientos y hace con que se ejecuten más lentamente.

- **de forma:** es la fuerza de oposición creada por el agua contra el cuerpo del ejercitante que se desplaza hacia delante, se manifiesta hacia el cuerpo o material utilizado. Puede ser una resistencia de forma frontal (frenado) o de succión (detrás) (Reischle, 1993; Selepak 2001 in Colado, 2004).

Para el entrenamiento de la **fuerza** en el medio acuático dentro de la perspectiva de actividad física y salud, lo más habitual es que se desarrolle la resistencia a la fuerza (o fuerza resistencia), es decir, la tensión muscular es relativamente prolongada sin que disminuya la efectividad de la misma. Emslander et al. (1998) y Thein & Brody (1998) in Colado & Moreno (2001), comprueban que hay mejora de la resistencia a la fuerza y de su manifestación activa con el entrenamiento acuático. Uno de los beneficios del entrenamiento de fuerza en el medio acuático mencionado por Navarro, Arellano, Carnero & Gosálvez (1990) in Colado & Moreno (2001), es que la tracción desde orígenes e inserciones musculares (proporcionada por el agua con altura hasta en tórax u hombros) favorece la deposición de calcio, consiguiéndose huesos más densos, por lo que se recomienda que el entrenamiento se reparta por todas las regiones corporales para conseguir un aumento genérico de la densidad ósea.

Respecto a la flexibilidad, el medio acuático ofrece dos ventajas:

- La mayoría de los ejercicios ejecutados en el medio terrestre pueden ser ejecutados en la piscina poco profunda, lo que favorece a las personas con limitaciones o alteraciones específicas.

- La hipogravidez y la temperatura (alrededor de 32-34° C) facilitan la relajación muscular (Colado, 2004).

Para Moreno & Gutiérrez (1998), el **equilibrio** en el medio acuático, consiste en mantener la postura y/o flotar, por la ausencia de gravedad, lo que hace cambiar las sensaciones de apoyo (propioceptivas) en relación al medio terrestre por nuevas sensaciones visuales. En el medio acuático se diferencian posición de equilibrio, que está relacionada con la flotación, y situación de equilibrio, que está determinada por la posición relativa del centro de gravedad y del centro de flotación (centro del volumen del cuerpo sumergido). El cambio de los segmentos corporales provoca un desplazamiento de la posición del centro de gravedad.

Por todo lo expuesto, se destaca que el entrenamiento de la fuerza, flexibilidad y equilibrio en el medio acuático bajo un enfoque de mantenimiento de la salud, permite preservar y mantener la funcionalidad en las tareas diarias (AVD), ya que son capacidades indispensables para el bienestar de forma general.

## 7. Justificación

Conforme los antecedentes presentados, los beneficios del EF están cada vez más en evidencia. Para las mujeres en el período de **climaterio** tiene una acción tanto **preventiva** como de **mantenimiento de la salud**, principalmente en lo que se trata de la osteoporosis (Hardman & Stensel, 2003). Todavía no se puede saber cual es el mejor EF (si es que hay uno) para combatir la osteoporosis. Para Hardman & Stensel (2003), las caídas son una causa importante de fracturas, especialmente en las fracturas de cadera y de radio. Son el resultado de la discapacidad, inmovilidad, pérdida de independencia y, a menudo, la muerte. El ejercicio regular puede mejorar la fuerza muscular y el equilibrio y así disminuir el riesgo de caer.

Destacamos sobretodo la fuerza muscular de los miembros inferiores por su influencia en la movilidad para las AVD de las personas (Gusi, Raimundo & Leal, 2006), en la prevención de caídas. Los diferentes tipos de entrenamiento de fuerza y programas aeróbicos en tierra o en medio acuático **disminuyen el riesgo** de las fracturas óseas, que ocurren debido a las caídas, la fragilidad del hueso, la falta de equilibrio y la pérdida de la fuerza en los miembros inferiores (Kannus, Parkkari & Niemi, 1995; Torvinen, et al. 2002 in Gusi et al.).

Colado, Moreno & Vidal (2000), apuntan una creciente demanda social que obliga a las instituciones a incrementar la oferta de actividades físicas en general y por lo tanto, de las **actividades acuáticas relacionadas con la condición física** en particular. Atribuyen referida demanda a un aumento de la utilización del tiempo libre en el entorno familiar, orientado a la práctica de actividad física grupal y diversificada, así como a cambios en la propia concepción de actividad física de la población. Son algunos de los motivos por los cuales surgen las actividades acuáticas relacionadas con la condición física denominadas "fitness acuático", de carácter lúdico y con variadas formas de participación. Para que este tema sea tratado ampliamente, es necesario analizarlo desde el punto de vista de la intervención de los profesionales implicados, de los medios a utilizar y de los equipamientos necesarios para su realización (Colado, Moreno & Vidal, 2000).

La preferencia femenina por las actividades físicas acuáticas se comprueba a nivel local, al ver que los grupos de FA del Club E. Inef Lleida están formados mayoritariamente por mujeres, con edades variadas, incluyendo las que están en el período del **climaterio**. Ello nos permite dar continuidad a la investigación correspondiente al segundo año del Programa de Doctorado (Diploma de Estudios Avanzados- DEA- INEFC-Lleida, Filippetto & Olasso, 2007-publicado en 2008), realizada con una población de características similares. Uno de los

problemas más relevantes de esta población es la osteoporosis posmenopáusica. Para su prevención y tratamiento se han buscado estrategias alternativas con un menor riesgo de lesión, como son las actividades físicas en el medio acuático.

El FA como un tipo de EF, de intensidad moderada, actúa frente a la disminución de la masa ósea (Masi, 2000). El medio acuático ofrece beneficios debidos a sus propiedades físicas según Bonachela (1994) son la fluctuación, la densidad, la presión hidrostática y la viscosidad. Para Rocha (1994) y Marques & Pereira (1999), las propiedades físicas ayudarán en la amplitud de movimiento articular (flexibilidad), en la disminución de la tensión articular (bajo impacto), en la mejora de la fuerza, resistencia y relajación.

La utilización de nuevas tecnologías para el entrenamiento de las capacidades físicas, también son una alternativa para el medio terrestre. La ENM se destaca en el mundo del deporte y del fitness como una opción más (Weber, 1997). El estudio de Gusi, Raimundo & Leal (2006), con mujeres post-menopáusicas, indica una mejora en el equilibrio y consecuente disminución en la predisposición a las caídas, posteriormente a realización de un programa de ENM. Incluyendo el equilibrio, los beneficios más destacados en las investigaciones utilizando ENM están la mejora de la flexibilidad general, el tratamiento preventivo de la osteoporosis (aumento de la masa ósea) y el aumento de la fuerza muscular.

Actualmente un programa de ENM puede llevarse a cabo por cualquier persona, basta con adquirir una plataforma vibratoria disponible en el mercado o apuntarse a un centro deportivo que únicamente ofrece plataformas vibratorias como forma de entrenamiento. La mayoría de los centros deportivos las tienen como opción complementaria al EF habitual. Ello indica que se está utilizando esta **nueva propuesta en ejercicio físico**, y eso implica la necesidad de investigar y avanzar los estudios acerca del tema ya que la relación entre las características del ejercicio vibratorio (amplitud, frecuencia, tiempo, etc.) y sus efectos sobre los niveles de condición física y salud son poco conocidos (Gusi, Raimundo & Leal, 2006; De Hoyó, Granados, Carrasco & Sañudo, 2009). De acuerdo con esta necesidad, la presente investigación utilizará esta nueva tecnología como una de las formas de entrenamiento para la mejora de las capacidades físicas de la población femenina con edades entre 45 y 55 años. Una edad en que manifiestan una decadencia natural debida al envejecimiento. Las variables seleccionadas para ser evaluadas son: **fuerza, flexibilidad y equilibrio**.

La **fuerza** en una de las cualidades físicas que más influyen en las AVD sobretodo la fuerza máxima y resistencia de la flexión y extensión de las rodillas (Gusi, Raimundo & Leal, 2006).

La **flexibilidad** trabajada dentro de los programas de entrenamiento, según Alter (1998), presenta ventajas cualitativas y/o cuantitativas como: relajación del estrés y de la tensión; relajación muscular; autoconocimiento; mejora de la condición física, postura y simetría corporal; reducción del dolor lumbar; alivio del dolor muscular; mejora en el desempeño de ciertas aptitudes; reducción del riesgo de lesiones.

El **equilibrio** se puede considerar como una de las capacidades físicas fundamentales de la actividad física de los seres humanos al largo de su existencia (Roca, 1999). Su inclusión dentro de los componentes relacionados con la salud se destaca por la gran pérdida de la misma, a medida que pasan los años. Lo que representa caídas frecuentes y un elevado coste económico (ACSM, 1998).

El estudio de Burge et al. (2007), en relación a las fracturas de incidentes relacionados con la osteoporosis y los costes en los Estados Unidos, por género, grupo de edad, raza/etnia, y el tipo de fractura, de 2005 a 2025. Indica que las fracturas representan más de dos millones de dólares, costando cerca de 17 mil millones en 2005. En 2025 prevé que crezca en casi un 50% a más de tres millones de fracturas y 25,3 mil millones dólares cada año, y con el envejecimiento poblacional requiere orientaciones eficaces en los programas de intervención y tratamiento de la osteoporosis.



### III. METODOLOGÍA

Tras la justificación previa se presentan los objetivos e hipótesis para desarrollar esta investigación.

#### 1. Objetivos e hipótesis del estudio

##### 1.1 Objetivo general e hipótesis nula (H0)

- Evaluar los efectos del ENM y del FA en la fuerza, la flexibilidad y el equilibrio en mujeres de edad adulta intermedia.

A partir de este objetivo planteamos la hipótesis nula:

H0: No se constatan diferencias significativas en las variables fuerza, flexibilidad y equilibrio en las mujeres practicantes de FA y en las mujeres que siguen un programa de ENM antes y después del programa de entrenamiento.

##### 1.2 Objetivos específicos e hipótesis alternativas (H1, H2, H3, H4)

- Establecer el estado de la cuestión y justificar la necesidad de incrementar las investigaciones acerca del ENM y del FA como opciones de EF para el incremento de la fuerza, flexibilidad y equilibrio de las mujeres de edad adulta intermedia.

A partir de este objetivo, planteamos las siguientes hipótesis:

H1: Se constatan diferencias significativas en las variables fuerza, flexibilidad y equilibrio en las mujeres practicantes de FA y en las mujeres que siguen un programa de ENM antes y después del programa de entrenamiento.

H2: Se constatan diferencias significativas en las variables fuerza, flexibilidad y equilibrio en las mujeres practicantes de FA y no se constatan diferencias significativas en las mujeres que siguen un programa de ENM antes y después del programa de entrenamiento.

H3: Se constatan diferencias significativas en las variables fuerza, flexibilidad y equilibrio en las mujeres que siguen un programa de ENM y no se constatan diferencias significativas en las mujeres practicantes de FA antes y después del programa de entrenamiento.

- Analizar y comparar el pico máximo de fuerza (PMF) de la contracción isométrica máxima, provocada por los músculos participantes en la cadena cinética compuesta por los extensores de tobillo, de la rodilla y de la cadera, en mujeres con edad intermedia practicantes de FA, de ENM y no practicantes de ejercicio físico.

- Analizar los niveles de flexibilidad activa de los miembros inferiores de las mujeres de edad intermedia practicantes de FA, de ENM y no practicantes de ejercicio físico.

- Analizar el equilibrio estático a partir de las variables EAOA, EAOC, EVOA, EVOC de las mujeres de edad intermedia practicantes de FA, de ENM y no practicantes de ejercicio físico.

A partir de estos objetivos, planteamos la siguiente hipótesis:

H4: Se constatan diferencias significativas solamente en alguna de las variables: fuerza, flexibilidad o equilibrio en las mujeres practicantes de FA y en las mujeres que siguen un programa de ENM antes y después del programa de entrenamiento.

## 2. Material y métodos

En este apartado presentamos las principales características del método de estudio utilizado, las características de la población y muestra, los criterios de inclusión y exclusión para las participantes de cada grupo, los materiales utilizados y la protección de datos de las participantes por medio del consentimiento informado.

La tendencia actual para las investigaciones en las áreas sociales, clínicas y educativas es la cuasi experimental. Los diseños cuasi experimentales facilitan la búsqueda de conocimiento y el examen de la causalidad en las situaciones en las que no es posible realizar un control completo. Dentro de la enorme variación entre los diseños cuasi experimentales el utilizado con más frecuencia en la investigación en ciencias sociales es el del grupo de control que no recibe ningún tratamiento, con pretest y postest (Burns & Grove, 2004).

La presente investigación se caracteriza como cuantitativa cuasi experimental de corte longitudinal, se constituye por una muestra con mujeres de edades entre 45 y 55 años. Se subdivide la muestra en dos grupos experimentales que reciben tratamientos distintos y un grupo control que no recibe ningún tratamiento. Se ha utilizado un diseño con tres valoraciones, un registro basal (valoración “de familiarización”) aplicado en base a las indicaciones de Wilson & Murphy (1996), que focaliza en el nivel de familiarización con el test isométrico, dado que tendrá influencia directa en la fiabilidad y validez de los datos posteriormente. Por ello se consideró su realización en todos los tests para la presente investigación. El registro basal debe tener valores similares a la valoración inicial pues las dos se realizan dentro de un corto intervalo de tiempo. Si hay diferencias, deberían ser en función del aprendizaje en la ejecución del test y no en el valor real de la variable mensurada.

La siguiente figura expone el diseño de la investigación, con una valoración basal, pasadas dos semanas una valoración inicial (pre test) y al cabo de doce semanas una valoración final (pos test).

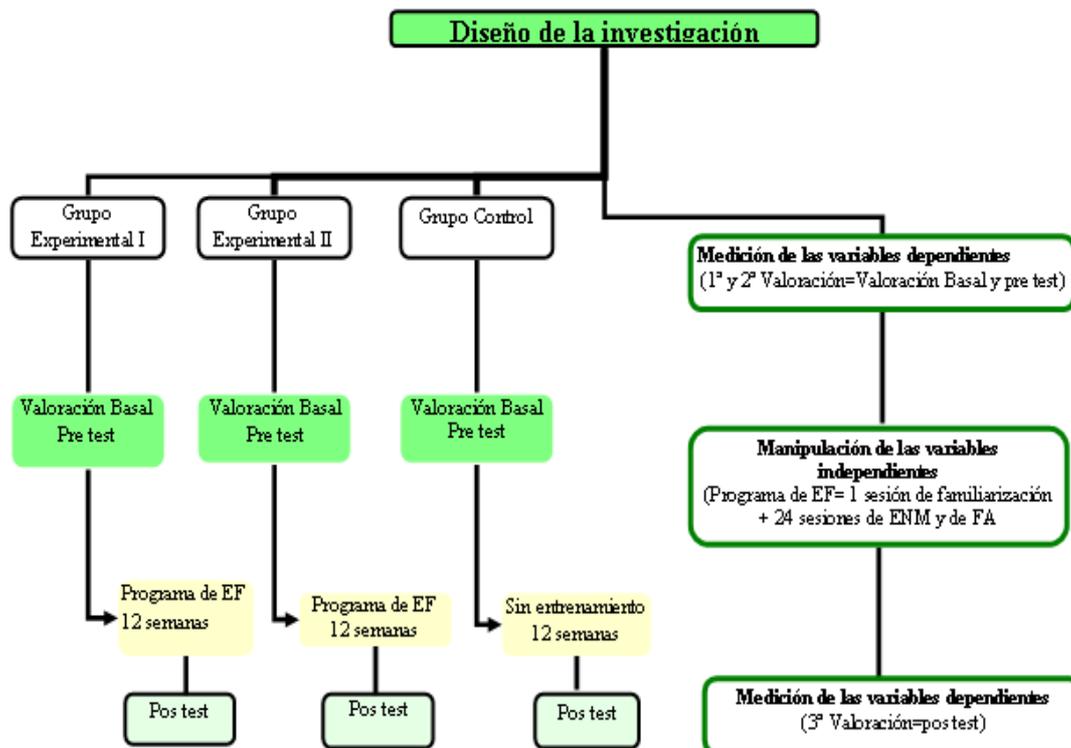


Figura 7: Diseño de la investigación.

Para que sea efectivo el control de las variables dependientes fuerza, flexibilidad y equilibrio, las participantes cumplen dos criterios de inclusión principales que son la edad y la práctica o no de ejercicio físico. Con base a estos criterios, se han formado los grupos:

**Grupo Experimental I** formado por practicantes femeninas únicamente de FA de dos horas de duración a la semana, con edades comprendidas entre 45 y 55 años.

**Grupo Experimental II** formado por practicantes femeninas únicamente de entrenamiento con plataforma vibratoria dos veces a la semana, con edades entre 45 y 55 años.

**Grupo Control** formado por no practicantes femeninas de ejercicio físico con edades entre 45 y 55 años.

## 2.1 Población y muestra

La población para esta investigación se constituye por personas adultas del género femenino con edad intermedia de la ciudad de Lleida practicantes de FA, ENM y no practicantes de ejercicio físico.

La muestra se constituye por personas adultas del género femenino con edad aproximada

entre 45 y 55 años que tengan firmado un consentimiento informado de libre participación en el estudio y que no presenten ninguna enfermedad diagnosticada que incapacite la realización de ejercicio físico. Se dividen en tres grupos: practicantes de FA (Grupo Experimental I), practicantes de ENM (Grupo Experimental II) y no practicantes de ejercicio físico (Grupo Control). A todas las participantes se les pasa el IPAQ (International Physical Activity Questionnaire- forma corta, autoadministrado, versión 2002-Anexo 1) para realizar el registro de la cantidad de actividad física inicial de las mismas.

A continuación se describe la subdivisión de la muestra y los criterios de inclusión y exclusión de cada uno.

### *2.1.1 Grupo Experimental I – Acondicionamiento físico acuático*

Las demandas deportivas en medio acuático de la ciudad de Lleida están parcialmente atendidas por el Club E. Inef Lleida vinculado al INEFC-Lleida. Su apoyo nos ha posibilitado conocer la programación realizada para la actividad de FA y contactar con las participantes y monitores. Esta entidad deportiva y cultural tiene la misión de generar prácticas relacionadas en los diferentes ámbitos de actuación de los Licenciados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y a la vez, ofrecer un espacio para cualquier persona que quiera realizar EF.

La actividad de FA estuvo ofertada en seis horarios distintos con una participación mayoritaria del género femenino, totalizando aproximadamente 63 personas. Entre ellas, se ha seleccionado las que estén dentro del rango de edad y quieran participar voluntariamente en el estudio. Una vez seleccionadas, se ha comprobado si practican alguna otra modalidad de ejercicio físico y solamente han formado parte de la muestra, las mujeres con edades aproximadas entre 45 y 55 años que practiquen únicamente el FA. También se comprometieron a realizar las tres valoraciones pertinentes a la investigación en las fechas previamente concretadas.

Se realizó un seguimiento de la asistencia durante los tres meses de práctica de FA, condicionando la inclusión final en la muestra a un total de 75% de asistencia a las sesiones.

### *2.1.2 Grupo Experimental II – Estimulación neuromuscular mecánica*

La difusión de los beneficios rápidos y fáciles con el uso de las plataformas vibratorias a nivel popular despertó curiosidad y sobretodo interés para investigar. Con esta premisa, esperamos no tener dificultades para reclutar un grupo de participantes con las características necesarias para realizar esta investigación.

Entre las diversas instituciones culturales de la ciudad de Lleida, una de las más importantes es el Ateneu Popular de Ponent, un espacio donde se ofertan actividades de canto, música, pintura, idiomas, talleres de cocina, encuentros puntuales etc. para la comunidad en general. Su apoyo nos ha permitido ofertar el programa de ENM a las participantes de estas actividades con edad aproximada entre 45 y 55 años. A partir de las primeras interesadas, seleccionamos las que no practicaban EF, que tuvieran disponibilidad de horario para los entrenamientos y que estuvieran dispuestas a participar en el estudio una vez explicadas las condiciones.

Los criterios de inclusión a partir de este momento han sido el compromiso de desplazarse al INEFC en tres fechas previamente concretadas, para realizar las valoraciones y tener una asistencia mínima total de 75% a las sesiones de entrenamiento durante un periodo de tres meses.

### *2.1.3 Grupo Control - no practicantes de ejercicio físico.*

Se ha seleccionado un grupo de mujeres con edades aproximadas entre 45-55 años, no practicantes de ningún tipo de ejercicio físico<sup>5</sup>, dispuestas a hacer las tres valoraciones en las fechas concretadas. Forman parte de la muestra las secretarias del INEFC-Lleida, trabajadoras del servicio de limpieza y mujeres que se dedican a las funciones domésticas en la ciudad de Lleida.

## **2.2 Material**

El material disponible para la realización de la investigación se organiza según dos finalidades: valoraciones y programas de entrenamiento.

### *2.2.1 Material para realización de las valoraciones (tests)*

En todos los tests hubo un material de uso común a los tres tests, además de un material específico para cada test. El material de uso común fue:

---

<sup>5</sup> se entiende por ejercicio físico la definición de la p.14.



Báscula/tallímetro Pesperson (Fuerza máxima 160Kg, Pesada mínima 200g, Sensibilidad 100g) para registro de peso y talla de cada participante. Utilizado al principio de cada valoración, una única vez.

Figura 8: Báscula/tallímetro Pesperson.

Cámara fotográfica digital (Casio EX-Z1080 10 mega píxeles) para registro de los procedimientos paso a paso.

Tablas de registro manuales, con los nombres de las participantes, identificación ID (numero de identificación personal de cada participante) y teléfono, para control del orden y fecha de ejecución de cada test.

Software EXCEL para registro posterior de los valores de cada test y su primera organización.

Programa estadístico Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 15.0.

### **Para valorar la fuerza isométrica máxima:**

El laboratorio de análisis neuromuscular **MuscleLab Bosco System**® 4000 sin EMG (Ergotest Technology, Noruega) y el software específico Muscledlab – Ergotest technology as versión 7.18 para valoración del PMF - fuerza isométrica de los músculos extensores de la rodilla. Utilizaremos tres elementos de tal laboratorio (Figuras 9, 10, 11):



Figura 9: Célula de carga del MuscleLab.



Figura 10: Ordenador portátil Sony® VAIO serie VGN-FS; procesador Intel® Pentium® M740 1,73 GHz; 504 MB de RAM; Sistema Operativo Windows XP Home Edition 2002 Service Pack 2.



Utilizado para medir el ángulo de la rodilla, una vez la participante esté sentada en la máquina, debe estar con un ángulo aproximado de 120 a 125 grados.

Figura 11: Goniómetro del Musclelab.



“Leg Press” horizontal, ajustable a cada participante.

Figura 12: Máquina para “press de pierna”.

**Para valorar el equilibrio estático:**



Plataforma de fuerza Dinascan/IBV (Instituto de Biomecánica de Valencia) de 600x370 mm de área activa, 100mm de altura y de 25 Kg de peso para valoración del área desplazamiento del CdP y velocidad de desplazamiento del CdP.

Un ordenador de sobremesa GIP computer; procesador Intel® Celeron® M740 1,73 GHz; 64 MB de RAM; con Sistema Operativo Windows 98 segunda edición.

Figura 13: Plataforma de fuerza y ordenador de mesa utilizados en las valoraciones.

Hojas para dibujo para trazar del contorno de los pies sobre la plataforma de fuerza, de manera que al momento de hacer el intervalo entre cada repetición, no se modifique el punto de apoyo.

**Para valorar la flexibilidad:**

Barra horizontal de 120 cm marcada cada milímetro con un deslizante (cajón de flexibilidad) para valoración de la flexibilidad activa de los músculos isquiotibiales y lumbares de las participantes.



Figura 14: Cajón de flexibilidad utilizado para la realización del test de flexibilidad.

Todos los protocolos de los tests están detallados más adelante en el apartado 2.4 “Protocolo de los tests para valoración de las variables”.

*2.2.2 Material utilizado en los programas de entrenamiento*

Se ha utilizado materiales específicos para la realización de cada programa de entrenamiento, según los objetivos de cada sesión y su distribución temporal dentro del período de las 12 semanas. Para el programa de ENM no hubo variación en el material.

Para el programa de FA se ha utilizado materiales diversos como tobilleras, guantes interdigitales, steps y otros.

**Programa de ENM:**

El material utilizado consiste en la Plataforma Vibratoria Fitvibe Medical, con las siguientes especificaciones técnicas:

- Frecuencia variable entre 20 y 60 Hz.
- Intensidad entre 1,5 y 4mm.
- Repeticiones entre 1 y 4 tiempos.

- Tipos de ejercicio: estático o dinámico.
- Patrón de entrenamiento: calentamiento, entrenamiento, enfriamiento.
- Peso de la plataforma 93 kg, columna de control 25kg.
- Dimensiones de la placa vibratoria: 800 x 660 x 1300mm.
- Conformidad: aporta normativa europea de material médico (certificado médico), lo que garantiza el cumplimiento con todos los requisitos y que proporciona los mejores niveles posibles de seguridad. Es un dispositivo desarrollado y probado, producido y vendido de acuerdo a los estándares internacionales de calidad de la norma ISO 9001:2000 y EN 46003:1999 sistema de aseguramiento de calidad. Cumple los más estrictos requisitos de la Directiva Europea 93/42/ECC de dispositivos médicos (MDD), según lo indicado en el CE (CE 0197) del aparato. Además de eso, la autoridad de certificación (organismo notificado) - TÜV Rheinland/Berlin- Brandeburgo - regularmente lleva a cabo auditorías.



Figura 15: Plataforma vibratoria Fitvibe Medical.

### **Programa de “Fitness acuático”:**

El material utilizado está de acuerdo con los objetivos de cada sesión, a lo largo de las 12 semanas se han utilizado los siguientes materiales:

Halteras triangulares (halteras especialmente diseñadas para hacer ejercicios con los brazos dentro del agua. Mango de plástico y discos de espuma. Nivel de resistencia medio).



Figura 16: Hidro step.

Hidro step (step con pesos internos y ventosas para fijación en el fondo de la piscina. Ideal para trabajar piernas en el ambiente acuático).



Figura 17: Aquaprof.

Aquaprof grande (cinturón para mantenerse en posición vertical para hacer ejercicio de aerobio acuático).

Guantes interdigitales (guante de caucho con membrana entre dedos, se utiliza para hacer ejercicios de resistencia en el agua).

Pull Buoys; tablas; pelotas de waterpolo; discos de espuma.



Figura 18: Tobilleras.

Tobilleras (en espuma muy elástica para facilitar su colocación, la fijación es por una tira de velcro).

Colchonetas de distintas medidas, auxiliares para la relajación y estiramientos.

### *2.2.1 Recursos de instalaciones e instrumentación*

Las valoraciones de la presente investigación se hicieron en el Laboratorio de Biomecánica y en la sala de fitness del Instituto Nacional de Educación Física de Lleida, adscrito a la Universidad de Lleida.

El programa de intervención de FA se ha realizado en las piscinas del INEFC Lleida, como parte de las actividades del Club E. INEF Lleida. La muestra seleccionada estuvo incluida entre los grupos de FA, realizando la misma programación y siendo dirigidas las sesiones por el mismo profesional licenciado en Ciencias de la Actividad Física y Deporte en diferentes horarios.

Las instalaciones tienen las siguientes características:

- Piscina poco profunda (21 sesiones): 12.5m x 6m; Profundidad 0.60m a 1.18m; temperatura agua 30°-31° C.
- Piscina profunda (3 sesiones): 25m x 16,67m; profundidad 1.83m a 2.5m; temperatura agua 27°-28° C.

- Área exterior a las piscinas: temperatura ambiente 28°-30°; humedad relativa 50%-70%.

El programa de ENM se aplicará exclusivamente a la muestra seleccionada en las dependencias del Ateneu Popular de Ponent (Calle Pau Clarís, 10) en la ciudad de Lleida.

### *2.2.2 Cronograma*

Realizado el primer contacto con las instituciones y a continuación con las participantes, se ha explicado los pasos de la investigación, el programa de entrenamiento de cada grupo, los tests de valoración y sus objetivos. En un segundo contacto se ha firmado el consentimiento informado y se ha pasado el cuestionario IPAQ a las participantes. El cuestionario ha sido aplicado a las participantes de forma autoadministrada después de explicar detalladamente cada una de las preguntas de que consta. El cuestionario tiene por objetivo medir los niveles de AF conforme a la clasificación detallada en las páginas 9 y 10.

Estos procedimientos previos a las valoraciones y al programa de EF, tenían previsto una duración de tres meses (octubre, noviembre y diciembre 2009). Antes de llevar a cabo las valoraciones definitivas, se ha realizado una prueba piloto entre los colaboradores con la finalidad de detectar posibles fallos y cuantificar el tiempo de duración de cada test para una mejor organización posterior. Así, el cronograma de las valoraciones se divide en:

Valoración piloto - primera semana de enero de 2009.

1ª valoración – Registro Basal (anterior al pre tests; anterior al programa de EF): primera quincena de enero de 2009. En esta valoración también se ha tomado el peso (Kg) y la talla (cm).

2ª valoración - Pre tests (anteriores al programa de EF): segunda quincena enero de 2009.

3ª valoración - Post tests (después del programa de EF): segunda quincena de abril 2009. En esta valoración también se ha pesado (Kg) a las participantes.

La siguiente figura ilustra la organización del cronograma:

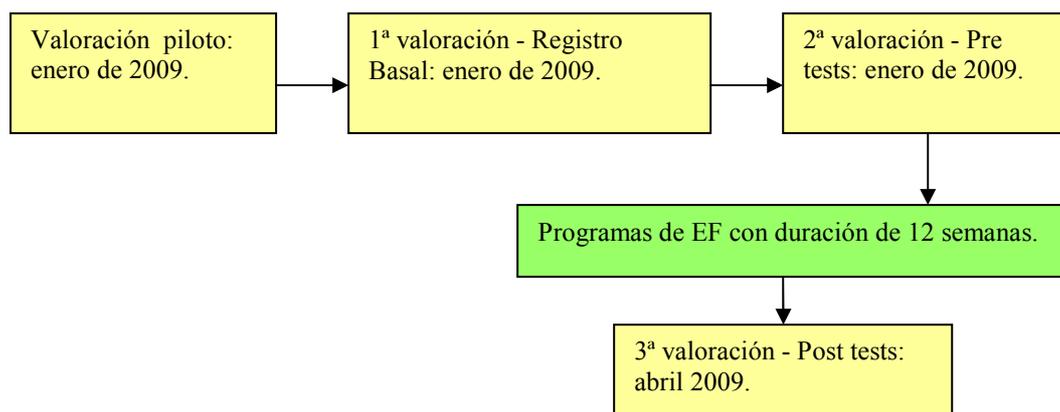


Figura 19: Cronograma de las valoraciones realizadas.

## 2.3 Protocolo de intervención

La duración de la fase de entrenamiento fue de 12 semanas (tres meses) con dos sesiones de entrenamiento por semana de una hora de duración para el grupo I (FA) y dos sesiones de entrenamiento por semana de 30 minutos de duración para el grupo II (ENM). La primera sesión de los dos grupos fue de “familiarización” con los métodos de entrenamiento, explicación y demostración de los mismos, totalizando 25 sesiones en ambos grupos.

El grupo Control no ha realizado ningún programa de EF durante 12 semanas y hemos aplicado el cuestionario IPAQ cada cuatro semanas, para registrar la existencia de posibles cambios en los niveles de actividad física.

### 2.3.1 Estimulación neuromuscular mecánica

Las participantes han seguido el mismo programa de entrenamiento que consiste en dos sesiones semanales con una duración aproximada de 30 minutos. La progresión adoptada fue marcada por la variación de la frecuencia, amplitud de la vibración, nivel del entrenamiento, tiempo y ejercicios según cada sesión practicada a lo largo del programa.

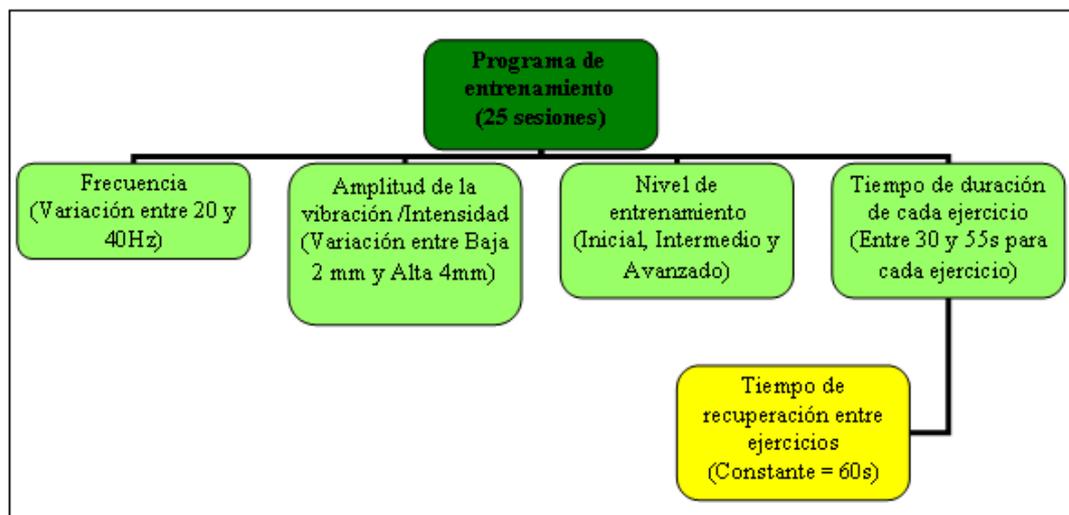


Figura 20: Parámetros utilizados en la elaboración del programa de ENM.

Se puede apreciar en la figura que el programa de entrenamiento de 25 sesiones muestra cuatro variables: la frecuencia, entre 20 y 40 Hz; la amplitud, entre dos (2) y cuatro (4) mm; el tiempo, entre 30 y 55s para cada ejercicio y el nivel de entrenamiento, Inicial, Intermedio y Avanzado.

El nivel Inicial consiste en una frecuencia que varía entre 20 y 35 Hz, tiempo de 30 a 45s, amplitud de 2mm y se han realizado cuatro ejercicios. El nivel Intermedio consiste en una frecuencia que varía entre 30 y 38 Hz, tiempo que varía entre 30 y 55s, amplitud de 2mm; se han realizado cinco (5) ejercicios en las dos primeras semanas, de los cuales tres son en estática y dos en dinámica; y cuatro (4) ejercicios en las cinco semanas siguientes, de los cuales dos ejercicios son en estática y dos en dinámica. El nivel Avanzado consiste en una frecuencia que varía entre 30 y 40 Hz, tiempo que varía entre 30 y 40s y amplitud de cuatro (4) mm.

El entrenamiento estuvo condicionado a las limitaciones de la plataforma vibratoria utilizada. Las variaciones de frecuencia, amplitud, nivel y tiempo son las permitidas/estandarizadas por la máquina y se hicieron la progresión de las mismas de acuerdo con los ejercicios y semana de entrenamiento descritos a continuación.

Planteamiento longitudinal del entrenamiento:

1ª a 4ª semana (ocho sesiones, siendo la primera de “familiarización”), nivel Inicial (cuatro ejercicios), frecuencia entre 20 y 35 Hz y tiempo entre 30 y 45s para cada ejercicio. Amplitud Baja.

4ª a 8ª semana (ocho sesiones), nivel Intermedio (cinco ejercicios en las dos primeras

semanas y cuatro y las dos semanas siguientes), frecuencia entre 30 y 35 Hz, tiempo entre 30 y 45s para cada ejercicio. Amplitud Baja.

8ª a 12ª semana (ocho sesiones), nivel Intermedio (cuatro ejercicios), frecuencia entre 30 y 38 Hz, tiempo entre 30 y 55s para cada ejercicio. Amplitud Baja.

12ª semana (una sesión), nivel Avanzado (cuatro ejercicios), frecuencia entre 30 y 40 Hz, tiempo entre 30 y 40s para cada ejercicio. Amplitud Alta.

Entre un ejercicio y otro se ha adoptado un tiempo de recuperación constante de 60 segundos (Marin, [2008]; De Hoyo, Granados, Carrasco & Sañudo, [2009]) para todas las participantes, que fue programado manualmente. Dado que no se llega a niveles altos de esfuerzo, no es necesario un tiempo de recuperación más largo y diferenciado entre los ejercicios.

Los ejercicios seleccionados para esta investigación son de fácil ejecución, ofrecen un buen nivel de seguridad en cuanto a lesiones y al control de la postura, sobretodo del ángulo de la rodilla. También forma parte de los ejercicios estandarizados de la plataforma vibratoria utilizada.

Las progresiones realizadas tienen por objetivo lograr un aumento en las variables evaluadas en la investigación, fuerza, flexibilidad y equilibrio. Partimos de los programas estandarizados, realizando los cambios paulatinamente a lo largo de las doce semanas de entrenamiento.

Hemos optado por realizar un programa con duración de un mes a un nivel Inicial, con la frecuencia, tiempo y amplitud recomendados por el programa estándar de la plataforma vibratoria utilizada. Los valores de la frecuencia y amplitud coinciden con algunos estudios mencionados en la revisión bibliográfica (p.36-41), con resultados favorables en relación al aumento de la fuerza y mejora en el equilibrio en personas de edad intermedia (Roelants, Delecluse, Goris & Verschueren [2004]; Spiliopoulou, Amiridis, Tsigganos, Economides & Kellis [2010]).

Los dos meses siguientes las sesiones se han realizado a un nivel Intermedio. A este nivel la frecuencia varía entre 30 y 35 Hz, siendo ésta utilizada también en los estudios de Torvinen et al. (2002) y Roelants, Delecluse, Goris & Verschueren (2004). También está de acuerdo con la recomendación de Fajardo & Ferliú (2004), entre 23 y 44 Hz y de Marin (2008), entre 23 y 47 Hz. El tiempo utilizado se encuentra también en la mayoría de los estudios mencionados en la revisión bibliográfica (p.39-40; Tabla 7, p.42), considerando además que son mujeres no practicantes de EF, hemos adoptado un tiempo inicial más bajo

que tales estudios pues algunos de ellos se aplicaron a deportistas o jóvenes (Fagnani, Giombini, Di Cesare, Pigozzi & Di Salvo [2006]; Torvinen et al. [2002]).

Únicamente en la última sesión hemos pasado a un nivel Avanzado porque la literatura no tiene claramente definidos parámetros ideales para cada tipo de población (Marín, 2008). Con el objetivo de garantizar la seguridad de las participantes, se han evitado los cambios bruscos y se han verificado los efectos y reacciones de las participantes bajo una frecuencia y amplitud más elevadas.

**Organización de una “sesión tipo”:** Cada sesión se ha dividido en tres momentos, calentamiento, parte principal y vuelta a calma.

**Calentamiento:** movilidad articular (tobillos y cadera principalmente) fuera de la plataforma vibratoria.

**Parte principal:** sobre la plataforma (con tiempo y frecuencia progresivos, según la semana en que se encuentra la sesión, el tiempo de vibración continua varia entre 30 y 55s y la frecuencia entre 20 y 40 Hz).

**Vuelta a calma:** estiramientos generales (miembros inferiores y cervicales principalmente) fuera de la plataforma.



El desarrollo de las sesiones, sobre la plataforma, se inicia con la participante situada en el centro de la placa vibratoria. Una vez verificada la postura correcta para cada ejercicio, se programaron las opciones deseadas para cada momento en el panel digital y se ha apretado el pulsador de inicio, una vez todo verificado, para que empiece a vibrar. La máquina utilizada realiza vibraciones principalmente en el plano vertical.

Figura 21: Participante realizando ejercicio estático sobre la plataforma vibratoria.

Se ha programado las vibraciones a partir del panel digital, con las características deseadas y escogiendo la opción miembros inferiores:

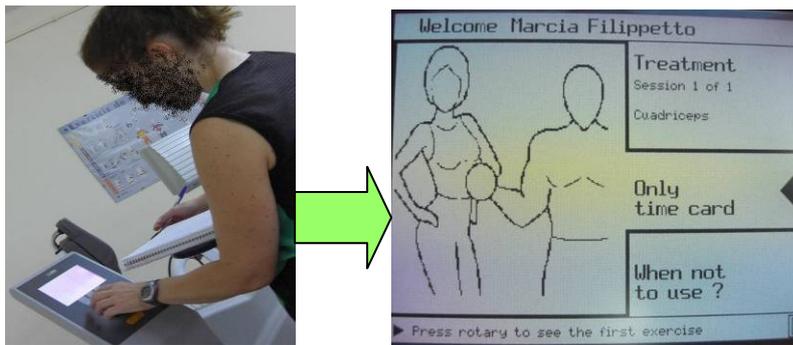


Figura 22: Programación del entrenamiento en el panel digital de la plataforma vibratoria.

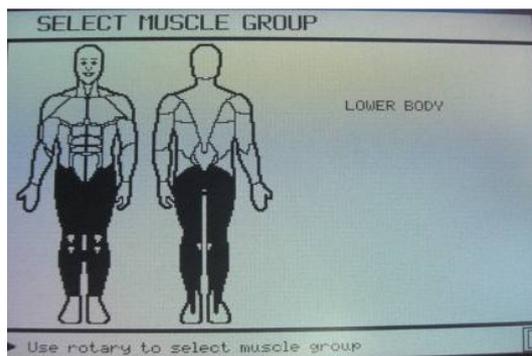


Figura 23: Panel digital de la plataforma vibratoria con la opción “miembros inferiores”.

El programa detallado del entrenamiento completo, con los ejercicios y variación de la frecuencia, intensidad y tiempo está en el Anexo 5.1.

### 2.3.2 Acondicionamiento físico acuático

El programa de acondicionamiento físico acuático utilizado en esta investigación consiste en la actividad de “fitness acuático” ofrecida por el Club Inef Lleida. Inicialmente tiene un protocolo donde las participantes de esta actividad han rellenado el cuestionario de Condición de Actividad Física (Physical Activity Readiness Questionnaire, conocido en su forma abreviada como PAR-Q – Anexo 3). La utilización de tal instrumento tiene por objetivo realizar una breve valoración de las participantes en programas de ejercicio físico. Es un protocolo de control interno y sus resultados no han sido considerados para esta investigación.

Según la programación planteada por referido Club, los objetivos de la actividad de FA son: mejorar las capacidades físicas, disminuir el riesgo cardiovascular y relacionarse con un entorno lúdico-social. La metodología utilizada es de reproducción de movimientos y también de descubrimiento guiado, con tareas definidas y semidefinidas.

Los contenidos previstos para todo el año han sido: actividades de predominancia

aeróbica; juegos lúdico-sociales; ejercicios de tonificación; actividades de relajación; ejercicios de flexibilidad; actividades de consciencia y autocontrol de la intensidad del ejercicio; running en aguas profundas; trabajo interválico y circuitos.

Las sesiones en el periodo de entrenamiento han adoptado una mezcla de estos contenidos, según el momento de cada sesión (calentamiento, parte principal, vuelta a calma) y el objetivo específico para cada una de ellas. Las progresiones a lo largo del programa se hicieron a nivel de intensidad controlada por la Escala de Borg modificada (con base en Noble, Borg, Jacobs, Ceci & Kaiser [1983] in ACSM, [2005]; Anexo 4) y en lo que se refiere al incremento de trabajo del programa, los criterios de progresión fueron los siguientes:

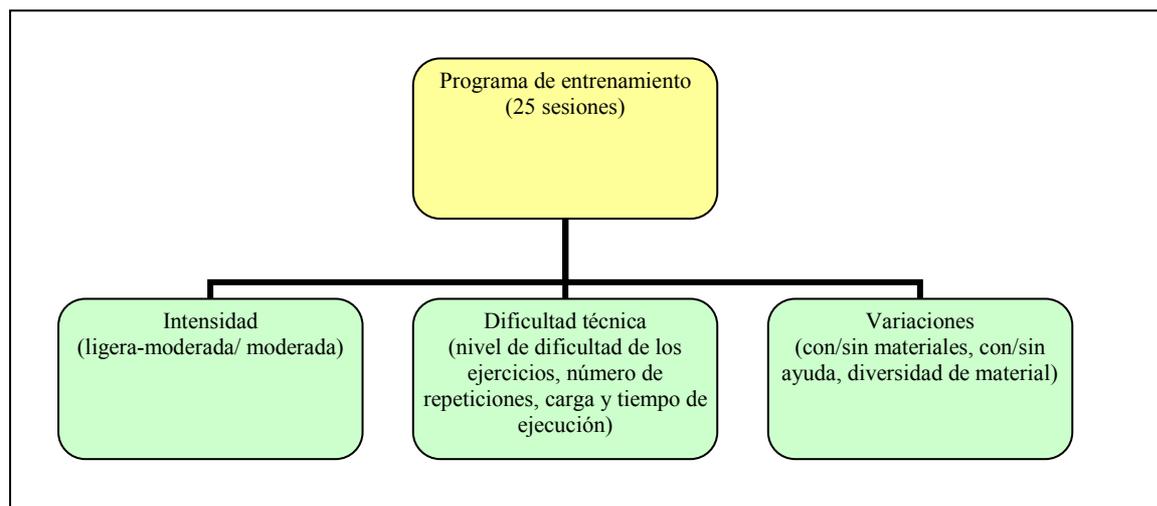


Figura 24: Parámetros utilizados en la elaboración del programa de FA.

La primera sesión fue de “familiarización” con el ambiente acuático, con los materiales utilizados, con los instrumentos de percepción del esfuerzo (Escala de Borg) y con el grupo. Debemos tener presente que fue un periodo de reincorporación a las actividades, tras las vacaciones de Navidad. Durante las siguientes doce sesiones las participantes entrenaron dentro de un rango de intensidad ligera-moderada según la puntuación de esfuerzo percibido 2-3 en la Escala de Borg modificada. En las últimas doce sesiones, entrenaron dentro de un rango de intensidad moderada según la puntuación de esfuerzo percibido 3 en la Escala de Borg modificada, siguiendo las recomendaciones del American College of Sports Medicine (ACSM, 2005) para mujeres adultas con edad intermedia.

Las sesiones han consistido en ejercicios acuáticos propios para piscina poco profunda (un total de veinte y dos sesiones) y piscina profunda (tres sesiones, una cada final de mes). Los ejercicios predominantemente se realizan en posición vertical con apoyo de los pies (piscina poco profunda) y en flotación (piscina profunda). Se han utilizado materiales diversos, típicos

del medio acuático: colchonetas, cinturones, mancuernas de espuma, churros, gomas elásticas, pelotas de playa, tablas o tobilleras para incrementar la intensidad del trabajo o la resistencia al agua, según objetivos de cada sesión.



Figura 25: Ejemplo de una sesión de FA en la piscina poco profunda.

**Organización de una “sesión tipo” de FA:** Las sesiones han incluido un período de calentamiento (10 minutos aproximadamente), una parte principal (35 minutos aproximadamente) y una parte de vuelta a la calma (15 minutos aproximadamente).

a) **Calentamiento:** para el caso de piscina poco profunda, fue de carácter lúdico y consistió en desplazamientos de diferentes formas, con materiales diversos y para el caso de piscina profunda, de la misma manera, pero con ayuda del cinturón de goma, sin apoyo de los pies.



Figura 26: Ejemplo de una sesión de FA, parte de calentamiento en piscina poco profunda.

b) **Parte principal:** ha consistido en ejercicios de impacto del tren inferior y resistencias adicionales del tren superior e inferior en la piscina poco profunda, utilizando steps, circuitos de fuerza, juegos, realizados predominantemente con el cuerpo en posición vertical, el nivel del agua por la cintura y apoyando los pies en el suelo. Para aumentar la intensidad de trabajo del tren inferior y superior se han utilizado materiales específicos: tobilleras, mancuernas, churros, manoplas, guantes, tablas y pull-buoys.

c) **Vuelta a la calma:** consistió en desplazamientos diversos con o sin materiales, con o sin ayuda de una compañera, y estiramientos globales enfatizando la musculatura trabajada en cada sesión específicamente.

El programa detallado del entrenamiento, con los ejercicios, variación de la frecuencia, intensidad y tiempo está en el Anexo 5.2.

Se ha realizado un registro individualizado de asistencia a las sesiones indicando cuantas sesiones de entrenamiento se han perdido y el motivo.

### *2.3.3 No practicantes de ejercicio físico.*

Las participantes no practicantes de ejercicio físico (Grupo Control), han sido controladas mediante la aplicación mensual (tres en total) del IPAQ, para comprobar la existencia de cambios en el nivel de actividad física a lo largo de los tres meses de la investigación.

## **2.4 Protocolo de los tests para valoración de las variables**

Los tests se emplean para medir una o varias funciones, evaluar los niveles de rendimiento de un individuo ante su capacidad de movimiento, y nos permiten estimar o pronosticar las posibilidades del mismo en relación a la condición física (García-Manso, Navarro & Ruiz, 1996).

Para Palmisciano & Montalbetti (1994, p. 109), un test es una prueba normalizada, o sea, uniforme en su procedimiento de presentación y determinación de la puntuación, sencilla, y capaz de provocar de manera rápida respuestas posibles de valorar cuantitativamente. Pueden ser de dos tipos, predictivos y no predictivos.

Los predictivos son cuando evidencian un talento, el resultado es independiente del entrenamiento realizado. Los no predictivos son cuando dan un diagnóstico del grado de aprendizaje, tiene relación indispensable con el entrenamiento, nos permite comprender si el entrenamiento ha estado bien dirigido o no.

Los tests de la presente investigación han medido la fuerza (N) utilizando el MuscleLab

(Laboratorio Muscular Sistema Bosco) adaptado a una prensa horizontal. La flexibilidad (cm) utilizando el cajón de flexibilidad, conocido por Sit and Reach Modificado y el equilibrio ( $\text{mm}^2$ ) utilizando la plataforma de fuerza Dinascan (Laboratorio de Biomecánica de Valencia). Cada test de valoración fue efectuado siempre por los mismos evaluadores experimentados y siempre en el mismo orden, con el objetivo de asegurar la validez y fiabilidad de las mediciones. De la misma manera, todos los instrumentos de medida se calibraron antes del inicio de las sesiones de evaluación.

Previamente a los tests de fuerza y flexibilidad se ha realizado un calentamiento común a todas las participantes, con duración aproximada de diez minutos que consistió en estiramientos y movimientos repetitivos circulares, flexiones, extensiones, torsiones principalmente de la musculatura y articulaciones del tren inferior (caderas, tobillos, rodillas) y columna vertebral. Durante los períodos de pausa entre las diferentes mediciones, las participantes realizaron suaves movimientos activos para mantener los efectos provocados por el calentamiento.

#### *2.4.1 MuscleLab adaptado a prensa horizontal: variable fuerza isométrica de los músculos extensores de la rodilla*

La prensa horizontal es un aparato bastante seguro y de fácil ejecución del movimiento, posibilitando un mayor control y auxilio al sujeto practicante, sobretodo del ángulo de la rodilla. Consiste en una especie de banco, donde el sujeto se sienta y apoya la espalda completamente, los pies paralelos y separados ligeramente (15 cm aproximadamente, dependiendo de la estatura de cada participante) se apoyan en una estructura plana. Las piernas empiezan en flexión y con la presión de los pies y estiramiento de las piernas se realiza la fuerza.



Figura 27: Participante realizando test de fuerza en la prensa horizontal.

La forma en que se disponen los pies en la plataforma de apoyo es un detalle importante, en ningún caso la rodilla debe sobrepasar, en el punto de máxima extensión, la perpendicular que marca el extremo de los dedos del pie.

El MuscleLab - Laboratorio Muscular Sistema Bosco (Patente No. 1241671 creado por el profesor investigador Carmelo Bosco) es actualmente utilizado por la NASA, la Agencia Espacial Rusa y por muchas universidades e instituciones de investigación, entre ellas el INEFC-Lleida. Se trata de un completo laboratorio de análisis neuromuscular sencillo de utilizar que permite detectar y amplificar los procesos biológicos que ocurren en la contracción muscular, tanto dinámica como isométrica y permite observar una amplia gama de parámetros específicos.

Para la valoración de la fuerza isométrica máxima (FIM) se ha utilizado la prensa horizontal de la sala de fitness del INEFC de Lleida, adaptándole la célula de medición de fuerza isométrica, conectada a un ordenador portátil que utiliza el software MuscleLab. Para que sea posible medir la fuerza isométrica máxima, es necesario crear una situación donde la fuerza no supere la resistencia, por lo tanto, la carga no se moverá. Por ello hemos adaptado una cadena, acoplada a la célula de carga del MuscleLab, que impidió el movimiento en el momento de empuje de los músculos extensores de la rodilla durante el tiempo y ángulo deseados.



Figura 28: Cadena con célula de carga MuscleLab acoplada.

La célula se situó en un punto fijo bajo la silla, de forma horizontal y conectada al ordenador con el software del MuscleLab. Se ajustó el cable atendiendo a la distancia entre la cadera y el apoyo de los pies, con las rodillas flexionadas.

**Protocolo de la medición:**

-Cada participante ha realizado el calentamiento común para los tests, descrito anteriormente.

- La participante se ha ubicado sentada en la prensa horizontal, con la espalda totalmente apoyada al respaldo de la misma, el abdomen contraído y hombros relajados.

-Los pies se han ubicado separados a lo ancho de la cadera, en posición paralela (aproximadamente 15 cm), contactando completamente la planta de los mismos en la zona de apoyo ubicada de manera vertical en relación a la prensa horizontal.

- Las rodillas se mantuvieron flexionadas en un ángulo entre 120 y 125° aproximadamente. Para su medida se ha utilizado el goniómetro conectado al ordenador que permitió ver gráficamente las señales recogidas en la articulación.

- La mirada estuvo dirigida hacia el frente, en un punto fijo, previamente establecido.

- El agarre de las manos se hizo en los soportes específicos que están ubicados a cada lado de la prensa horizontal.

-Se han realizado tres intentos con duración de cinco segundos y descanso de treinta segundos entre ellos.

- Se han dado los comandos de voz “preparada, uno, dos, tres, ya”, mientras transcurren los cinco segundos se ha dado el feedback de voz “fuerza, más fuerza, más fuerza...”.

Los resultados de los tests fueron organizados y guardados en una base de datos incluida en el software que permite una fácil gestión de los mismos.



Figura 29: Participante realizando el test de fuerza isométrica máxima de las extremidades inferiores con el MuscleLab.

Para el análisis estadístico, se ha utilizado el valor más elevado del Pico Máximo de Fuerza alcanzado entre los tres intentos.

### 2.4.2 Test tipo Romberg: variable equilibrio estático

Para evaluar el equilibrio estático, hemos utilizado un test tipo Romberg sobre la plataforma de fuerza del sistema Dinascan-IBV. Este sistema está compuesto por una plataforma dinamométrica y una aplicación informática de análisis y representación de las fuerzas medidas. La base es una estructura mecánica de aleación ligera protegida por tratamiento electroquímico. La placa superior se asienta sobre cuatro transductores extensiométricos, cuyo buen comportamiento a frecuencias bajas y alta linealidad, los hace particularmente indicados para el estudio de movimientos humanos, tanto dinámicos (marcha, carrera, etc.) como estáticos (equilibrio). Mediante estos captadores es posible medir, en cada instante de tiempo, la fuerza actuante sobre la plataforma en las tres direcciones espaciales (vertical, anteroposterior y mediolateral), el momento torsor (conjunto de fuerzas que traducen los movimientos de rotación interna y externa de la extremidad inferior durante el proceso de marcha) y las coordenadas del punto de aplicación de la fuerza (x, y, z). Toda fuerza aplicada sobre la plataforma dinamométrica producirá una señal eléctrica proporcional a la fuerza que se haya aplicado (principio de acción y reacción de Newton) y que se proyectará en los tres ejes del espacio (x, y, z).

Según Vázquez (2005, p.18), las plataformas dinamométricas pueden ser utilizadas para distintos objetivos que van desde el análisis de la marcha normal y patológica a otros campos como el deporte, la industria del calzado, la ergonomía y el análisis del equilibrio.

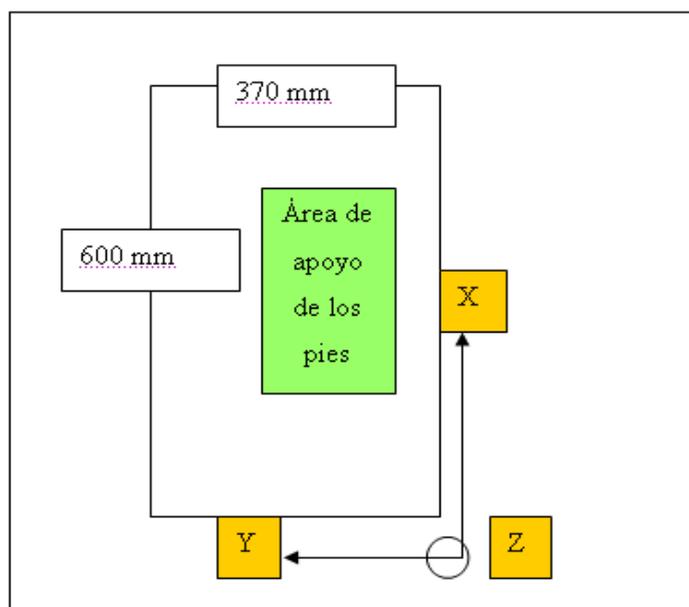


Figura 30: Medidas, ejes de desplazamiento y localización de la participante en la plataforma de fuerza.

La fuerza vertical ( $F_z$ ) equivale al peso del individuo, las fuerzas ( $F_x$ ) representan los desplazamientos antero-posteriores y ( $F_y$ ) representan los desplazamientos medio-laterales, ambas representan la reacción muscular del cuerpo para alcanzar una correcta estabilización postural. Para Kaufman (2004), el balanceo u oscilación postural se considera actualmente un importante indicador de la función de equilibrio.

El centro del equilibrio necesita recibir información del medio ambiente para conocer cual es la posición que debe adoptar el cuerpo y para tal fin utiliza las informaciones visuales, vestibulares, auditivas y propioceptivas. Por dicho motivo es importante evaluar el equilibrio con los ojos abiertos (OA) y con los ojos cerrados (OC) para detectar diferencias en el mantenimiento del mismo.

Ortuño Cortés (2008), destaca que el test tipo Romberg se incluye en la exploración neurológica básica para detectar alteraciones del equilibrio desde que Romberg, en 1853, identificó la presencia de una alteración somatosensorial al observar pacientes con sífilis. Ellos mantenían el equilibrio en posición de bipedestación con los OA, pero tenían dificultades para permanecer de pie cuando cerraban los ojos. Esta misma posición de bipedestación sobre la plataforma de fuerza nos permite valorar el equilibrio en las condiciones, de OA y de OC.

Dadas las características de la muestra y objetivos de esta investigación, se hizo una adaptación del test de Romberg y del test de balance postural aplicados en los estudios de Bellew, Yates & Gater (2004) y Ortuño Cortés (2008). Se ha valorado el área de desplazamiento del CdP en posición de bipedestación sobre la plataforma de fuerza, en dos condiciones, OA y OC.

La opción de solamente estas dos condiciones, alterando solamente la información visual, se justifica por la dificultad de interpretación de los resultados para compararlos con los índices posturales considerados normales (test de balance postural) y por haber una muestra con edad no homogénea (45-55 años). Se ha dispensado la utilización de goma espuma como forma de distorsión propioceptiva proveniente de los miembros inferiores especialmente de los pies y los tobillos porque no se acerca a situaciones de la vida diaria (test de Romberg) y en la prueba piloto las participantes demostraron incomodidad sobre tal superficie.

En relación a la colocación de los pies del participante no se ha considerado el ángulo 30 grados entre los talones (test de Romberg). Solamente se ha pedido que busque una posición cómoda dentro de los límites de la plataforma de fuerza, ya que no se hizo la comparación con otros datos de normalidad y si la comparación entre el pre test y el pos test. La

posición cómoda adoptada se acerca más a las situaciones de la vida diaria. De la misma manera, el tiempo de 30s se ha reducido a 20s, dado que a lo largo de las tres repeticiones, las participantes han presentado cansancio en la prueba piloto.

### **Protocolo del test:**

Se ha colocado sobre la superficie de la plataforma de fuerzas un folio blanco de tamaño Din-A3 codificado con el ID de la participante y fecha; sobre ella se ha dibujado el trazo de los pies. El trazado de la base de sustentación se hizo en cada sesión de valoración (valoración basal, pre- test, post-test), evitando que la participante desplazara los pies durante los intervalos de descanso, lo que cambiaría la posición del centro de presiones.

Las participantes se colocaron sobre la plataforma con los pies descalzos y separados lateralmente a una distancia cómoda, las manos en las caderas, con la mirada en un punto fijo en una pared situada a 2,5 metros de distancia. Representa una situación habitual en la vida diaria en la que el sujeto dispone de sus tres aferencias sensoriales: visión, propiocepción y vestibular, para mantener el equilibrio.

Cada participante ha realizado tres repeticiones con los ojos abiertos y tres repeticiones con los ojos cerrados, siguiendo este orden con un descanso de 30 segundos entre cada repetición (para evitar cansancio debido a la duración del test y que ello pudiera provocar desequilibrios).

Durante el test, se ha pedido a la participante que estuviera lo más quieta posible durante los 20 segundos. En el tiempo de descanso se ha permitido la relajación de la participante pero sin mover los pies.

Al cerrar los ojos y eliminar la visión, la persona debe mantenerse en equilibrio gracias a la información propioceptiva y vestibular. La información visual fue eliminada mediante la utilización de un antifaz, que se retiró en el periodo de descanso entre cada repetición, para evitar incomodidades. Detrás de la plataforma se mantuvo un colaborador para garantizar la seguridad de la participante, en el caso de posibles desequilibrios o caídas.

Los archivos de datos de cada repetición han sido guardados con el siguiente protocolo de nombre: Sesión de valoración: (valoración basal, pre-test, post-test); ID (número de identificación personal, 01, 02, 03, 04, etc.); Condición (OA, OC); Repetición (01, 02, 03). Ejemplo: B34OA01, PR10OC02, PO21OA03.

Para obtener los datos para el análisis del equilibrio humano se ha empleado el modo de aplicación Estabilometría propio del software Dinascan/IBV, a partir de ahí se ha elegido los

parámetros de mayor interpretabilidad y repetibilidad que son el área y la velocidad media del centro de presiones. Las variables dependientes calculadas para cada componente del CdP son:

**Área de desplazamiento del CdP** (mm<sup>2</sup>), equivalente al área barrida por el centro de presiones durante el tiempo de la exploración, calculada a partir de las dispersiones en los ejes x e y. Inicialmente estudiada por Black, Wall, Rockette & Kitch (1982) y Norré (1993).

**Velocidad de desplazamiento del CdP** (mm/s), correspondiente a velocidad media de desplazamiento del centro de presiones, calculada dividiendo la distancia recorrida por el CdP entre el tiempo de duración de la prueba. Inicialmente estudiada por Black, Wall, Rockette & Kitch (1982); Norré (1993) y Gill et al. (2001).

La frecuencia empleada en la plataforma de fuerzas representa el número de muestras registradas en cada segundo, cuanto mayor es la frecuencia mejor se puede conocer el movimiento del CdP. Hemos utilizado una frecuencia de 500 Hz, que nos ha permitido un análisis más amplio del espectro de frecuencias de las señales captadas. Dado que existen distintos valores empleados en otros estudios (Ortuño Cortes, 2008), se ha pretendido compensar la reducción del tiempo (20s) con el aumento de la frecuencia.

Los datos de las fuerzas (F) en los ejes X, Y, Z (vertical), y centros de presión (CdP) han sido procesados por el programa SPSS (versión 15.0).

#### *2.4.3 Sentar y Alcanzar Modificado: variable flexibilidad activa*

Se entiende por flexibilidad activa, cuando la fuerza de aplicación es producida por el propio individuo a través de la contracción muscular de los músculos empleados, como es este test.

El test de “Sentar y Alcanzar” (más conocido en inglés Sit and Reach), creado en 1952 por Wells y Dillon, es comúnmente utilizado y sirve para evaluar la flexibilidad en el movimiento flexión de tronco desde la posición de sentado con piernas juntas y extendidas. Se cuestiona su calidad como herramienta de evaluación porque está diseñada para determinar el grado de flexibilidad de la región lumbar, pero intervienen a su vez otras zonas. Así mismo las medidas antropométricas individuales, afectan a los resultados obtenidos. Posteriormente fue modificado y surgió el test Sentar y Alcanzar Modificado (Modified Sit and Reach Test) (Hoeger & Hopkins, 1992). Al igual que el test original también presenta sus limitaciones (Minkler & Patterson, 1994; González-Millán, 1997-98; Hui, Yuen, Morrow & Jackson, 1999; Arregui-Eraña & Martínez De Haro, 2001).

Para la presente investigación, el Sentar y Alcanzar Modificado se ha considerado suficiente y adecuado para valorar el grado de flexibilidad general activa, cuando se trata principalmente de la parte inferior del cuerpo, en la cual hemos enfatizado los programas de entrenamiento. Otro argumento a favor de su utilización es que se trata de un test de implementación ágil y dinámica, y la hora de su aplicación no ocasionará fatiga por parte de las participantes que estarían expuestas a un largo espacio de tiempo para las valoraciones (Di Santo, 2000).

**Protocolo de la medición:**

-Las participantes han realizado el calentamiento común a los tests.

-Antes de iniciar el test se ha tomado una referencia inicial que consiste en situar a la participante en la posición de partida; debe estar sentada en el suelo con las piernas extendidas, la planta de los pies contactando en su totalidad con el cajón y apoyando su espalda y su cabeza sobre una pared. Sus brazos deben estar extendidos hacia delante y llevar las manos al frente, una encima de la otra, y contactar la punta de los dedos con la cinta métrica dibujada sobre el cajón.

-Una vez marcado ese punto como el punto cero o de inicio, la participante inicia el test flexionando el tronco y con ambas manos, una al lado de la otra, desliza sobre el cajón la tarima de madera que se desplaza sobre la cinta métrica, intentando alcanzar la máxima distancia con sus manos, sin flexionar las rodillas.



Figura 31: Realización del test Sentar y Alcanzar Modificado por una participante.

-Se han realizado tres repeticiones de acuerdo con el protocolo, buscando la máxima

fiabilidad y rendimiento. No se exige un esfuerzo máximo en el primer movimiento, y se procura minimizar los errores en la medición ya que se dispondrá de tres valores donde escoger. El tiempo de recuperación entre las repeticiones fue de 30 segundos, tiempo utilizado en el estudio de Benavent, Tella, González-Millan & Colado (2008), que compara diferentes tests de campo para comparar flexibilidad general activa. Se ha tomado como válido el valor más elevado entre las tres repeticiones.

Los resultados de las repeticiones de cada participante han sido apuntados en una planilla Excel y posteriormente pasados al programa SPSS.

#### *2.4.4 Protección de datos de los participantes*

Los riesgos asumidos por las participantes son mínimos, ya que las intervenciones son de bajo nivel de esfuerzo. En ningún caso se requieren tests de máximo esfuerzo y sólo en la medición de fuerza isométrica se han realizado tests máximos pero durante periodos temporales muy cortos. En estos casos, las participantes han realizado ejercicios de calentamiento previo con vistas a garantizar la seguridad. Los tests de máxima fuerza se han limitado a los músculos extensores de la rodilla, evitando así zonas más peligrosas como pueden ser el cuello o la espalda.

Los riesgos asumidos por la participación en los grupos experimentales y control se han intentado minimizar mediante la realización de ejercicios de calentamiento previos, la supervisión de expertos en ejercicio físico tanto en la planificación como en el seguimiento individualizado (no más de 3-4 participantes a la vez por evaluador). Así mismo, los licenciados en Ciencias de la Actividad Física han realizado la demostración de los ejercicios siempre que ha sido necesario.

Todos los datos recogidos, tanto personales como de rendimiento, han sido guardados en lugar seguro en el cual sólo el personal científico tuvo acceso. Cada participante fue codificada mediante una clave de identificación, y sólo el coordinador del proyecto conoce la relación entre los datos personales y el código de identificación. El resto del personal científico, solo conoce el primer nombre de la participante y su clave de identificación.

Toda la instrumentación utilizada fue probada previamente a la realización de los tests con las participantes del estudio. Especial cuidado se mantuvo con el uso de aquella instrumentación que requiere un contacto con la piel del sujeto como son los instrumentos de medición corporal. Estos instrumentos han sido debidamente limpiados antes de cada uso.

Todas las participantes han expresado su conformidad firmando el consentimiento

informado que fue presentado y explicado previamente a la primera intervención y recogida de datos.

Este proyecto de investigación ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Arnau de Vilanova en la reunión de 18 de junio de 2008, acta 9/2008 donde considera que:

Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación a los objetivos del estudio y que están justificados los riesgos y molestias previsibles para los sujetos participantes. La capacidad del investigador y los medios de que dispone son apropiados para llevar a cabo el estudio. Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado de los sujetos que participan en el estudio. (Joan Antoni Schoenenberger Arnaiz- Presidente del Comité Ético de Investigación Clínica, 11 de agosto de 2008).

## **2.5 Descripción de la muestra y Limitaciones del método**

Al final del estudio nos hemos quedado con un tamaño de muestra limitado, debido a dificultades en la realización de los programas de entrenamiento a lo largo del tiempo (casos perdidos) y escasez de participantes que cumplen los requisitos. Según Martínez-González, Sánchez-Villegas & Faulín Fajardo (2009), aunque la muestra no sea perfectamente representativa puede solventarse el problema, no se debe preocupar excesivamente con la representatividad estadística. Para una investigación descriptiva “se asume que no se va describir una población sino que simplemente se trata de hacer comparaciones válidas internamente para los que participan en el estudio” (p. 163).

Dadas las características de la muestra, nos apoyamos en Martínez-González et al. (2009):

En los estudios comparativos (casos y controles) el objetivo no es describir, sino llegar a realizar una inferencia científica, que no se basa en extrapolar el resultado estimado en una muestra a una población mayor o universo, sino que precisamente suele requerir elegir personas peculiares (con frecuencia nada representativas) para hacer la investigación (p. 164).

Para Bunge (2000):

...la inferencia es el paso de un conjunto de proposiciones a otro; el primer conjunto puede llamarse clase de las premisas, y el segundo la clase de las conclusiones. Como otras actividades humanas la inferencia puede tener éxito o no conseguirlo. Pero, a diferencia de otras actividades humanas, la inferencia puede ser válida y al mismo tiempo estéril, como en el caso de “p, por tanto p”, o no-válida y al mismo tiempo fecunda, como en el caso de muchas generalizaciones precipitadas, pero verosímiles, o el de la analogía en la ciencia. (p.712).

A la hora de escoger los grupos experimentales, hemos encontrado limitaciones al modo aleatorio, ya que la procedencia de la muestra fue la siguiente:

**Grupo Experimental I - FA:** procedentes de una actividad ofrecida a la población de Lleida, donde estaban inscritas mujeres de distintas edades en varios grupos separadas por distintos horarios. Dentro de estos grupos previamente formados, hemos seleccionado las mujeres que tenían edades aproximadas al rango planteado por el estudio. Asimismo, se hizo necesario ampliar el rango por la escasa disponibilidad de las participantes en la edad 45-55 años, por este motivo las participantes que cumplen los criterios de inclusión, tenían edades entre 44 y 59 años y han cumplido los criterios de inclusión y exclusión a lo largo del programa de entrenamiento 17 participantes, sin considerar tres casos perdidos, por no realización del pos test.

**Grupo Experimental II - ENM:** procedentes de una búsqueda por parte del investigador y colaboradores, dentro de actividades culturales y de entretenimiento ofrecidas a la población de Lleida. Hemos formado el grupo limitado por el rango de edad, no práctica de ejercicio físico, disponibilidad de realizar un programa de ENM y realización de los tests de valoración. El rango de edad fue entre los 44 y 59 años, y han cumplido los criterios de inclusión y exclusión a lo largo del programa de entrenamiento 13 participantes, sin considerar los cuatro casos perdidos, tres casos por no realizaren las tres valoraciones necesarias para la investigación y un caso por no cumplir la asistencia mínima al programa de entrenamiento.

**Grupo Control - no practicantes de ejercicio físico:** procedentes de una búsqueda por parte del investigador y colaboradores dentro del contexto cercano al centro de investigación. Hemos formado un grupo limitado por el rango de edad de 44 a 59 años y por la no práctica de ejercicio físico. Las participantes que han cumplido los criterios de inclusión y exclusión a lo largo del período de valoraciones han sido un total de 13 participantes. Hemos tenido cinco casos perdidos, cuatro casos por no realizaren las tres valoraciones y un caso por la no validez del test de fuerza, no atendió al protocolo de realización.

La forma como se componen los grupos caracteriza una muestra no aleatoria y un estudio tipo cuasi experimental, por tal motivo se hacen ajustes específicos a las posibles fuentes de sesgo (Arnau Gras, 1996). Las variables consideradas para esta investigación se clasifican en tres tipos: independiente, modificadoras y dependientes.

La variable independiente es el grupo al que pertenecen las participantes, grupo de FA, grupo de ENM y grupo Control.

Las variables modificadoras pueden influenciar en el efecto del entrenamiento, consecuentemente en los resultados. Para la presente investigación, estas variables son el nivel de actividad física (bajo, moderado o alto), el peso (Kg), la talla (m), el índice de masa corporal (IMC) (%), la edad (años) y la asistencia a las sesiones de entrenamiento (%). Para el cálculo del IMC se utilizó la fórmula:

$$\text{IMC} = \text{Peso (Kg)} / \text{Talla} \times \text{Talla (m)}$$

Las variables dependientes son las que podrán modificarse a partir de los programas de entrenamiento, por lo tanto serán descritas en el apartado de resultados y discusión. Ellas son:

- Fuerza, representada por el pico máximo de fuerza (N);
- Índices de flexibilidad (cm);
- Área de desplazamiento centro de presiones (Cdp) ojos abiertos (OA) (mm<sup>2</sup>);
- Área de desplazamiento Cdp ojos cerrados (OC) (mm<sup>2</sup>);
- Velocidad de desplazamiento Cdp OA (mm/s);
- Velocidad de desplazamiento Cdp OC (mm/s).

Considerando la clasificación anterior, pasamos a la descripción de la muestra distribuida entre los tres grupos y de los ajustes necesarios para la minimización de sesgos para las variables modificadoras, de manera que tengan la distribución lo más similar posible entre los grupos.

Los casos perdidos (12) no serán incluidos en el análisis estadístico pues no han cumplido los criterios de inclusión.

En la siguiente figura detallamos el proceso de composición de la muestra:

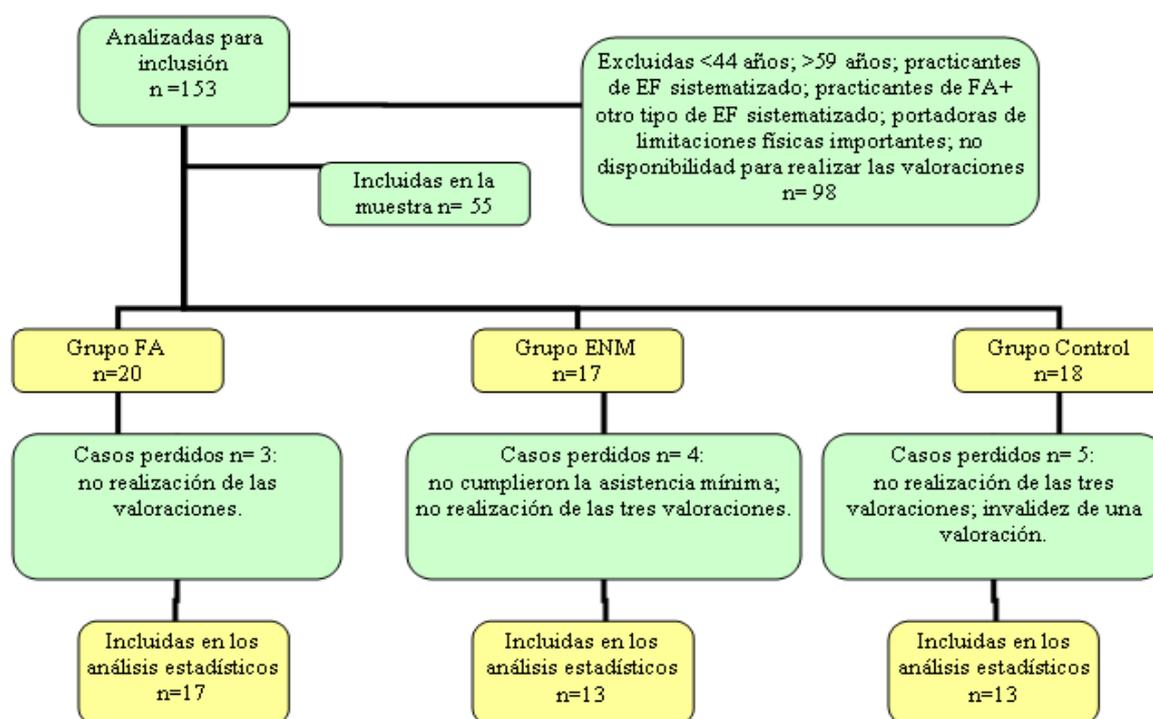


Figura 32: Diagrama de bloques representando la composición de la muestra a lo largo de la investigación.

El nivel de actividad física de las participantes fue clasificado según el cuestionario IPAQ (versión 2002-forma corta), siguiendo el protocolo estándar disponible en <http://www.ipaq.ki.se/scoring> y detallado en las páginas nueve y diez de este estudio. La clasificación categórica del nivel de actividad física consiste en bajo, moderado y alto, distribuido conforme la siguiente figura:

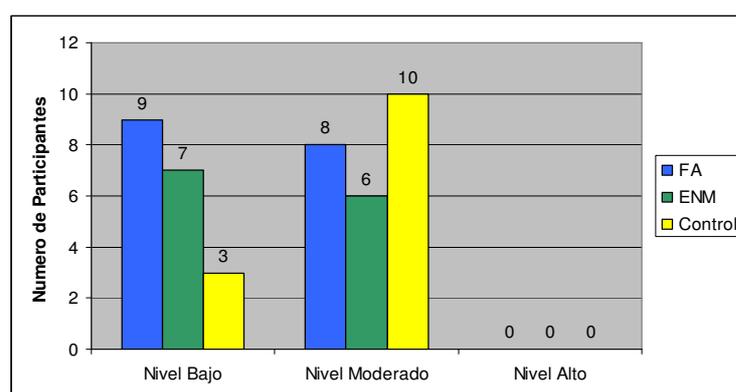


Figura 33: Número de participantes de cada grupo (FA, ENM, Control) distribuidas de acuerdo con el nivel de actividad física realizada en los últimos siete días: bajo, moderado o alto (clasificación según IPAQ).

El grupo Control se mantuvo idéntico durante las tres veces en que se ha administrado el cuestionario, por dicho motivo hemos considerado un valor único para este análisis. Los grupos se han distribuido entre el nivel bajo (34,5 %) y moderado (43,6%), considerando los 78,2% del total de casos validos y los 21,8% de los casos perdidos de la muestra. El grupo de

FA y ENM se ha distribuido de manera más uniforme entre bajo y moderado, ya el grupo Control ha presentado la mayoría de las participantes en el nivel moderado.

La siguiente tabla apunta las características de la muestra, donde el valor  $p$  se define como la probabilidad de observar diferencias mayores o iguales a las observadas en la muestra si la hipótesis nula es cierta. Está condicionada a que la hipótesis nula sea cierta. La desviación estándar (DE) se define como el grado de dispersión de las participantes que componen la muestra (Martínez-González, Sánchez-Villegas & Faulín Fajardo, 2009).

Tabla 8: *Variables modificadoras de la muestra*

	<b>Edad (años)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Talla (m)</b>	<b>IMC (%)</b>	<b>Asistencia (n°)</b>
	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)
Grupo					
FA	51,82 (5,05)	62,19 (14,59)	1,61 (0,05)	23,95 (4,92)	19,76 (1,92)
ENM	54,92 (4,51)	69,31 (10,49)	1,62 (0,06)	26,41 (3,72)	22,31 (2,25)
Control	49,38 (4,62)	68,26 (14,94)	1,60 (0,05)	26,90 (6,88)	- <sup>(a)</sup>
$p$	0,01*	0,30	0,70	0,26	<0,01*

Nota: Valores  $p$  obtenidos con Anova de un factor.

\* Valores  $p$  que indican diferencias estadísticamente significativas.

(<sup>a</sup>) Para el grupo Control la asistencia es nula, ya que no han participado de ningún programa de entrenamiento. El valor  $p$  es referente solo a los grupos de FA y ENM.

La distribución de la edad ha variado entre 44 y 59 años en los grupos ( $p=0,01$ ):

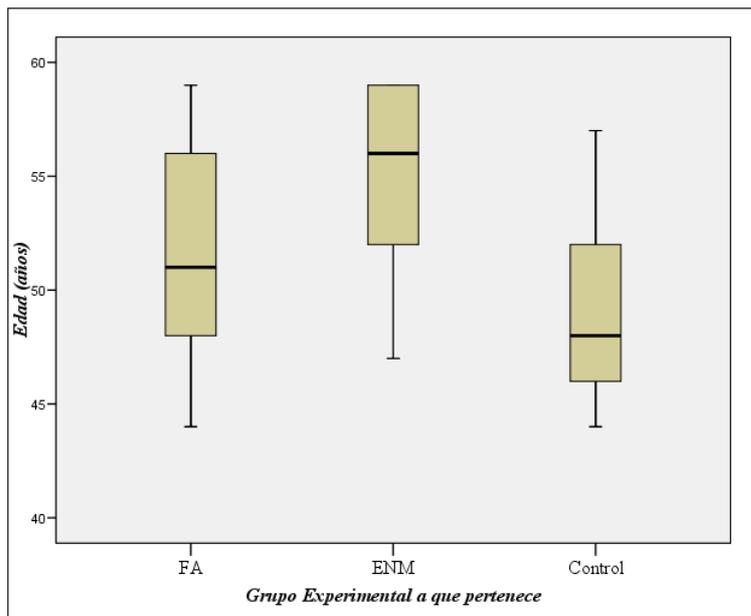


Figura 34: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable edad (años) de las participantes en cada grupo (FA, ENM, Control).

La edad ha presentado diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. El grupo de ENM presentó edades superiores en relación al FA y Control, así como el Control presentó edades inferiores a los dos grupos. Se aprecian diferencias en las medianas y en la variabilidad de las medidas. El grupo de FA indica más dispersión de los datos.

La distribución del peso ha variado de 48,4 Kg a 113,4 Kg en los grupos en las primeras valoraciones ( $p=0,30$ ):

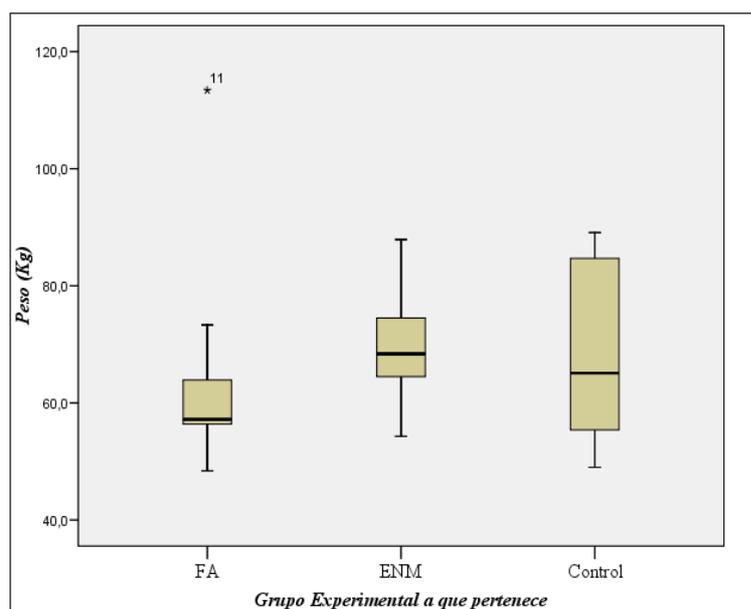


Figura 35: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable peso (Kg) de las participantes en el pre test en cada grupo (FA, ENM, Control).

Aunque no ha presentado diferencias estadísticamente significativas, el peso tuvo una distribución con un valor extremo en el grupo de FA y se aprecian diferencias en las medianas y en la variabilidad de las medidas. El grupo Control indica más dispersión de los datos comparado al grupo de ENM y FA.

La distribución de la talla ha variado de 1,48 m a 1,72 m en los grupos ( $p=0,70$ ):

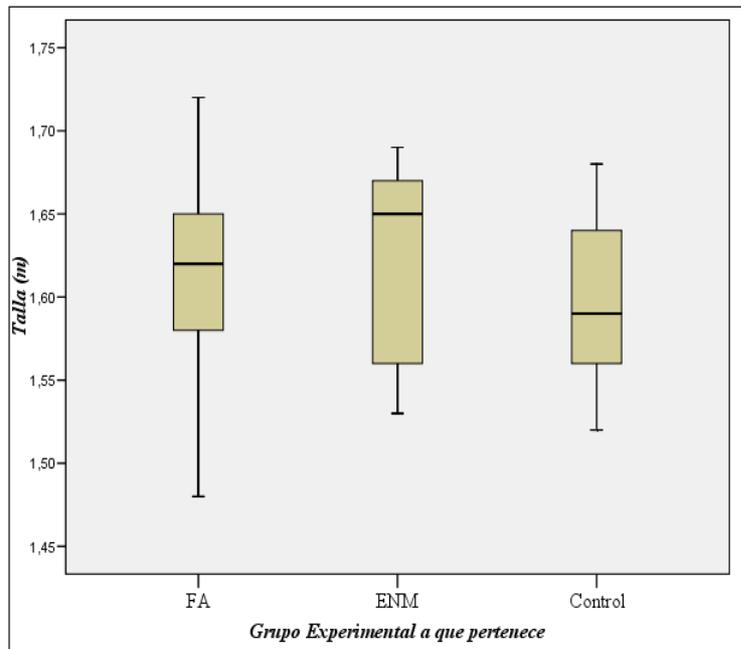


Figura 36: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable talla (m) de las participantes en cada grupo (FA, ENM, Control).

Aunque la talla no ha presentado diferencias estadísticamente significativas, se aprecian diferencias en las medianas y en la variabilidad de las medidas. El grupo de ENM presenta más dispersión en los datos, la mayoría de las participantes se encuentran por debajo del valor de la mediana.

La representación del IMC ( $p=0,26$ ) en las primeras valoraciones se da en el siguiente gráfico:

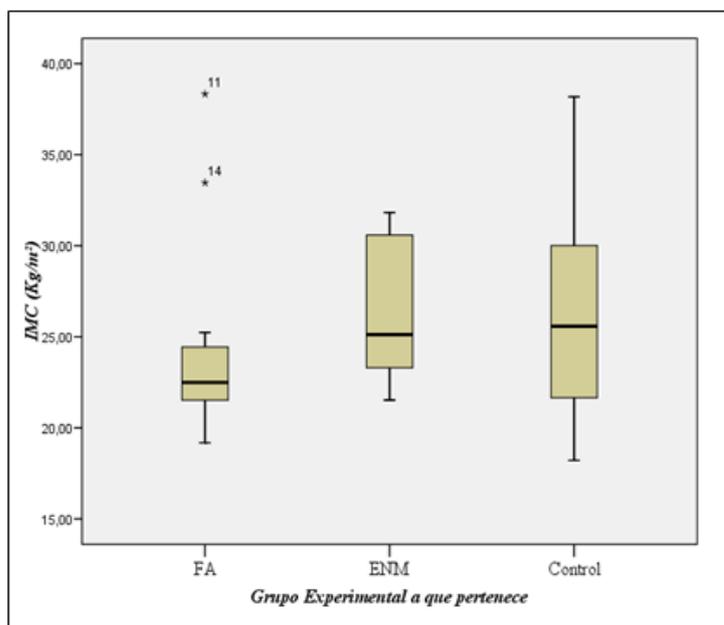


Figura 37: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable IMC (Kg/m<sup>2</sup>) de las participantes en el pre test en cada grupo (FA, ENM, Control).

La distribución del IMC entre los grupos ha presentado dos valores extremos en el grupo de FA. La variabilidad de las medidas se acentúa en el grupo de ENM, con la mayor dispersión de los datos, donde la mayoría de las participantes se encuentran por encima de la mediana. Ya el grupo Control y FA presentan menos dispersión.

La asistencia a los entrenamientos tiene influencia directa en los valores de las variables dependientes, por tal motivo ha considerado un criterio de inclusión y exclusión (75% de asistencia minima). Se ha distribuido de la siguiente manera ( $p < 0,01$ ):

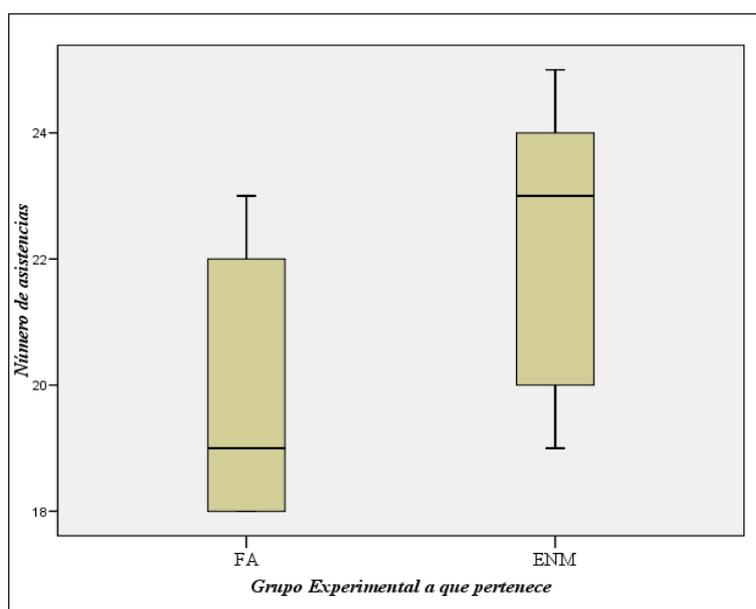


Figura 38: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable número de asistencias a los entrenamientos en cada grupo (FA, ENM).

Se aprecian diferencias en las medianas y en la variabilidad de las medidas de la asistencia en los grupos de FA y ENM. Ambos grupos presentan una dispersión elevada, la mayoría de las participantes del FA se encuentra por encima de la mediana y la mayoría de las participantes de ENM se encuentra por debajo de la mediana de su grupo.

Entre las posibles variables modificadoras del efecto, se constataron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la edad y la asistencia. Las demás variables presentan valores de  $p$  muy superiores a 0,05 indicando que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Pero, debido al tamaño limitado de la muestra, podría ser que no hubiera suficiente potencia estadística para detectarlas. Si observamos los valores de las medias para la variable peso, estas presentan diferencias de hasta 6 Kg, como también el IMC oscila hasta tres unidades.

Se ha aplicado el análisis multivariado y los resultados han mostrado que la interacción entre las posibles variables modificadoras de efecto y la variable tiempo no fue estadísticamente significativa y por este motivo no se incluyeron en el modelo estadístico.

Las garantías de representatividad de la muestra se afirman por respetar los criterios de inclusión y exclusión que son el género, la edad, la recogida de datos dentro de los protocolos definidos y la asistencia mínima a los programas de entrenamiento. Estas han sido las prioridades definidas en el diseño.

En relación a los tests para valoración de las variables dependientes, se ha realizado una prueba piloto previa a la realización las valoraciones definitivas, donde se detectaron las siguientes limitaciones:

#### **Limitaciones del test tipo Romberg:**

En relación a la utilización de la goma-espuma como sugiere el protocolo del test tipo Romberg, hemos encontrado dificultad e incomodidad por parte de las participantes, sobretodo en la condición de ojos cerrados.

En relación al tiempo total de realización demasiado largo, al ser tres repeticiones de ojos abiertos y tres de ojos cerrados de 30s de cada, con intervalo de un minuto, totalizan 18 minutos, provocando cansancio y por consecuencia la fiabilidad es cuestionable.

Ante esta situación, hemos adoptado un tiempo de equilibrio estático de 20s y un tiempo de recuperación de 30s con tres repeticiones de ojos abiertos y tres repeticiones de ojos cerrados únicamente. Las variables analizadas han sido las mismas, las condiciones y tiempo son suficientes para medir los desplazamientos del centro de presiones y su velocidad.

**Limitaciones del test de fuerza:**

No se detectaron limitaciones que afectasen a los resultados en la realización del test de fuerza. El test tuvo repetidas aplicaciones en investigaciones en el INEFC- Lleida, así como en la investigación que confiere el Diploma de Estudios Avanzados a la investigadora principal (Incidencia de la fuerza en los músculos extensores de la rodilla en mujeres de 45 a 55 años practicantes de actividad físico deportiva de mantenimiento; Filippetto & Olasso, 2008).

La elección de un test para valoración de la fuerza por medio del PMF estuvo condicionada al grupo de ENM. Para este tipo de EF la literatura apunta su aplicación para el entrenamiento de la fuerza y nos interesa conocer sus efectos con la dosis aplicada en este estudio. En contrapartida, para el grupo de FA, con las características descritas para este tipo de EF, se podría intuir que no presentaría cambios significativos en la fuerza. Pero como no es posible aplicar tests distintos para evaluar esta variable, hemos comprobado los cambios en la variable fuerza en los tres grupos.

**Limitaciones del test de flexibilidad:**

Se hizo necesaria una adaptación para el apoyo de la espalda de las participantes durante la realización del test Sentar y Alcanzar Modificado. La necesidad se debió a que la sala donde se realizan las valoraciones de fuerza y flexibilidad (la misma para facilitar la logística de aplicación), no disponía de una pared que formara 90° con el suelo. Así acoplamos un cajón de madera a la pared, con altura desde el suelo de 50cm, formando así los 90° necesarios para la medición.

La limitación ante el protocolo recomendado está en que el cajón no alcanzó completamente la extensión de la espalda de las participantes, haciendo que la cabeza no se apoyara en la pared. Para compensar esta limitación y conservar la fiabilidad de la medición, al momento de marcar el punto cero, el evaluador dispuso de especial atención para que la pequeña extensión de la espalda (región cervical) que no disponía del apoyo del cajón, estuviera recta y que la cabeza no se inclinara hacia atrás.

**2.6 Procedimiento de recogida y análisis de datos**

En lo que se refiere a los tests aplicados, aunque hayan sido validados en estudios anteriores y se haya realizado una prueba piloto y una valoración basal, hemos encontrado las limitaciones apuntadas anteriormente. En contrapartida, en lo que se refiere a los resultados de las tres valoraciones y de los tres tests aplicados, hemos considerado satisfactorios

solamente los que han cumplido estrictamente los criterios de inclusión y exclusión del programa de entrenamiento así como los protocolos de valoración en el momento de aplicación de cada test. Los demás casos han sido clasificados como casos perdidos.

Se han realizado tres repeticiones para cada uno de los tests realizados. De los tres valores obtenidos, hemos escogido un único valor utilizado en el análisis estadístico de los casos válidos. Los criterios utilizados para la selección de los valores utilizados han sido los siguientes:

- Para el test de equilibrio: Menor área de desplazamiento del CdP (variables EAOA y EAOC) y menor velocidad de desplazamiento del CdP (variables EVOA y EVOC).
- Para el test de fuerza: mejor valor conseguido (variable F).
- Para el test de flexibilidad: mejor valor alcanzado (variable FL).

Escogemos el valor más relevante de las tres mediciones para tener una mayor claridad en el análisis estadístico, ya que al tener un número reducido de participantes, el supuesto de considerar los tres valores para cada registro conllevaría demasiada interferencia a la hora de hacer la interpretación de los resultados.

Los resultados seleccionados según los criterios anteriores, han sido analizados con el programa estadístico SPSS versión 15.0.

## **2.7 Procedimiento estadístico**

Una vez obtenidos los datos, se procedió a su organización, tabulación y posterior tratamiento estadístico. De acuerdo con los objetivos y características de la presente investigación hemos analizado el efecto del entrenamiento y los intervalos de confianza para el contraste de hipótesis.

Hemos utilizado el análisis de la varianza para medidas repetidas Anova (valoración basal - pre test y pre test - post test), donde las medidas repetidas están correlacionadas entre ellas. Anova puede ser considerado un caso particular de Manova (análisis multivariante), ambos pertenecientes al del modelo lineal general por tratarse de un análisis con medidas repetidas. La diferencia fundamental es que en un Manova varias variables dependientes son analizadas conjuntamente, mientras en Anova para medidas repetidas, las variables dependientes son analizadas separadamente. En nuestro caso, las variables dependientes fuerza, flexibilidad y equilibrio han sido analizadas separadamente, los tests realizados son las medidas repetidas, y las hemos comparado en dos momentos, entre valoración basal y pre test y entre pre test y

pos test.

Para comprobar la distribución de los datos de la muestra hemos aplicado la prueba de Shapiro-Wilks, indicada para muestras de tamaño no superior a 50. Los valores  $p > 0,05$  indican que se acepta la normalidad de la muestra y los valores  $p < 0,05$  indican que no se acepta la normalidad de la muestra. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 9: *Distribución de los datos de la muestra.*

<b>Variables en el pre test</b>	<b>Grupo a que pertenece</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>
Fuerza	FA	0,79
	ENM	0,03*
	Control	0,28
Flexibilidad	FA	0,52
	ENM	0,79
	Control	0,23
EVOA	FA	0,40
	ENM	0,73
	Control	0,18
EVOC	FA	0,32
	ENM	0,48
	Control	0,38
EAOA	FA	0,06
	ENM	< 0,01*
	Control	0,60
EAOC	FA	< 0,01*
	ENM	< 0,01*
	Control	0,04*

*Nota:* \*valores que indican que no se acepte la normalidad de la muestra.

Dadas las características de los datos, aplicaremos dos tipos de pruebas, paramétricas y no paramétricas. Las pruebas paramétricas necesitan que se cumplan una serie de condiciones, una prueba paramétrica como el análisis de la varianza asume que la distribución de las variables que se utiliza tenga una distribución normal, sin asimetría en la forma de las frecuencias y además que la variabilidad de cada grupo sea parecida, que las varianzas o las desviaciones típicas, en los tres grupos sean similares. Si esto se cumple entonces es adecuado utilizar una prueba paramétrica. Pero como para este caso las N son pequeñas, hay pocos individuos en los grupos, hay valores extremos en los datos, es probable que estas condiciones no se cumplan y por lo tanto es más adecuado utilizar pruebas no paramétricas, dado que tienen menos restricciones de aplicación.

Para comprobar que los resultados sean consistentes, es decir que en ambos casos salgan

diferencias significativas o no, se utilizarán los dos tipos de pruebas, paramétricas y no paramétricas. En el caso de que no sean consistentes, es decir que se encuentran diferencias significativas en una de las pruebas y en la otra no, se averiguará el motivo. Entre las dos pruebas las diferencias más importantes están en que las pruebas paramétricas trabajan con los valores de las variables y las pruebas no paramétricas trabajan con los rangos de las variables. Los rangos son las posiciones que cada valor ocupa cuando los ponemos todos juntos y nos permiten controlar mejor los valores extremos.

Así, en las conclusiones consideraremos los resultados tanto de las pruebas paramétricas como de las no paramétricas. Según Martínez-González, Sánchez-Villegas & Faulín Fajardo (2009),

Se utilizan pruebas no paramétricas porque no se presupone nada acerca de la distribución de la población, no se someten a ningún supuesto o creencia sobre la distribución teórica que siguen los datos. Para no correr el riesgo de utilizar presupuestos erróneos. (p. 98)

Una de las restricciones para el uso de las pruebas paramétricas es referente al tamaño de la muestra, el mismo autor recomienda el uso de estas pruebas con muestras superiores a 30. Asimismo, su utilización no resulta excesiva, desde el momento en que también se emplean las pruebas no paramétricas. En este sentido, utilizamos las pruebas paramétricas y las comparamos con las no paramétricas. Aplicamos la prueba paramétrica t-Student de comparación de medias y la prueba no paramétrica de Wilcoxon para asegurarnos de la consistencia de los resultados.

Para comparar la evolución en el tiempo de las variables medidas en cada grupo, aplicamos el análisis de medidas repetidas, pre test y pos test, del modelo lineal general para datos apareados.

Utilizamos la estimación de parámetros calculando los intervalos con nivel de confianza de 95% y el contraste de hipótesis como dos enfoques complementarios de la interpretación.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado analizamos los efectos de los programas de entrenamiento a partir de comparaciones entre las variables dependientes. En este análisis también se consideran las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre los grupos para las variables modificadoras edad ( $p= 0,01$ ) y asistencia ( $p<0,01$ ), aunque no hayan sido incluidas en el modelo estadístico.

Dentro de las variables modificadoras, las que han sido valoradas en el pre test y en el pos test son el peso y el IMC. La asistencia fue mencionada en el apartado descripción de la muestra, pues se consideró como un criterio de inclusión y exclusión. La edad y la talla solamente han sido valoradas una vez, dada la corta duración de los programas de entrenamiento. La variable nivel de actividad física valorada inicialmente para los grupos de FA y ENM y mensualmente para el grupo Control, también será considerada al valorar los efectos de los entrenamientos.

No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en la variable peso entre el pre test y el pos test. Se ilustra mediante el siguiente gráfico ( $p= 0,91$ ):

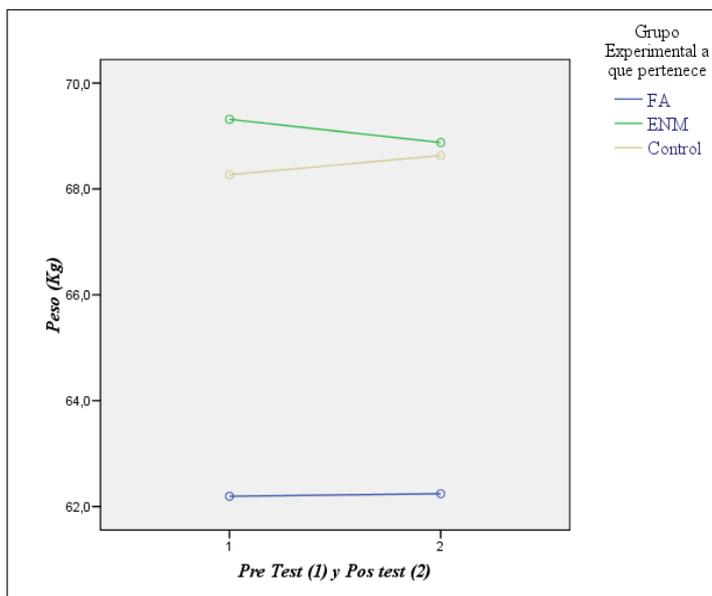


Figura 39: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable peso (Kg) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).

Para el IMC, hemos clasificado la muestra según los índices de normalidad presentados por la OMS entre Normal, Sobrepeso y Obesidad, definidos en la página seis de este estudio. La siguiente tabla indica el número de participantes en cada grupo, distribuidas según los

índices de normalidad del IMC en el pre test y pos test:

Tabla 10: *Nº de participantes e IMC en cada grupo pre test y pos test.*

Nº participantes	Pre (Pos)		Pre (Pos)		Total
	<b>Normal</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesidad</b>		
IMC					
Grupo					
<b>FA</b>	13 (13)	2 (2)	2 (2)		17
	76,5 (76,5%)	11,8 (11,8%)	11,8 (11,8%)		100,0%
<b>ENM</b>	6 (7)	3 (2)	4 (4)		13
	46,2 (53,8%)	23,1 (15,4%)	30,8 (30,8%)		100,0%
<b>Control</b>	6 (6)	2 (2)	5 (5)		13
	46,2 (46,2%)	15,4 (15,4%)	38,5 (38,5%)		100,0%
<b>Total</b>	25 (26)	7 (6)	11 (11)		43
	58,1(60,5%)	16,3 (14%)	25,6 (25,6%)		100,0%

*Nota:* El primer valor en cada columna indica el pre test y los valores entre paréntesis indican el pos test.

Podemos constatar que los grupos de FA y Control no presentaron cambios en los valores de normalidad para el IMC, el número de participantes se mantuvo idéntico en el pre test y en el pos test. En cambio en el grupo de ENM, una participante ha cambiado de un índice de sobrepeso a un índice normal entre en pre test y el pos test, ello no implica diferencias estadísticamente significativas. Según Anova de un factor para medidas repetidas ( $p=0,87$ ), la media del IMC en el pre test y pos test es la siguiente:

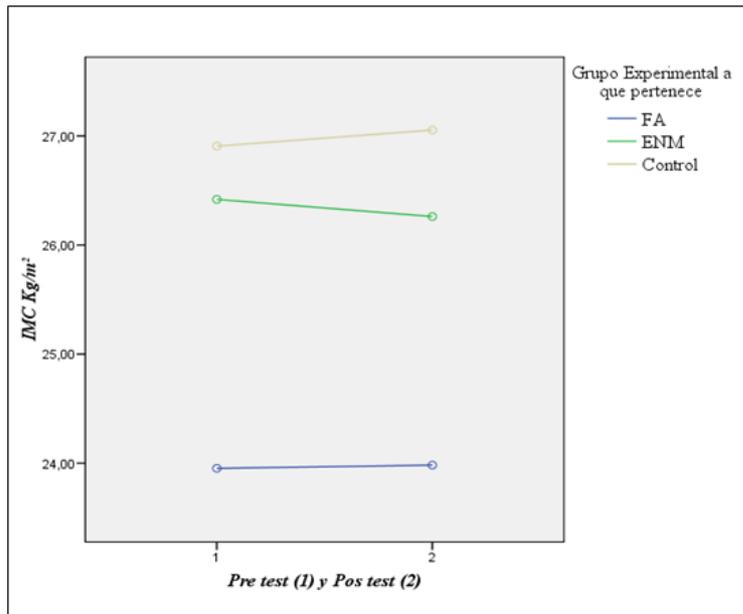


Figura 40: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable IMC (Kg/m<sup>2</sup>) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).

Se comprueba un pequeño decremento en el IMC para el grupo de ENM, aunque no sea estadísticamente significativo.

Para las variables dependientes se hicieron tres valoraciones a lo largo de la investigación. Analizamos estos resultados de dos maneras: comparando las variables entre los grupos (intergrupos) y comparando las variables dentro del mismo grupo (intragrupos).

El análisis intergrupos nos permite conocer las características iniciales de cada grupo, si existen diferencias entre ellos y si evolucionan de manera similar desde la valoración basal al pre test. Si existen diferencias deberán ser consideradas al momento de analizar el efecto del entrenamiento en los grupos, de manera que los resultados encontrados en el pos test se deban al entrenamiento y no a una diferencia inicial entre los grupos. Así, nos apoyamos en los valores *p* intergrupos encontrados para las variables en la valoración basal y en el pre test indicados en la última columna de la Tabla.11 (*Descripción de la muestra en las valoraciones iniciales*) expuesta a continuación.

El análisis intragrupo se compone de dos momentos, el primero consiste en la comparación entre la valoración basal y el pre test para cada grupo. Donde se verifica si estos valores iniciales de las variables no se deben a un aprendizaje en la ejecución de los tests. Para identificar o descartar tal aprendizaje se aplica la prueba paramétrica t-Student para muestras relacionadas con los valores reales de las variables, y la prueba no paramétrica Wilcoxon para muestras relacionadas, con los rangos de las variables. El segundo momento

del análisis intragrupo es la comparación a lo largo del tiempo, entre el pre test y el pos test, para comprobar los efectos de los programas de entrenamiento y del no entrenamiento (grupo Control).

La siguiente tabla presenta medias, desviaciones estándar, valores  $p$  para t-Student, Wilcoxon e intergrupos de la valoración basal y pre test. Para facilitar la comprensión de referida tabla, recordamos las siglas utilizadas en la misma:

**DE** Desviación Estándar

**EAOA** Equilibrio Área de Desplazamiento Centro de Presiones Ojos Abiertos

**EAOB** Equilibrio Área de Desplazamiento Centro de Presiones Ojos Cerrados

**ENM** Estimulación Neuromuscular Mecánica

**EVOA** Equilibrio Velocidad de Desplazamiento Centro de Presiones Ojos Abiertos

**EVOB** Equilibrio Velocidad de Desplazamiento Centro de Presiones Ojos Cerrados

**F** Fuerza

**FA** Fitness Acuático

**FL** Flexibilidad

Tabla 11: Descripción de la muestra en las valoraciones iniciales.

Variable (unidad)	Grupo FA				Grupo ENM				Grupo Control				<i>p</i> intergrupos	
	Val. Basal	Pre test	<i>t-Student</i>	<i>Wilcoxon</i>	Val. Basal	Pre test	<i>t-Student</i>	<i>Wilcoxon</i>	Val. Basal	Pre test	<i>t-Student</i>	<i>Wilcoxon</i>	Val. Basal	Pre test
	Media (DE)	Media (DE)			Media (DE)	Media (DE)			Media (DE)	Media (DE)				
<b>F</b> (N)	1741,44 (594,29)	1730,30 (512,71)	0,86	0,58	1508,15 (560,76)	1619,28 (645,18)	0,01*	<0,01*	2024,30 (642,22)	2027,80 (546,09)	0,96	0,02*	0,10	0,17
<b>FL</b> (cm)	26,92 (7,44)	26,92 (7,25)	0,99	0,36	24,89 (7,92)	25,11 (7,83)	0,06	0,06	21,93 (8,50)	22,36 (8,52)	0,03*	0,03*	0,24	0,29
<b>EA OA</b> (mm <sup>2</sup> )	138,31 (78,51)	146,92 (85,13)	0,37	0,28	130,13 (95,09)	130,95 (95,00)	0,01*	0,01*	224,98 (112,57)	225,03 (113,07)	0,86	0,91	0,02*	0,03*
<b>EA OC</b> (mm <sup>2</sup> )	173,78 (93, 03)	204,97 (144,46)	0,30	0,83	188,13 (138,48)	180,95 (135,65)	0,28	0,75	328,25 (159,20)	328,80 (158,37)	0,47	0,97	<0,01*	0,02*
<b>EVOA</b> (mm/s)	0,30 (0,05)	0,30 (0,05)	0,48	0,52	0,28 (0,04)	0,28 (0,04)	0,74	0,94	0,30 (0,06)	0,30 (0,06)	0,01*	0,01*	0,71	0,62
<b>EVOC</b> (mm/s)	0,30 (0,05)	0,30 (0,05)	0,04*	0,10	0,27 (0,05)	0,28 (0,04)	<0,01*	0,01*	0,29 (0,06)	0,29 (0,06)	0,07	0,08	0,42	0,74

Nota: Valor *p* obtenido por Anova de un factor para medidas repetidas, corresponde al mismo valor para los tres grupos (intergrupos).

(\*) Valores que indican diferencias estadísticamente significativas.



## 1. Análisis Intergrupos

Se han verificado diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los grupos para las variables equilibrio área de desplazamiento CdP OA y equilibrio área de desplazamiento CdP OC para la valoración basal y el pre test. La representación gráfica de estas variables en la valoración basal y en el pre test tiene la siguiente distribución:

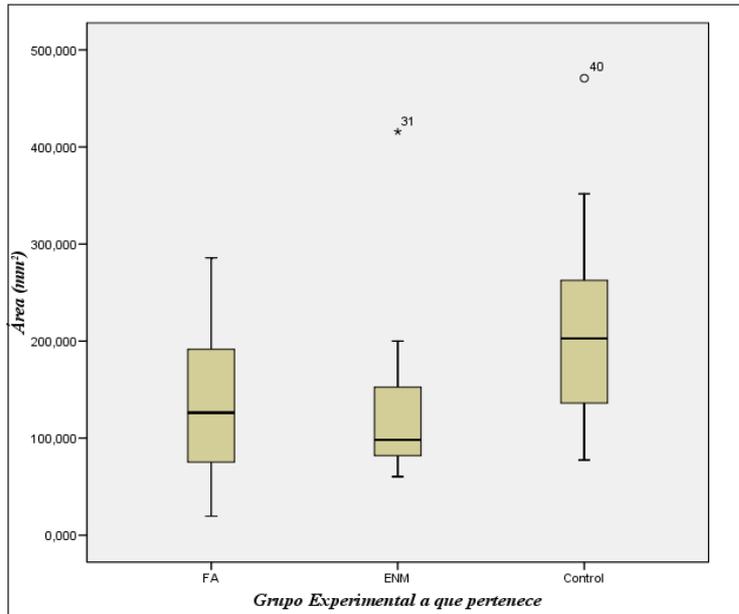


Figura 41: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento CdP OA ( $\text{mm}^2$ ) en cada grupo (FA, ENM, Control) en la valoración basal ( $p = 0,02$ ).

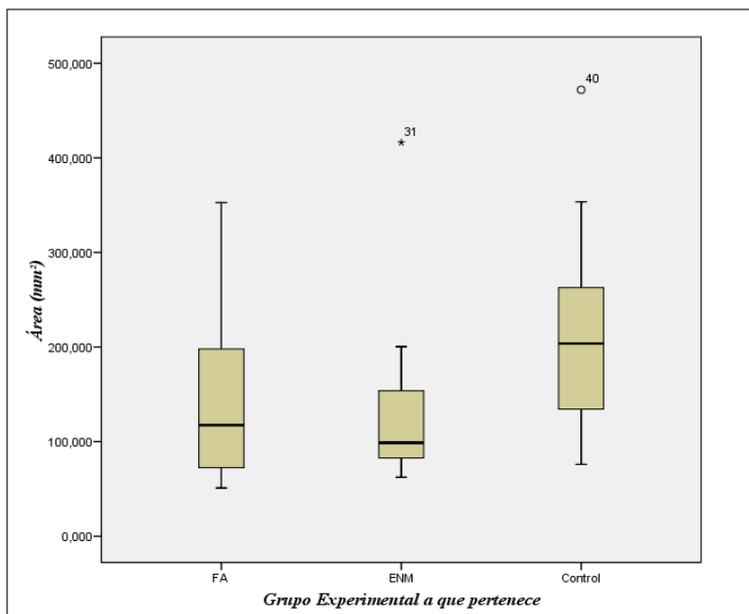


Figura 42: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento CdP OA ( $\text{mm}^2$ ) en cada grupo (FA, ENM, Control) el pre test ( $p = 0,03$ ).

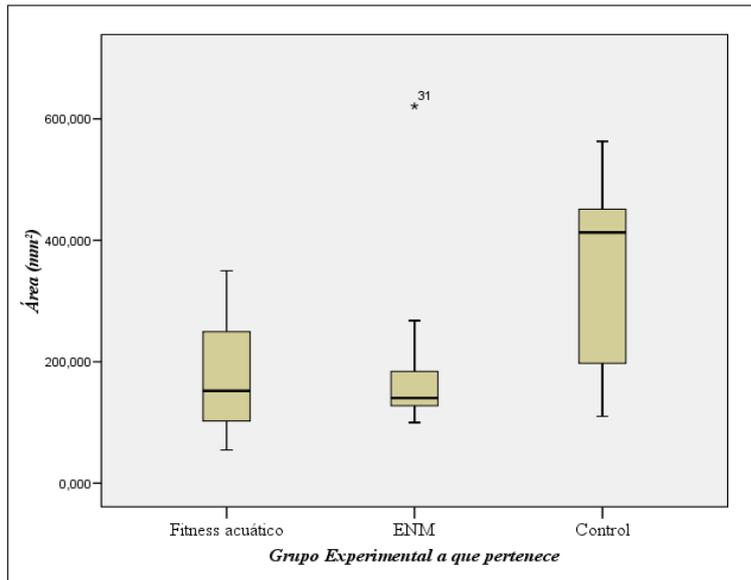


Figura 43: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento CdP OC ( $\text{mm}^2$ ) en cada grupo (FA, ENM, Control) en la valoración basal ( $p < 0,01$ ).

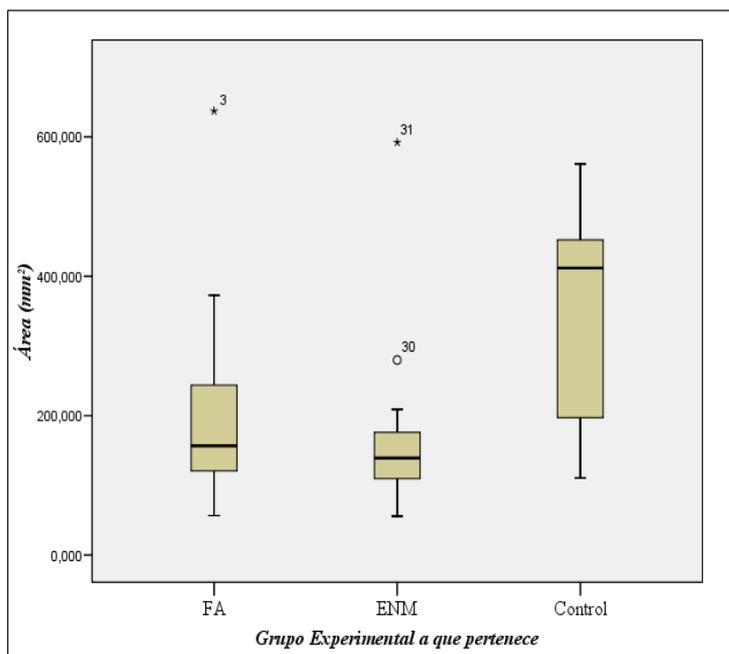


Figura 44: Diagrama de cajas representando la distribución de variable área de desplazamiento CdP OC ( $\text{mm}^2$ ) en cada grupo (FA, ENM, Control) en el pre test ( $p = 0,02$ ).

En la estadística descriptiva (Tabla 11. *Descripción de la muestra en las valoraciones iniciales*, p.97), se observa que los valores de las medias y desviaciones estándar (DE) de las variables en los grupos han presentado valores muy distintos si los comparamos con el grupo Control. Mientras que los grupos de FA y ENM han presentado valores más aproximados entre sí. Esta observación se confirma en los gráficos, donde los valores extremos observados

en las valoraciones también pueden contribuir en las diferencias estadísticamente significativas entre la valoración basal y el pre test entre los grupos. Se tendrá en cuenta esta diferencia inicial en el momento de valorar el efecto de los entrenamientos en las variables equilibrio área de desplazamiento CdP OA y equilibrio área de desplazamiento CdP OC.

Entre las demás variables el análisis intergrupo no ha presentado diferencias estadísticamente significativas, indicando que los grupos parten de una condición similar en lo que se refiere a los valores de tales variables.

## 2. Análisis Intragrupos

### 2.1 Grupo de FA

Para la variable equilibrio velocidad de desplazamiento del CdP OC hemos encontrado distintos resultados en las pruebas. Para t-student ( $p=0,04$ ) y para Wilcoxon ( $p=0,10$ ), los valores de las medias y DE no han presentado diferencias y los valores  $p$  tampoco son muy distintos lo que nos lleva a concluir que no hay diferencias estadísticamente significativas entre la valoración basal y el pre test. La distribución de los valores encontrados es la siguiente:

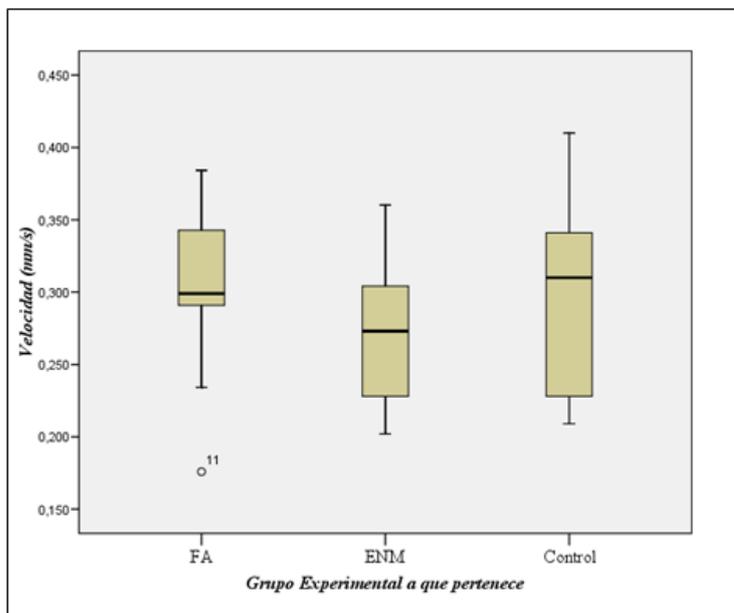


Figura 45: Diagrama de cajas representando la distribución de variable velocidad de desplazamiento Cdp OC (mm/s) en cada grupo (FA, ENM, Control) en la valoración basal.

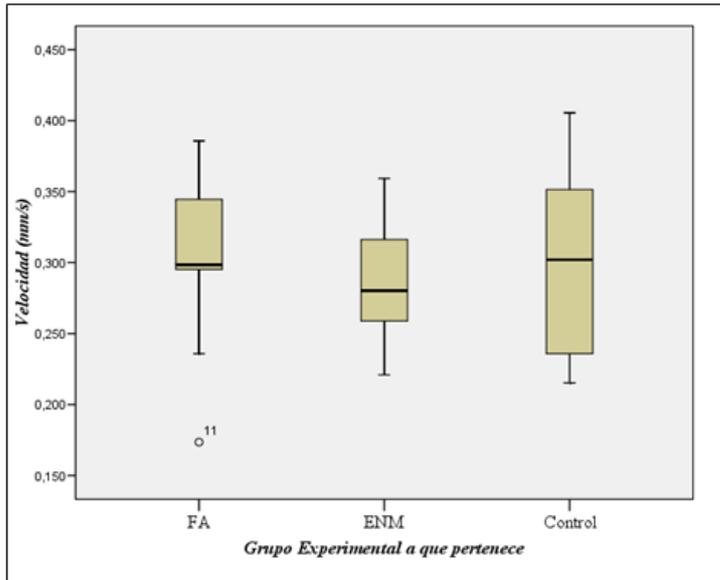


Figura 46: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable velocidad de desplazamiento Cdp OC (mm/s) en cada grupo (FA, ENM, Control) en el pre test.

El valor extremo encontrado en la valoración basal y en el pre test, como también las diferencias que se pueden apreciar en las medianas y en la variabilidad de las medidas sugiere una dispersión en los datos. En este caso de inconsistencia entre las pruebas paramétricas y las no paramétricas adoptamos el valor de las pruebas no paramétricas.

Las demás variables no han presentado diferencias estadísticamente significativas en las pruebas t-Student y Wilcoxon.

## 2.2 Grupo de ENM

La variable fuerza ha presentado valores tanto en el test t-Student ( $p=0,01$ ), como en el test de Wilcoxon ( $p<0,01$ ) que indican diferencias estadísticamente significativas entre la valoración basal y el pre test. Los valores de las medias y DE de las valoraciones indican diferencias entre los valores como también un valor extremo en el pre test. Estas diferencias serán consideradas en el momento de analizar la evolución entre el pre y pos test. Los siguientes gráficos ilustran tales diferencias:

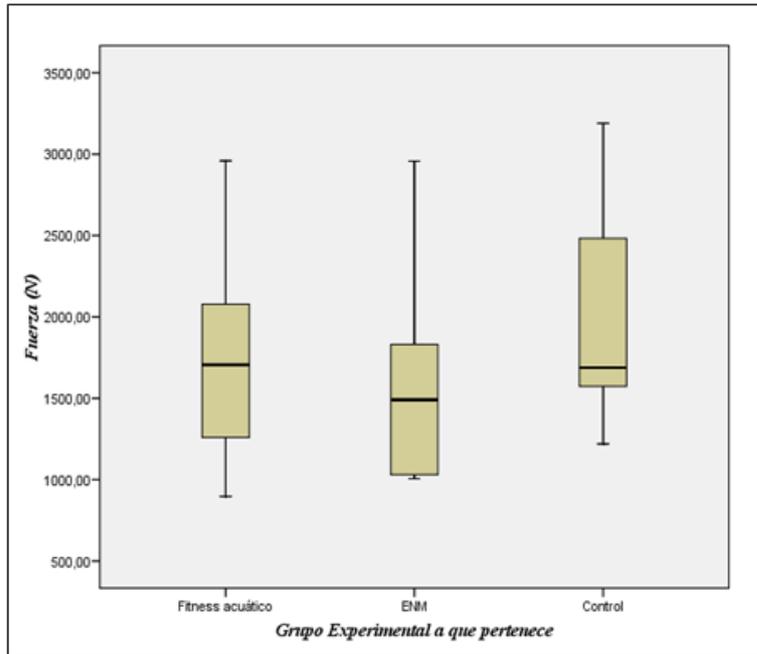


Figura 47: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable fuerza (N) en los grupos (FA, ENM, Control) en la valoración basal.

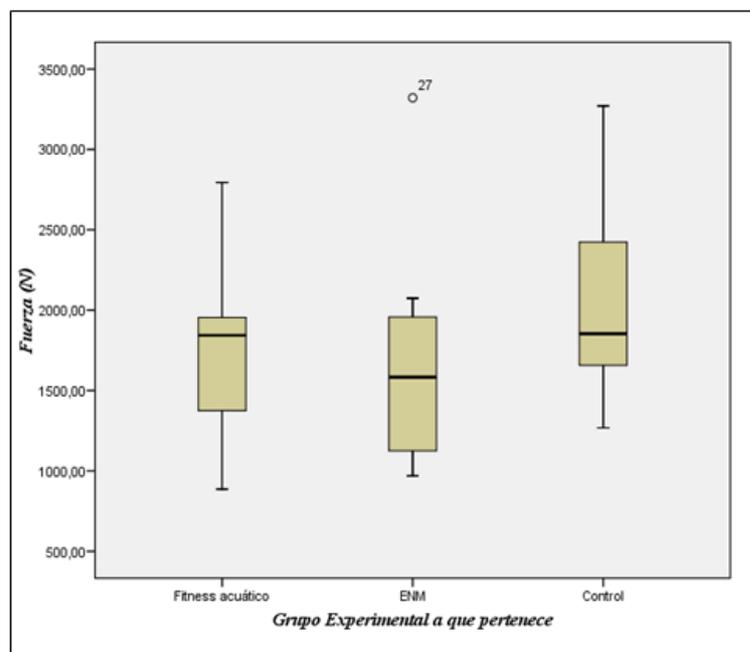


Figura 48: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable fuerza (N) en los grupos (FA, ENM, Control) en el pre test.

La variable equilibrio área de desplazamiento de CdP OA ha presentado diferencias estadísticamente significativas entre la valoración basal y el pre test, para t-Student ( $p=0,01$ ) y para Wilcoxon ( $p=0,01$ ). Los valores de las medias y DE de las valoraciones indican pequeñas diferencias. Se tendrá en cuenta al momento de valorar los efectos del

entrenamiento en el pos test, como también los valores extremos en las dos valoraciones:

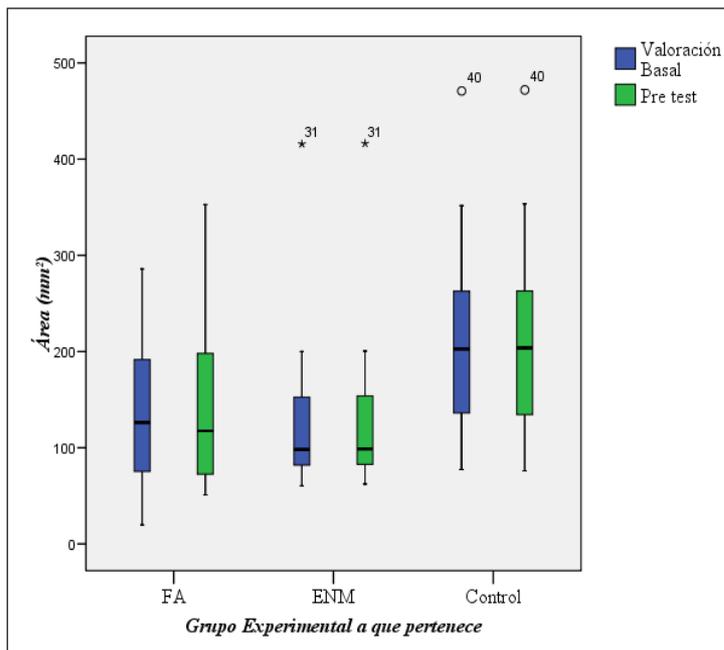


Figura 49: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento del CdP OA (mm<sup>2</sup>) en los grupos (FA, ENM, Control) en los momentos de la valoración basal y en el pre test.

La variable equilibrio velocidad de desplazamiento CdP OC ha presentado diferencias estadísticamente significativas entre la valoración basal y el pre test, para t-Student ( $p < 0,01$ ) y para Wilcoxon ( $p = 0,01$ ). Los valores de las medias y DE de las valoraciones indican una pequeña diferencia. La distribución de los valores se da de la siguiente forma:

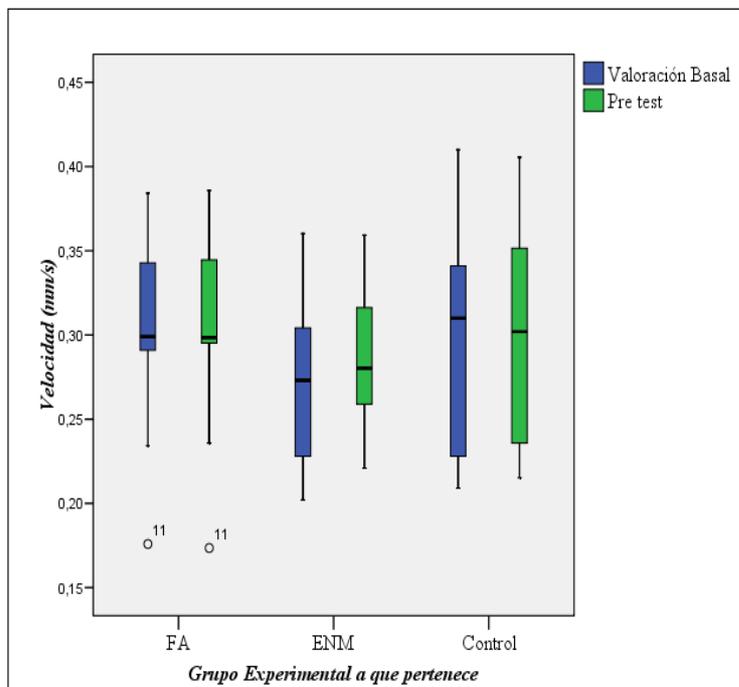


Figura 50: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable área de desplazamiento del CdP OC (mm/s) en los grupos (FA, ENM, Control) en los momentos de la valoración basal y en el pre test.

### 2.3 Grupo Control

Hemos encontrado resultados distintos en las pruebas paramétricas ( $t$ -Student = 0,96) y no paramétricas (Wilcoxon = 0,02) para la variable fuerza en la valoración basal y pre test. Como los resultados no apuntan hacia una misma dirección, volvemos a mirar los valores de las medias (valoración basal = 2024,30 y pre test = 2027,80) y DE (valoración basal = 642,22 y pre test = 546,09), ellas indican diferencias principalmente en la desviación estándar.

Para este caso de inconsistencia, adoptamos el valor de la prueba no paramétrica ( $p=0,02$ ) que indica diferencias estadísticamente significativas. En la figura a continuación, ilustramos la distribución de la variable:

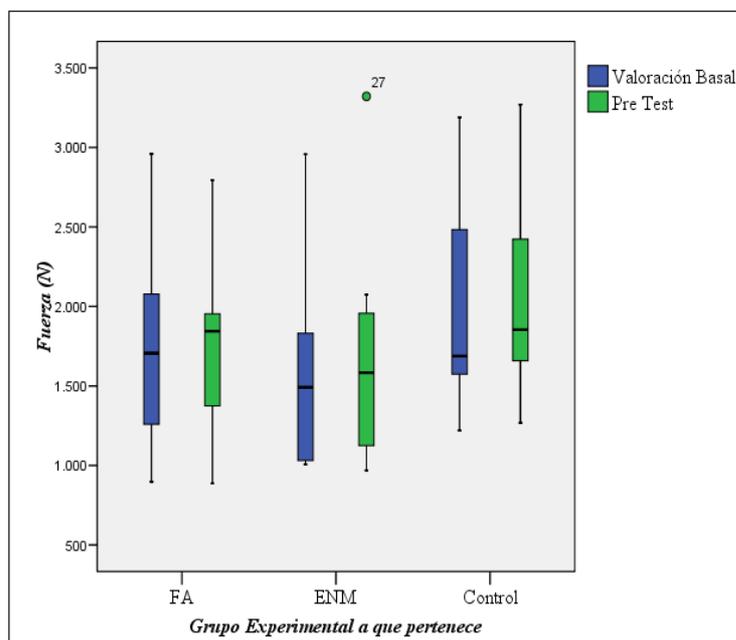


Figura 51: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable fuerza (N) en los grupos (FA, ENM, Control) en la valoración basal y en el pre test.

Observando el grupo Control, la distribución de los cuartiles indica que la muestra no tiene una distribución regular, lo que explica las diferencias estadísticamente significativas encontradas en la prueba  $t$ -Student.

La variable flexibilidad ha presentado diferencias estadísticamente significativas entre valoración basal y pre test, para  $t$ -Student ( $p=0,03$ ) y Wilcoxon ( $p=0,03$ ). Los valores de las medias y DE indican que hay una pequeña diferencia entre ambas valoraciones. La variable presenta la siguiente distribución:

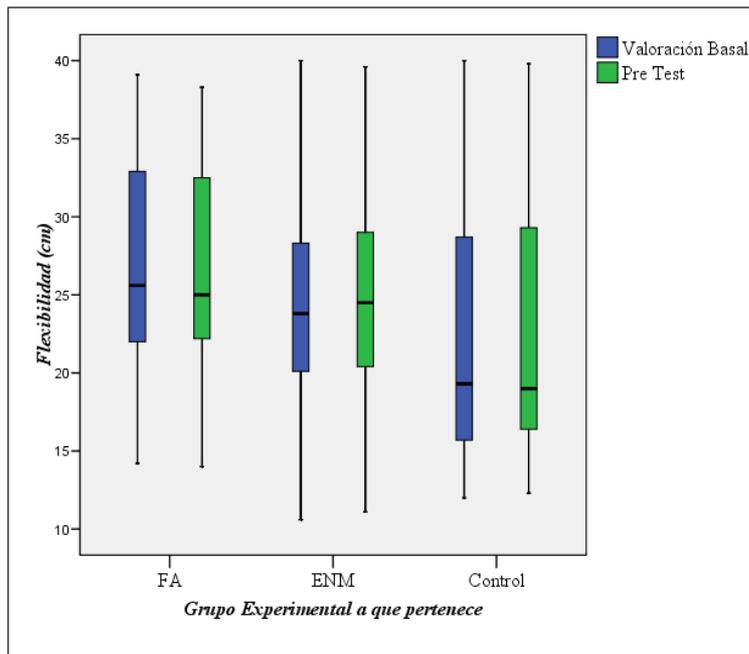


Figura 52: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable flexibilidad (cm) en los grupos (FA, ENM, Control) en la valoración basal y en el pre test.

La variable equilibrio velocidad de desplazamiento del CdP OA ha presentado diferencias estadísticamente significativas para t-Student ( $p=0,01$ ) y Wilcoxon ( $p=0,01$ ). Pero, cuando miramos los valores de las medias y DE, estos tienen valores muy similares (Tabla 11, p.97), que no traducen relevancia a estas diferencias significativas. La variable presenta la siguiente distribución:

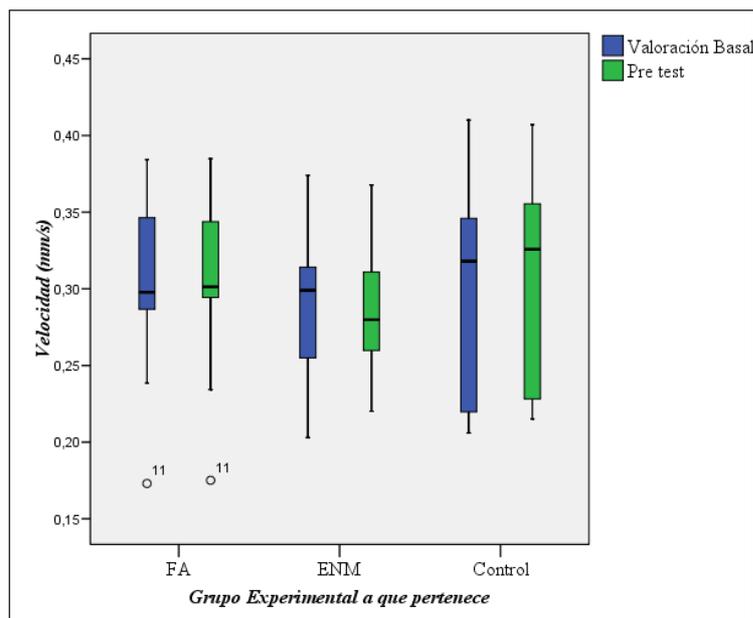


Figura 53: Diagrama de cajas representando la distribución de la variable velocidad de desplazamiento del CdP OA (mm/s) en los grupos (FA, ENM, Control) en la valoración basal y en el pre test.

Las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre valoración basal y pre test, indican que posiblemente hubo un índice de aprendizaje en la realización de los tests, aunque estas diferencias no se puedan observar en los valores de las medias (valoración basal=0,30 y pre test=0,30) y DE (valoración basal=0,06 y pre test=0,06). Esta información se considerará en el momento de verificar los efectos de los programas de entrenamiento con la comparación pre test y pos test.

### **3. Resultados obtenidos en el pre test y pos test**

A partir de este momento pasamos a analizar los resultados obtenidos en el pre test y pos test y consideraremos las diferencias estadísticamente significativas encontradas en las valoraciones iniciales de las variables métricas dependientes. Para ello, seguiremos algunos pasos recomendados por Martínez-González, Sánchez-Villegas & Faulín Fajardo (2009):

1º Comparar hipótesis nula con los resultados.

2º **Decidir si rechazamos la hipótesis nula.** Si el valor “p” es superior a 0,05 no rechazamos, si es inferior a 0,05, mayores son los argumentos para rechazarla y apoyar las hipótesis alternativas.

A continuación presentamos la evolución de las variables en el tiempo, los resultados de los pre tests y post tests en cada grupo y su significación estadística:



Tabla 12: Variación de las variables en el tiempo - pre y pos tests de cada grupo.

Variables (unidad)	Grupo FA			Grupo ENM			Grupo Control			<i>p intergrupos</i>	
	Pre test Media (DE)	Pos test Media (DE)	<i>p</i>	Pre test Media (DE)	Pos test Media (DE)	<i>p</i>	Pre test Media (DE)	Pos test Media (DE)	<i>p</i>	<i>Pre test</i>	<i>Pos test</i>
<b>F (N)</b>	1730,30 (512,71)	1718,65 (642,82)	0,92	1619,28 (645,18)	1687,42 (455,72)	0,71	2027,80 (546,09)	2078,15 (737,23)	0,58	0,17	0,21
<b>FL (cm)</b>	26,92 (7,25)	29,77 (8,61)	<0,01*	25,11 (7,83)	27,55 (5,81)	0,03*	22,36 (8,52)	21,50 (8,24)	0,07	0,29	0,02*
<b>EA OA (mm<sup>2</sup>)</b>	146,92 (85,13)	164,13 (52,34)	0,25	130,95 (95,00)	146,71 (84,67)	0,66	225,03 (113,07)	233,91 (102,00)	0,16	0,03*	0,01*
<b>EA OC (mm<sup>2</sup>)</b>	204,97 (144,44)	261,69 (79,98)	0,09	180,95 (135,65)	169,22 (63,53)	0,80	328,80 (158,37)	361,58 (176,49)	<0,01*	0,028*	<0,01*
<b>EV OA (mm/s)</b>	0,30 (0,05)	0,31 (0,06)	0,39	0,28 (0,04)	0,34 (0,05)	<0,01*	0,30 (0,06)	0,32 (0,06)	0,02*	0,62	0,35
<b>EV OC (mm/s)</b>	0,30 (0,05)	0,30 (0,06)	0,57	0,28 (0,04)	0,36 (0,06)	<0,01*	0,29 (0,06)	0,32 (0,04)	<0,01*	0,74	0,08

Nota: Valor *p* de comparación intergrupos obtenido por Anova de un factor. Valor *p* de comparación intragrupos obtenido por el modelo lineal general para medidas repetidas.

(\*) Valores *p* que indican diferencias estadísticamente significativas.



Los valores de  $p$  en cada grupo indican si hubo diferencias estadísticamente significativas entre pre test y pos test de cada grupo respectivamente. En cambio, los valores de  $p$  intergrupos indican si hubo una evolución distinta de las variables en los diferentes grupos. A partir de ahora analizaremos los efectos de los programas de entrenamiento y no entrenamiento sobre cada variable:

### 3.1 Fuerza

Los tres grupos han presentado valores de  $p > 0,05$  indicando que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de fuerza antes y después del entrenamiento y del no entrenamiento (Control).

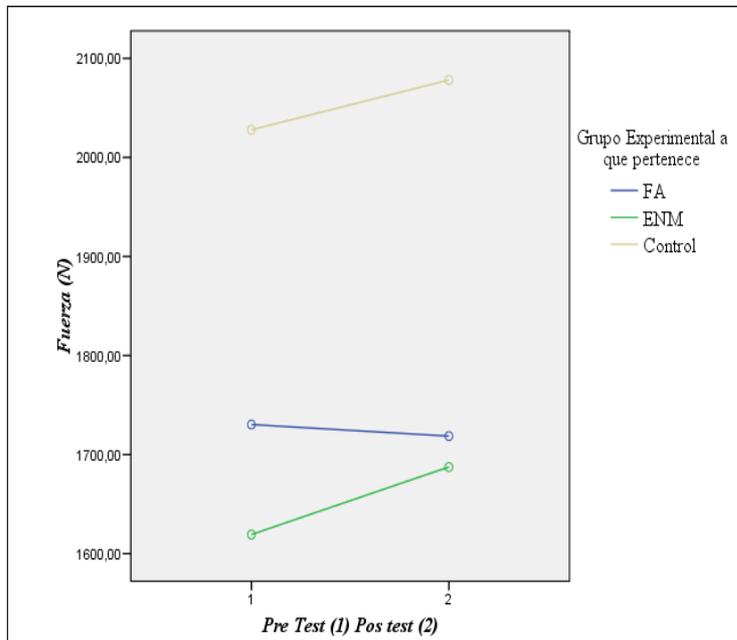


Figura 54: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable fuerza (N) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).

Aunque no se ha encontrado diferencias estadísticamente significativas en los niveles de fuerza, el gráfico representa cambios a lo largo de los tres meses, con las mediciones pre y pos test. Los valores de las medias y DE indican estos pequeños cambios a lo largo del tiempo, donde los grupos de ENM y Control tienen un ligero aumento de la fuerza y el grupo de FA un ligero decremento.

Considerando las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre la valoración basal y el pre test para el grupo de ENM, los valores de las medias y DE de las tres valoraciones indican diferencias considerables solamente para la valoración basal.

Aunque se considere que hubo aprendizaje en la realización del test de fuerza, su ejecución en el pos test no indica una mejoría en la fuerza a lo largo del tiempo.

De la misma forma, considerando la inconsistencia entre las pruebas aplicadas para las valoraciones basal y pre test en el grupo Control, los valores de las medias y DE de las tres valoraciones indican que los niveles de fuerza no se han modificado significativamente a lo largo del tiempo.

En este mismo sentido, hemos constatado que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el pos test entre los grupos ( $p$  intergrupos), lo que apunta hacia una evolución similar en los tres grupos, aunque se hayan sometido a entrenamientos distintos y al no entrenamiento lo que nos conduce a no rechazar la hipótesis nula en lo que se refiere a la variable fuerza hasta este momento del análisis.

Los niveles de fuerza superiores detectados para el grupo Control podrían estar relacionados con el nivel inicial de actividad física registrado por el IPAQ, donde hemos constatado que 77% de las participantes de este grupo estaban a un nivel moderado de actividad física y 23% a un nivel bajo, y así lo mantuvieron a lo largo de los tres meses. En cambio en los grupos de FA y ENM, 47% de las participantes estaban a un nivel moderado y 53% a un nivel bajo al principio de los programas de entrenamiento. Un factor que podría influir en que el grupo Control presente unos niveles de fuerza superiores respecto a los otros grupos es la menor edad de sus componentes, de acuerdo a las diferencias estadísticamente significativas encontradas para esta variable en la comparación intergrupos. Aunque al valorarla en el modelo estadístico no se haya observado diferencias significativas en el efecto, podría influir sin la suficiente potencia para que se detecte como significativa.

Las diferencias iniciales se mantuvieron en lo que se refiere a la fuerza, no indicando cambios significativos debidos a los programas de entrenamiento. Cabe destacar que los niveles de fuerza tampoco han presentado decrementos significativos, manteniéndose estables para ambos grupos a lo largo del tiempo, lo que se considera un factor positivo, ya que la tendencia natural es de descenso, aunque el periodo de aplicación de los entrenamientos es corto. Los programas de entrenamiento no han logrado incrementar los niveles de fuerza, pero han logrado el mantenimiento de los mismos.

De la misma forma el grupo Control no ha presentado decremento, que sería más evidente por la no práctica de EF sistematizado. Se podría atribuir al nivel de actividad física superior que presentaban al principio, cuando fueron comparadas con los otros grupos, sus AVD se mantuvieron estables y con ello sus niveles de fuerza.

### 3.2 Flexibilidad

Los valores de  $p$  que hemos encontrado indican que hay diferencias estadísticamente significativas antes y después de los programas de entrenamiento de FA ( $p<0,01$ ) y ENM ( $p=0,03$ ). Se ha constatado un efecto positivo de los programas de entrenamiento sobre la flexibilidad, mientras el no entrenamiento no ha presentado diferencias estadísticamente significativas en el grupo Control ( $p=0,07$ ), ilustrados en el siguiente gráfico:

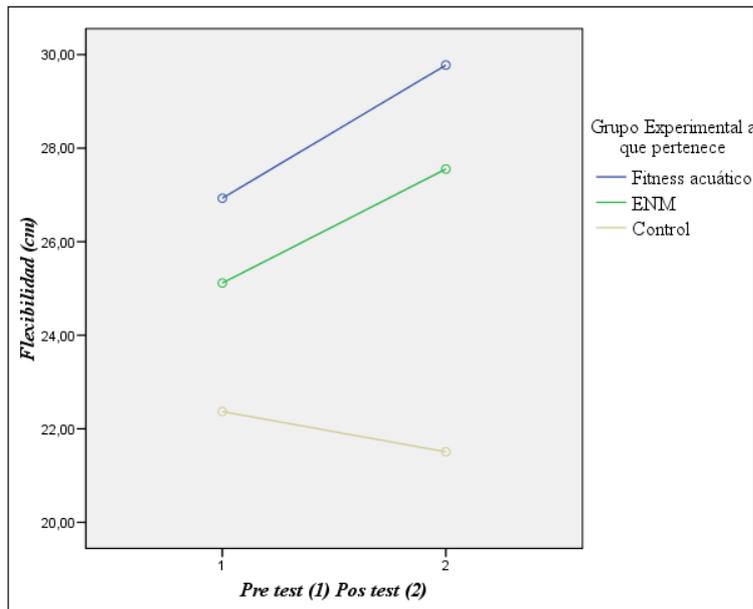


Figura 55: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable flexibilidad (cm) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).

En referencia a las diferencias estadísticamente significativas entre la valoración basal y el pre test en el grupo Control (Tabla 11, p.97), igualmente se puede considerar que el no entrenamiento no tiene efectos significativos sobre la flexibilidad pues los valores de las medias y DE de las tres valoraciones se mantuvieron muy similares a lo largo del tiempo. El valor encontrado en la valoración basal es muy similar al encontrado en el pos test, reforzando la probabilidad de que el aumento del valor encontrado en el pre test se debe a un nivel de aprendizaje y posteriormente un pequeño decremento a lo largo del tiempo, indicado en el gráfico.

Las diferencias estadísticamente significativas encontradas en la comparación intergrupos para el pos test ( $p=0,02$ ) vienen a confirmar una evolución de distinta manera para la flexibilidad entre los grupos. Un efecto positivo de los entrenamientos de FA y ENM y ningún efecto significativo del no entrenamiento lo que nos conduce a rechazar la hipótesis

nula en lo que se refiere a la variable flexibilidad. Como la hipótesis nula hace referencia a las tres variables a la vez, con las diferencias estadísticamente significativas encontradas para una de las variables, nos conduce a rechazarla.

En relación a las variables modificadoras, la edad inferior del grupo Control no ha sido suficiente para detener el descenso de la flexibilidad, un proceso natural a lo largo de los años, aunque el periodo de tiempo utilizado en este estudio fue breve. La asistencia a los entrenamientos, que ha presentado diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de FA (media de 19,7) y ENM (media de 22,3), no representa influencias importantes, dado que ambos cumplen con los 75% de asistencia mínima.

En relación al nivel de actividad física en los grupos, el hecho de que el grupo Control presenta 77% de las participantes en nivel moderado, comparado a 47% de los Grupos de FA y ENM no fue suficiente para mantener o aumentar la flexibilidad. En cambio los programas de entrenamiento han sido capaces de proporcionar cambios significativos.

### 3.3 Equilibrio

Hemos evaluado el equilibrio de dos formas:

A) por medio del área de desplazamiento del CdP con OA y OC, donde el tamaño del área es inversamente proporcional al mantenimiento del equilibrio. Cuanto mayor el área, menor es el estado de equilibrio, pues su CdP se desplaza en un espacio mayor.

B) por medio de la velocidad de desplazamiento del CdP con OA y OC, donde la velocidad es inversamente proporcional al mantenimiento del equilibrio. Según el parámetro utilizado para la medición, la velocidad de desplazamiento del CdP es la distancia recorrida por el CdP dividida por el tiempo de duración de la prueba, que en nuestro caso es constante. El aumento de la velocidad de desplazamiento indica que el equilibrio disminuye porque la distancia recorrida por el CdP en el tiempo de medición será mayor.

#### 3.3.1 Equilibrio área desplazamiento del CdP OA

Los valores  $p$  que hemos encontrado no indican diferencias estadísticamente significativas para los tres grupos entre el pre test y el pos test. La representación gráfica nos sugiere cambios, aunque no sean significativos, el aumento del área que se traduce en un decremento en el equilibrio.

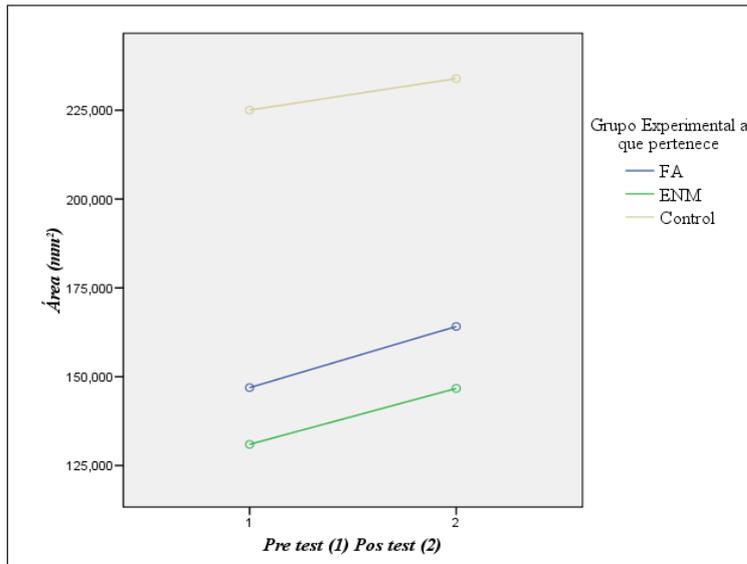


Figura 56: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable área de desplazamiento del CdP OA (mm<sup>2</sup>) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).

Considerando las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre la valoración basal y el pre test en el grupo de ENM, los valores de las medias y de las DE no indican diferencias entre estas dos valoraciones. El aumento del área en el pos test no es estadísticamente significativo, lo que no sugiere efectos significativos del entrenamiento sobre la variable a lo largo del tiempo.

Los valores de las medias y DE indican que los grupos de FA y ENM presentan un equilibrio muy similar, mientras el grupo Control presenta un equilibrio inferior. Pero, estos valores en los tres grupos no cambian de manera significativa a lo largo del tiempo, parten de puntos distintos y siguen distintos. Lo que se confirma con las diferencias estadísticamente significativas encontradas para la comparación intergrupos, pre test ( $p=0,03$ ) y post test ( $p=0,01$ ).

Los valores encontrados no permiten rechazar la hipótesis nula en lo que se refiere a la variable equilibrio área desplazamiento del CdP OA, donde los efectos de los programas de entrenamiento son similares al no entrenamiento, o sea, no indica cambios significativos para ambos grupos de la muestra. Pero, como hemos mostrado anteriormente, la hipótesis nula se rechaza por el valor estadísticamente significativo encontrado para la variable flexibilidad.

Las diferencias en las variables modificadoras edad, asistencia y nivel de actividad física no implican cambios significativos. Aunque el grupo Control tenga una edad inferior y un mayor nivel de actividad física, no ha sido suficiente para implicar cambios significativos en la variable equilibrio área desplazamiento Cdp OA.

Del mismo modo, una mayor asistencia a las sesiones del grupo de ENM no ha implicado la aparición de diferencias significativas.

### 3.3.2 Equilibrio área de desplazamiento del CdP OC

Los valores  $p$  no han indicado diferencias estadísticamente significativas antes y después de los programas de entrenamiento. En cambio, indica diferencias estadísticamente significativas en el grupo Control donde ocurre un aumento del área que representa un decremento en el equilibrio evaluado según esta variable. Aunque la representación gráfica sugiere cambios en los tres grupos, la diferencia estadísticamente significativa solamente es para el grupo Control:

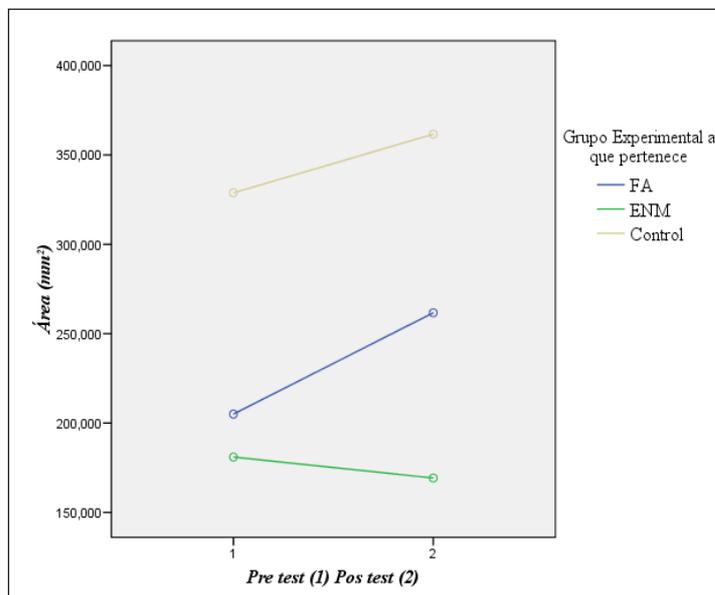


Figura 57: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable área de desplazamiento del CdP OC (mm<sup>2</sup>) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).

Considerando las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre los grupos en la valoración basal y pre test, se puede constatar que estas diferencias se mantienen a lo largo del tiempo. Los grupos parten de puntos distintos y siguen distintos, los valores de las medias y de las DE de la variable área de desplazamiento del CdP OC indican que los grupos de FA y ENM presentan valores más aproximados entre sí, mientras el grupo Control presenta valores superiores para esta variable. A lo largo del tiempo, el pos test indica que solamente el grupo Control presenta diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ) que se traduce en un decremento en el equilibrio.

Las comparaciones intergrupos para el pre test ( $p=0,02$ ) y el pos test ( $p<0,01$ ) nos muestran que aumentan las diferencias encontradas en las valoraciones iniciales, y nos conduce a rechazar la hipótesis nula en lo que se refiere a la variable equilibrio área de desplazamiento del CdP OC. No hemos constatado cambios significativos en esta variable provocados por los programas de entrenamiento. El no entrenamiento sugiere un decremento en el mantenimiento del equilibrio evaluado según esta variable.

Las variables modificadoras edad, asistencia y nivel de actividad física pueden tener relación con el decremento del equilibrio en el grupo Control, donde las participantes son más jóvenes, mantienen un nivel de actividad física moderado, pero se puede intuir que las AVD de estas participantes no contribuyen para la mejora o mantenimiento del equilibrio evaluado según esta variable.

### 3.3.3 Equilibrio velocidad de desplazamiento del CdP OA

A lo largo del tiempo, los valores  $p$  que hemos encontrado no indican diferencias estadísticamente significativas para el grupo de FA e indican diferencias estadísticamente significativas para el grupo de ENM ( $p<0,01$ ) y grupo Control ( $p=0,02$ ), lo que nos conduce a rechazar la hipótesis nula en relación a la variable equilibrio velocidad de desplazamiento del CdP OA.

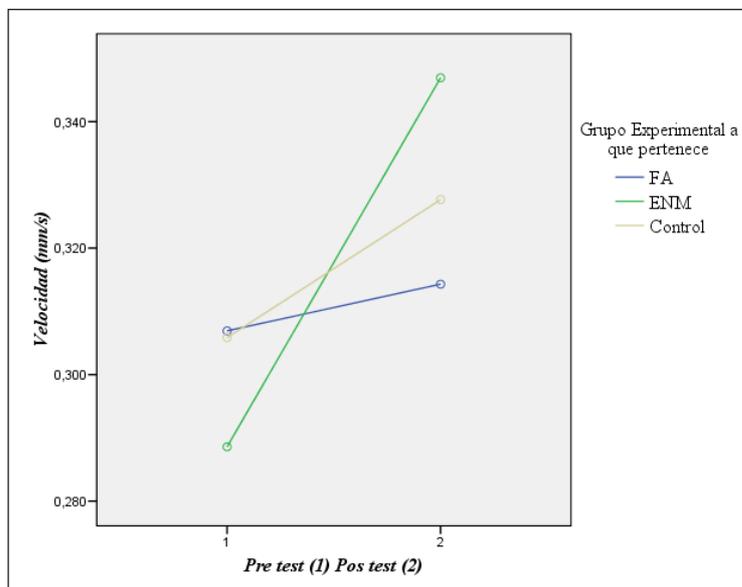


Figura 58: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable velocidad de desplazamiento del CdP OA (mm/s) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).

La velocidad de desplazamiento del CdP es superior en los grupos de ENM y Control en las condiciones establecidas en el test, lo que sugiere un peor control del equilibrio de las

participantes, ya que el CdP de las mismas hace un recorrido más amplio durante el tiempo de realización del test.

Considerando las diferencias estadísticamente encontradas entre la valoración basal y el pre test para el grupo Control, éstas no conducen a dudas cuanto al aumento de la velocidad, ya que los valores de las medias y DE son muy similares en las primeras valoraciones y superiores en el pos test.

El análisis intergrupos entre el pre test y el pos test no nos lleva a concluir que haya diferencias entre grupos en la evolución en el tiempo. Aunque los tres grupos aumentan, las diferencias entre ellos no son estadísticamente significativas. Se observan diferencias intra grupos (cambios pre y post test) solamente en los grupos ENM y Control.

### 3.3.4 Equilibrio velocidad de desplazamiento del CdP OC

Los valores  $p$  que hemos encontrado no indican diferencias estadísticamente significativas para el grupo de FA e indican diferencias estadísticamente significativas para el grupo de ENM ( $p < 0,01$ ) y Control ( $p < 0,01$ ), lo que nos conduce a rechazar la hipótesis nula en lo que se refiere a la variable equilibrio velocidad de desplazamiento del CdP OC.

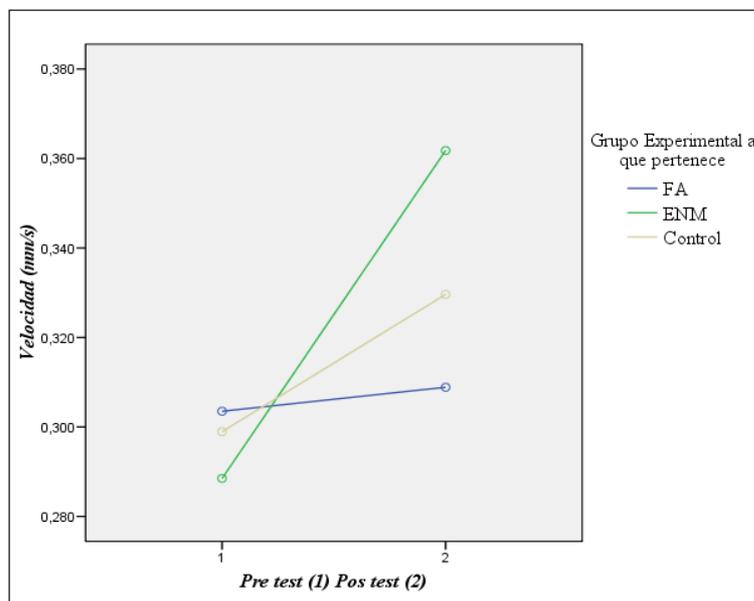


Figura 59: Gráfico de líneas representando la evolución temporal de las medias de la variable velocidad de desplazamiento del CdP OC (mm/s) en los grupos (FA, ENM, Control) en el momento del pre test (1) y en el pos test (2).

El aumento de la variable velocidad de desplazamiento del CdP OC indica efectos negativos del entrenamiento de ENM y del no entrenamiento para el grupo Control sobre el equilibrio, según esta variable en las condiciones del test aplicado.

Referente a la diferencia estadísticamente significativa presentada entre la valoración basal y el pre test para el test t-Student (0,04) en el grupo de FA, cuando miramos los valores de las medias y DE, se observa que éstas son muy similares en las primeras valoraciones y superiores en el pos test. Asimismo, no indica efectos estadísticamente significativos del programa de entrenamiento sobre esta variable.

De la misma forma, considerando las diferencias estadísticamente significativas encontradas en las pruebas entre la valoración basal y el pre test para el grupo de ENM, los valores de las medias y DE son muy similares en las primeras valoraciones y superiores en el pos test, indicando efectos estadísticamente significativos del programa de entrenamiento sobre esta variable. El aumento de la velocidad de desplazamiento del CdP OC se traduce en un decremento en el equilibrio, o sea, el efecto del entrenamiento de ENM no es positivo para el equilibrio evaluado según esta variable.

Las valoraciones intergrupos para el pos test no indican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, indicando una evolución similar de esta variable en los grupos. Aunque en la valoración intragrupo hubo diferencias estadísticamente significativas para el grupo de ENM y Control y no para el grupo de FA no fue suficiente para indicar una evolución distinta.

En relación a las variables modificadoras, el nivel inicial de actividad física superior para el grupo Control donde el 77% de las participantes se clasifican en un nivel moderado de actividad física no fue suficiente para mejorar o mantener el equilibrio. En cambio para el grupo de ENM esta proporción es más equitativa (53 % bajo y 47% moderado), tienen una asistencia a los entrenamientos superior, pero tienen como factor desfavorable la edad, siendo el grupo con edad más avanzada dentro del rango de la muestra. Asimismo, el programa de entrenamiento de ENM indica un efecto negativo sobre el equilibrio valorado según esta variable.

Las distintas características de los programas de EF posiblemente son factores importantes, el ENM proporciona desequilibrios continuos y mayor desplazamiento del CdP. Mientras el FA, donde esta variable se mantuvo constante, obliga a vencer continuamente una resistencia al movimiento, lo que posiblemente conlleva a un mayor control corporal.

#### 4. Programas de ejercicio físico

Siguiendo la línea desarrollada en la presentación de los resultados, donde hemos apuntado los efectos de los programas de entrenamiento sobre la fuerza, flexibilidad y equilibrio, nos centramos a partir de ahora, en la discusión de dos bloques temáticos fundamentales que son los propios programas de entrenamiento de FA y ENM. Para ello, nos apoyamos en el referencial teórico y en las hipótesis de la investigación.

##### 4.1 Programa de acondicionamiento físico acuático-FA

Este programa de EF, dadas sus características, se define como un programa de acondicionamiento físico que busca la mejora de la condición física relacionada con la salud, trabajando algunos componentes como son la resistencia muscular y la flexibilidad según las indicaciones de Caspersen, Powell & Christenson, (1985) y Pate, (1983).

Dado que el medio acuático es un lugar donde constantemente se tiene que vencer la resistencia al movimiento, consecuentemente es necesario aplicar más fuerza (Colado, 2008), lo que conduce por si solo al desarrollo de la fuerza resistencia. El desarrollo de la fuerza máxima sería un paso que podría ser dado si el programa de acondicionamiento estuviera direccionado al rendimiento deportivo (Caspersen, Powell & Christenson, 1985; Pate, 1983). En este caso, un programa de acondicionamiento direccionado al rendimiento posiblemente no motivaría la asistencia de estas mujeres, considerados los estudios de Navarro et al. (2008), que dice que las mujeres buscan en el EF un bienestar integral como fin y no como medio y de Colado (2008), que destaca la mejora en la relación social y la diversión de sus ejercitantes. El programa desarrollado indica tales características y por tal motivo tiene buena aceptación.

De acuerdo con este programa, se hizo una mezcla entre actividades aeróbicas, juegos lúdico-sociales, ejercicios de tonificación, actividades de relajación, ejercicios de flexibilidad, actividades de consciencia y autocontrol de la intensidad del ejercicio, “running” en aguas profundas, trabajo interválico y en circuitos, manteniendo una vía lúdica y una intensidad de trabajo de ligera a moderada según la Escala de Borg modificada. Asimismo, con tales características del programa y el medio acuático considerado un factor favorable con relación a las preferencias de EF (Navarro et al., 2008; Colado, 2008), las mujeres de esta muestra han tenido una asistencia inferior al programa de ENM.

Una de las relaciones planteadas en esta investigación fue entre la fuerza y la condición física general (Zimmermann, 2004; Bosco, 2000). De acuerdo con los resultados obtenidos,

no se ha detectado mejorías en la fuerza y tampoco un decremento, tal como fue valorada por su pico máximo de fuerza. Este programa de acondicionamiento físico orientado hacia una perspectiva de mantenimiento y promoción de la salud, debido a sus características tiene indicios para que se desarrolle la resistencia a la fuerza, donde la tensión muscular es relativamente prolongada sin que disminuya la efectividad de la misma. Los estudios de Emslander et al. (1998) y Thein & Brody (1998) in Colado & Moreno (2001), confirman que hay mejora de la resistencia a la fuerza y de su manifestación activa con el entrenamiento acuático.

Destacamos la importancia de la fuerza, así como de la fuerza resistencia o resistencia a la fuerza para esta población, como un factor favorecedor de la condición física general, mejorando la funcionalidad en las AVD (Jiménez, 2003; Caspersen, Powell & Christenson, 1985; Blair, Cheng & Holder, 2001), contribuyendo en la prevención de caídas (Gusi, Raimundo & Leal, 2006; Drinkwater, 2006; Matsudo, 2008) y en el mantenimiento y prevención de la salud (Bañuelos, 1996; Bouchard, Shephard, Stephens, Sutton y McPherson in Delgado & Tercedor, 2002).

La relación del programa de acondicionamiento físico acuático con la flexibilidad ha tenido un efecto positivo según los resultados de la investigación. Estos resultados posiblemente están favorecidos por las propiedades físicas del medio acuático, como destacan Rocha (1994) y Marques & Pereira (1999). Tales propiedades son la fluctuación, la densidad, la presión hidrostática y la viscosidad apuntados por Bonachela (1994), las mismas proporcionan una sensación de hipogravidez, que sumada a la temperatura ligeramente elevada, favorecen la relajación muscular e facilitan el desarrollo de la flexibilidad (Colado, 2004).

Otro factor favorable al efecto positivo sobre la flexibilidad fue la intensidad empleada en la ejecución del programa, de ligera a moderada, tal factor contribuye para la disminución de la tensión muscular y desarrollo de la flexibilidad (Rocha, 1994; Marques & Pereira, 1999). Se debe considerar este factor en función de los objetivos del programa de entrenamiento, según que componente de la aptitud física se desea trabajar, se emplea un tipo de entrenamiento y un modo de ejercicio, como explica Heyward (2008). En este caso, para el desarrollo de la flexibilidad, dentro de un programa de acondicionamiento físico acuático de intensidad moderada, se aplican ejercicios de estiramientos activos y pasivos.

El efecto positivo de este programa sobre la flexibilidad, posiblemente se relaciona con la realización de las AVD, ayuda a mantener y mejorar la movilidad articular, previene el riesgo

de caídas y fracturas (Drinkwater, 2006; Matsudo, 2008) y mejora la condición física relacionada con la salud (Caspersen, Powell & Christenson, 1985; Pate, 1983) de las mujeres de esta muestra. Los resultados presentados confirman que la práctica de EF regular suele aumentar la flexibilidad (grupos de FA y ENM) a la vez que el sedentarismo y la edad acentúan la disminución (Grupo Control), de acuerdo con Mirella (2001) y Siff & Verkhoshansky (2000).

La relación del programa de acondicionamiento físico acuático con el equilibrio no ha presentado efectos significativos en las cuatro condiciones distintas de evaluarlo. La importancia del equilibrio como un componente de la CF orientada a la salud, se comprueba por ser una causa directa de las caídas, ocasionando un gran coste económico (ACSM, 1998b; Gusi, Raimundo & Leal, 2006). En contrapartida, Caspersen, Powell & Christenson (1985) y Pate (1983) clasifican el equilibrio como un componente relacionado con el rendimiento deportivo y con la habilidad atlética respectivamente. En el caso de esta muestra, mujeres de edad intermedia, la falta de equilibrio puede ser considerado un factor de riesgo, pues las consecuencias de una caída pueden modificar de manera importante la percepción del estado de salud. En este sentido, Delgado & Tercedor (2002) dice que el nivel CF puede influenciar y modificar el nivel de AVD y es proporcional al nivel de salud que posee una persona.

Aunque no se haya encontrado efectos de mejora en el equilibrio y en la fuerza, en consecuencia del programa de EF, tampoco han presentados decrementos significativos a lo largo del tiempo, hecho que se considera positivo dada la tendencia natural de descenso. Sin embargo, somos conscientes de la brevedad del programa, lo que imposibilita un decremento relevante principalmente de las variables fuerza y equilibrio.

En este mismo sentido, no se cierra la posibilidad de resultados positivos no mensurados en esta investigación, como es el caso de la fuerza resistencia. Asimismo, el programa de acondicionamiento acuático podría ser indicado como un favorecedor en la CF orientada hacia la salud de las mujeres de edad intermedia. Además esta población presenta una preferencia por este tipo de EF, como nos confirma Navarro et. al (2008), el 36,1% de las mujeres que no practican EF, les gustaría practicar una actividad en el medio acuático.

## 4.2 Programa de ENM

Los efectos de este programa de EF sobre los niveles de condición física y salud son poco conocidos (Gusi, Raimundo & Leal, 2006; De Hoyo, Granados, Carrasco & Sañudo, 2009), pues presenta varios parámetros que pueden ser modificados como son la frecuencia, la amplitud, la dirección o duración de la vibración, tiempo de descanso y causar distintos efectos, de acuerdo con Moras, Tous, Muñoz, Padullés & Valejjo, (2006) y Marin (2008). En esta investigación, la “dosis” de ejercicio utilizada ha incrementado la flexibilidad. En cambio no ha incrementado la fuerza que tampoco ha decrecido, resultados similares a los estudios de De Ruitter, Van Raak, Schilperoort, Hollander & de Haan, (2003) in Moras et al., (2006). Para el equilibrio hemos encontrado resultados distintos, donde para el área de desplazamiento del CdP no ha presentado cambios, de acuerdo con los estudios de Torvinen et al. (2002) in Moras et al., (2006), y para la velocidad de desplazamiento del CdP sí ha provocado incremento, representando un decremento en el equilibrio evaluado según esta variable.

La relación de este programa de EF con la fuerza tiene muchas variantes presentadas en los estudios anteriores. El estudio de Roelants, Delecluse, Goris & Verschueren, (2004) con mujeres postmenopáusicas se aproxima a éste por las características de la muestra, donde presenta un aumento de la fuerza isométrica de los músculos extensores de la rodilla, para ello aplicó un programa durante 24 semanas a una frecuencia inicial de 35 Hz y una duración de 20 a 30 min, todos estos parámetros son superiores a los aplicados en esta investigación, posible motivo del incremento de la fuerza.

Otro factor que puede interferir en los efectos del programa de ENM es la opción “miembros inferiores”, seleccionada para esta investigación. A diferencia de los estudios de Delecluse, Roelants & Verschueren (2003) y Torvinen (2002), que utilizaron la opción “todo el cuerpo” resultando un incremento en la fuerza. En cambio, Fernandez-Rio, Terrados, Fernandez-Garcia & Suman (2010) concluye que el ENM de todo el cuerpo no supone ninguna ventaja sobre los métodos tradicionales de entrenamientos de la fuerza en jugadoras de baloncesto. Por ello considera que la opción de miembros inferiores o todo el cuerpo no es un factor decisivo para la obtención de un resultado u otro.

La relación de este programa de EF con el incremento de la flexibilidad ha sido similar en los estudios de Sands, McNeal, Stone, Russell & Jemni (2006) e Issurin, Liebermann & Tenenbaum, (1994) in Moras et al., (2006) considerando que existen variaciones en los

parámetros, lo que no nos permite una comparación precisa en relación a “dosis” necesaria de ENM para mejorar la flexibilidad. Hemos constatado que para esta muestra, con las vibraciones aplicadas según la opción “miembros inferiores”, con los parámetros aplicados y el test de flexibilidad seleccionado, la ENM ha mejorado este componente de la CF. La duración aproximada de 30 minutos en total, utilizada en las sesiones está de acuerdo con la recomendación de la ACSM para un estilo de vida activo, variando la intensidad de Inicial a Moderado y finalmente a Avanzado progresivamente, como nos indica Heyward, (2008).

Considerando que las sesiones incluyan ejercicios de calentamiento y estiramientos pasivos, que también pueden ser factores favorables para el resultado alcanzado. La mejora de la flexibilidad indica mejorías también en las AVD, al ser una capacidad física facilitadora de las demás capacidades físicas, según Guía PEFS (2007), y que permite un mejor conocimiento y control postural como indican Hahn (1998) y Alter (1998).

El tipo de test de flexibilidad utilizado podría ser un factor que contribuyó en el efecto positivo, el test Sentar y Alcanzar Modificado mide principalmente la flexibilidad de la parte inferior del cuerpo, coincidiendo con la superficie de aplicación de las vibraciones.

La edad es uno de los factores que influye negativamente en la flexibilidad, mientras el EF influye positivamente según Mirella, (2001) y Siff & Verkhoshansky, (2000). Al comparar el grupo de ENM, de edad superior, con el grupo Control, de edad inferior, hemos comprobado que el grupo de ENM aumentó la flexibilidad, al contrario del grupo Control que no presentó efectos significativos. Lo que nos conduce a reafirmar la falta de significación para la variable edad como variable modificadora en este estudio.

En relación a la fuerza, no hemos comprobado su contribución para el incremento, pero sí para el no decremento, y para la resistencia no podemos comprobar ya que no ha sido medida. Este resultado se asemeja a los resultados encontrados por Kawanabe et al. (2007), que ha comprobado una mayor resistencia y un mayor tiempo de apoyo monopodal con la aplicación de un programa de ENM.

La relación de este programa de EF con el equilibrio valorado en cuatro dimensiones distintas, tuvo dos tipos de resultados. El área de desplazamiento del CdP no ha presentado cambios significativos, el equilibrio valorado en estas condiciones con OA y OC se mantuvo muy similar, coincidiendo con el estudio de de Torvinen et al. (2002) in Moras et al. (2006). El aumento de la flexibilidad y mantenimiento de la fuerza posiblemente han contribuido para el mantenimiento de estas variables ya que el equilibrio es la resultante de integraciones sensorio-perceptivo-motrices, se relaciona con la fuerza, con la resistencia y con la

flexibilidad (Siff & Verkhoshansky 2000; Bartual Pastor, 1998; Lázaro, 2000).

En cambio, constatamos que la velocidad de desplazamiento del CdP ha presentado aumento en las condiciones OA y OC, lo que indica un decremento en el equilibrio, dado que cuanto mayor la velocidad de desplazamiento, mayor es el recorrido del CdP en el tiempo de aplicación del test sobre la plataforma de fuerza.

Consideramos el equilibrio como un componente de la CF primordial en la prevención del riesgo de caídas (ACSM, 1998b) y reducción del coste económico ocasionado por ellas (Burge et al., 2007), su mantenimiento favorece las AVD y calidad de vida, bajo esta perspectiva, la ENM contribuye a que se mantenga el equilibrio valorado según el área de desplazamiento del CdP. En contrapartida, la ENM tiene un efecto negativo sobre el equilibrio valorado según las variables velocidad de desplazamiento OA y OC, tal como fue aplicado, indica no ser un entrenamiento adecuado para el mantenimiento o mejora del equilibrio. Tales resultados dejan lagunas para nuevas investigaciones acerca de la ENM y sus efectos en estas variables, quizás modificando el programa de entrenamiento, utilizando otros parámetros de medida, otros tests para valoración de estas variables y una muestra de tamaño mayor.

Coincidimos con Marin (2008), cuando apunta que la ENM no debe ser vista como substitutivo de un entrenamiento convencional, sino como un complemento a otras actividades o programas de EF, incluidas las AVD. La asistencia a los entrenamientos de ENM fue un factor favorable en los resultados, la aceptación de un tipo de EF desconocido para esta muestra, apunta la posibilidad de aplicar este programa como complemento a otros tipos de EF. Con la posibilidad de mantener o ajustar los parámetros utilizados, según objetivos deseados y teniendo como un factor favorable el tiempo reducido de aproximadamente 30 minutos, para la realización de cada sesión.

El vacío de información específica respecto a qué programa de EF es el más indicado para las mujeres en la etapa del climaterio nos llevó a trazar los objetivos de esta investigación, comparando dos programas distintos de EF y sus efectos sobre tres componentes importantes de la CF y su relación directa con las AVD. Los resultados encontrados para esta población no nos permiten hacer una inferencia a todas las mujeres de edad intermedia que realizan estos programas de EF, debido a nuestra limitación en la composición de la muestra (grupo FA=17, grupo ENM=13 y grupo Control=13). Pero sí nos permite afirmar que para esta muestra y población seleccionadas, hemos encontrado resultados significativos para la flexibilidad de las mujeres practicantes de FA y resultados significativos para la flexibilidad y

equilibrio según las variables velocidad de desplazamiento del CdP OA y OC de las mujeres practicantes de ENM.

Tales resultados pueden ser auxiliares en la elección de un tipo de EF, ya que depende de diversos factores, como son la preferencia por las características del tipo de EF, necesidades y limitaciones personales, objetivos con la práctica, disponibilidad de tiempo, comodidad en relación al material necesario para las prácticas, nivel inicial de actividad física, diferencias sociales, feedback aplicado, experiencias deportivas previas, presupuesto, entre otros. Todo el conjunto de factores conduce a la elección por el programa “más adecuado” de EF direccionado hacia la salud, para las mujeres en esta etapa de su vida.

## V. CONCLUSIONES

En este apartado se exponen las conclusiones más relevantes de esta investigación atendiendo a los objetivos e hipótesis iniciales.

El planteamiento de la H0 es que no se constatan diferencias significativas en las variables fuerza, flexibilidad y equilibrio en las mujeres practicantes de FA y en las mujeres que siguen un programa de ENM antes y después del programa de entrenamiento, así:

1. Los efectos de los programas de ENM y de FA en la fuerza, la flexibilidad y el equilibrio en mujeres de edad adulta intermedia encontrados en esta investigación son significativos para la flexibilidad. Lo que nos conduce a rechazar la H0.

El planteamiento de la H1 es que se constatan diferencias significativas en las variables fuerza, flexibilidad y equilibrio en las mujeres practicantes de FA y en las mujeres que siguen un programa de ENM antes y después del programa de entrenamiento, así:

2. El soporte teórico y metodológico acerca de la ENM y FA para mujeres de edad adulta intermedia realizado con esta investigación nos permite afirmar que los programas de EF no presentan diferencias significativas en las tres variables: fuerza, flexibilidad y equilibrio. Lo que nos conduce a rechazar la H1.

El planteamiento de la H2 es que se constatan diferencias significativas en las variables fuerza, flexibilidad y equilibrio en las mujeres practicantes de FA y no se constatan diferencias significativas en las mujeres que siguen un programa de ENM antes y después del programa de entrenamiento. La H3 hace el planteamiento contrario, donde se constatan diferencias significativas en las variables fuerza, flexibilidad y equilibrio en las mujeres que siguen un programa de ENM y no se constatan diferencias significativas en las mujeres practicantes de FA antes y después del programa de entrenamiento, así:

3. El soporte teórico y metodológico realizado con esta investigación nos permite afirmar que tanto el programa de ENM como el programa de FA, presentan diferencias significativas para una de las variables: la flexibilidad. Los resultados no presentan diferencias significativas únicamente para uno de los programas, lo que nos conduce a rechazar las hipótesis H2 y H3.

El planteamiento de la H4 es que se constatan diferencias significativas solamente en alguna de las variables: fuerza, flexibilidad o equilibrio en las mujeres practicantes de FA y en las mujeres que siguen un programa de ENM antes y después del programa de entrenamiento, así:

4. El soporte teórico y metodológico realizado con esta investigación nos permite afirmar que tanto el programa de ENM como el programa de FA, presentan diferencias significativas para una de las variables, la flexibilidad. Lo que coincide con el planteamiento de la H4 y nos conduce no rechazarla.

En relación a los objetivos específicos de la investigación hemos constatado que:

5. La fuerza de las mujeres de edad intermedia no ha presentado variación significativa tras la aplicación de los programas de EF y no practicantes de EF.
6. La flexibilidad de las mujeres de edad intermedia obtuvo un incremento significativo tras la aplicación de los dos programas de EF y no ha presentado variación para las no practicantes de EF.
7. El equilibrio de las mujeres de edad intermedia;
  - valorado según la variable EAOA no ha presentado variación significativa tras la aplicación de los dos programas de EF y para las no practicantes de EF.
  - valorado según la variable EAOC no ha presentado variación significativa tras la aplicación de los dos programas de EF y presentó un decremento significativo para no practicantes de EF.
  - valorado según la variable EVOA obtuvo un decremento significativo tras la aplicación del programa de ENM y para no practicantes de EF. Con la aplicación del programa de FA, esta variable no ha presentado variación significativa.
  - valorado según la variable EVOC obtuvo un decremento significativo tras la aplicación del programa de ENM y para no practicantes de EF. Con la aplicación del programa de FA, esta variable no ha presentado variación significativa.

## VI. REFLEXIONES FINALES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Apuntamos algunos resultados encontrados como tema para futuras investigaciones, sugerencias para una mejor aplicabilidad de las mismas y reflexiones a partir del marco teórico.

Para el programa de ENM, la utilización del parámetro “miembros inferiores” en la plataforma vibratoria, no fue suficiente para cambiar o aumentar los niveles de equilibrio y de fuerza, se cuestiona si la posibilidad de haber utilizado la opción “cuerpo completo” hubiera causado efectos similares. Dado que no se encuentran estudios coincidiendo tantos parámetros para una población similar. Claro ejemplo de variación de parámetros es la intensidad, que si se aplicara en frecuencias más elevadas posiblemente podría responder a las demás variables de manera más apreciable.

Para las sesiones de entrenamiento, aunque se hizo un control de asistencia, el caso de que algunas participantes no realizaran determinadas sesiones podría influir en distintos resultados, principalmente para el caso de la fuerza, donde algunas sesiones son claves para su desarrollo. Se sugiere un control paralelo al control de la asistencia, de manera que las sesiones específicas y sus objetivos no se pierdan.

El EF para las mujeres de edad intermedia todavía sigue siendo considerado una actividad en segundo plano, observado por el número de asistencias de las participantes. El hábito de practicar EF de forma regular, todavía nos permite una mayor educación y sensibilización desde la infancia hasta los días actuales. Para esta población sería interesante desarrollar y proporcionar en los programas de EF dirigidos hacia la salud, el hábito de la práctica, como elemento fundamental hacia un estilo de vida saludable.

En referencia a la educación acerca de la práctica de EF, seguramente existen espacios a ser ocupados en la búsqueda de estrategias de actuación de micro y macro volumen. Actualmente a nivel local está el “Casal de la Dona”, a nivel regional está el “Institut Català de les Dones” el “Pla d'Activitat Física Esport i Salut (PAFES)” y el Consejo Superior de Deportes con el “Plan Integral para la Actividad Física y el Deporte (A+D)”, a nivel mundial está la ONU, entre otras muchas organizaciones. Asimismo, existen niveles considerables de sedentarismo, obesidad y una percepción regular de la salud que podrían ser minimizadas con tales estrategias y con la continuidad de las investigaciones relativas a este tema. Como por ejemplo mejorías en el diagnóstico y planificación en el ámbito deportivo para detallar cuantitativa y cualitativamente posibles obstáculos percibidos para la práctica deportiva femenina.

El mantenimiento de los niveles de fuerza, flexibilidad, equilibrio área de desplazamiento OA en el grupo Control nos sugiere profundizar más en los tipos e intensidades de actividad física, con el fin de entender dicho mantenimiento. El nivel de actividad física superior en el grupo Control podría influenciar en tal mantenimiento, como también el espacio de tiempo de tres meses en que se han evaluado las variables, podría tener otro efecto si fuera de mayor duración. En este caso, las AVD realizadas por el grupo Control son determinantes para el mantenimiento de la condición física orientada hacia la salud.

En este sentido, la búsqueda de un tipo de EF que se encuentre al alcance de todos y que de esta forma proporcione la motivación suficiente para una práctica regular, nos apunta vías sencillas como es el incremento de las AVD y la utilización de nuevas tecnologías a nivel de entrenamiento, como es el ENM, o como es la Wii. Esta última opción es un juego, con un diseño que permite a los usuarios controlar el juego mediante gestos físicos tradicionales, así como presionar un botón. Entre sus variaciones esta la Wii Fit que permite el cálculo del IMC y simula categorías de actividades como yoga, ejercicios de equilibrio, aeróbic y flexiones realizadas en cima de una plataforma. Movimientos que incrementan el gasto calórico y suman los Mets consumidos semanalmente, como una posibilidad complementaria a un programa de EF convencional.

El no incremento de las variables fuerza y equilibrio no implica en la ausencia de un efecto favorable. Aunque no hemos encontrado incrementos, tampoco se han encontrado decrementos, a no ser en las variables velocidad de desplazamiento del CdP OA y OC, y eso es relevante para el mantenimiento de la condición física orientada hacia a la salud. A partir de los resultados encontrados en este estudio se presentan varias posibilidades para futuras investigaciones, como es la variación de la “dosis” utilizada e duración de los programas de EF. También está la posibilidad de evaluar la condición física de otras formas, aplicando otros tests, el caso del pico máximo de fuerza por ejemplo, podría ser cambiado por un test de fuerza resistencia.

La variación dentro de los programas de EF conducirá a distintos resultados que también podrán ser comparados a otros tipos de EF de práctica regular por mujeres de edad intermedia (caminatas, gimnasia de mantenimiento, yoga, etc.), ampliando las opciones estudiadas bajo la perspectiva del mantenimiento de la salud. La prescripción de EF todavía tiene lagunas en relación a los resultados óptimos para la población femenina de edad intermedia. Este estudio aporta algunas consideraciones a tener en cuenta en los modelos de prescripción de EF para esta población en concreto, y a partir de esta vía abierta a la comunidad científica, se presenta

un largo camino por recorrer.

En este estudio, la edad superior en el grupo de ENM podría influenciar negativamente en las variables estudiadas pero, con el entrenamiento se obtuvo un incremento en la flexibilidad mientras el grupo Control, más joven, mantuvo el nivel de flexibilidad. Cuanto más pronto se actúa en la práctica deportiva o en las AVD, mejores serán los efectos preventivos a lo largo de los años. Dado el número elevado de mujeres sedentarias o con bajo nivel de actividad física en la edad intermedia, se apunta la necesidad de realizar estudios longitudinales que indiquen preferencias y hábitos durante las etapas anteriores al climaterio. Tales estudios nos mostrarán estrategias para la creación un estilo de vida activo desde una edad temprana e indican también, la posibilidad de desarrollar algún artículo en un futuro inmediato respecto a la ENM por ejemplo.



## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allum, J.H., Adkin, A.L., Carpenter, M.G., Held-Ziolkowska, M., Honegger, F., & Pierchala, K. (2001). Trunk sway measures of postural stability during clinical balance tests: effects of a unilateral vestibular deficit. *Gait and Posture*, 14(3), 227-37.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., O'Brien, W. L., Bassett, D. R. Jr., Schmitz, K. H., Emplaincourt, P. O., Jacobs, D. R. Jr., & Leon, A. S. (2000). Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, S498-S516.
- Alvarez, R. G., Martín, E. G., & Bordones, M. A. (2008). Conocimiento y actitud sobre el climaterio en mujeres entre 40 y 50 años. *Rev Obstet Ginecol Venez*, 68(1), 32-40.
- American College of Sports Medicine (1998). Position Stand on Recommend Quantify and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness; and Flexibility in Adult. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30(6), 975-991.
- American College of Sports Medicine (2 ed.) (2005). *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo.
- American College of Sports Medicine (7th ed) (2006). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Angulo Barroso, R. (2007-2008). Proyecto de Investigación: Método Centauro de revitalización en la tercera edad. Fase I. INEFC-Lleida.
- Alter, M. J. (2 ed.). (1996). *Science of flexibility*. Champaign: Human Kinetics.
- Alter, M. J. (4 ed.). (1998). *Los estiramientos*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Aracenta, J. B. (2001). Alimentación y actividad física. En: Aracenta, J. B. (Ed.), *Nutrición comunitaria* (pp. 101-115). Barcelona: Masson S. A.
- Araújo, C. G. S. de (1987). *Medida e avaliação da flexibilidade: Da teoria à prática*. (Tesis doctoral). Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Araújo, C. G. S. de (1999). Avaliação e treinamento da flexibilidade. En Ghorayeb, N., Barros Neto T. L. (Ed.). *O Exercício* (pp. 25-34). São Paulo: Atheneu.
- Araújo, C. G. S. de (2001). Flexitest: An office method for evaluation of flexibility. *Sports & Medicine Today*, 1, 34-7.
- Araújo, C. G. S. de (2002). Flexiteste: Proposição de cinco índices de variabilidade da mobilidade articular. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 8(1), 13-19.
- Araújo, C. G. S. de (2003). *Flexitest: an innovative flexibility assessment method*.

- Champaign: Human Kinetics.
- Araújo, D. S. M. S., & Araújo, C. G. S. de (2000). Aptidão física, saúde e qualidade de vida relacionada à saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 6, 194-203.
- Arnau Gras, J. (1996). *Métodos y técnicas avanzadas de análisis de datos en ciencias del comportamiento*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Arregui-Eraña, J. A., & Martínez de Haro, V. (2001). Estado actual de las investigaciones sobre flexibilidad en la adolescencia. *Revista Internacional Medica de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 2, 127-135.
- Baloh, R.W., Furman, J. M. (1989) Modern vestibular function testing. *West J Med.* 150(1), 59-67.
- Bañuel, A. (1992). Deporte y calidad de vida. Aspectos sociológicos de las actividades físico-deportivas de las mujeres en España. *Sistema Revista de Ciencias Sociales*, 110-111, 105-116.
- Bartual Pastor, J. (1998). El sistema vestibular y sus alteraciones. En Bartual, J., & Pérez, N. (Eds.), *Anatomía y fisiología del sistema vestibular periférico*. (pp 21-51). Barcelona: Elsevier.
- Bañuelos, F. S. (1996). *La actividad física orientada hacia la salud*. Madrid: Biblioteca Nueva, S. L.
- Barbany, J. R. (2002). *Fisiología del ejercicio físico y el entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Baydal Bertomeu, J. M., Barberá Guillem, R., Soler Gracia, C., Peydró de Moya, M. F., Prat, J. M., & Barona de Guzmán, R. (2004). Determinación de los patrones de comportamiento postural en población sana española. *Acta Otorrinolaringol*, 55, 260-269.
- Bellew, J. W., Yates, J. W. & Gater, D. R. (2003). The initial effects of low-volume strength training on balance in untrained older men and women. *J. Strength Cond. Res.* 17(1), 121-128.
- Benavent, J., Tella, V., González-Millan, I., & Colado, J. C. (2008). Comparación de diferentes tests de campo para la evaluación de la flexibilidad general activa. *Fit Perf J.*, 7(1), 26-9.
- Benito, P.J. (2008). Técnicas de entrenamiento orientadas a la consecución de objetivos en la salud y el rendimiento. En Jiménez Gutierrez, A. (Ed.), *Nuevas Dimensiones en el entrenamiento de la Fuerza: aplicación de nuevos métodos, recursos y tecnologías* (pp.

- 423-452). Barcelona: INDE.
- Berschin, G., Sommer, H. (2004). Vibrationskrafttraining und Gelenkstabilität: EMG-Untersuchungen zur Wirkung von Vibrationsfrequenz und Körperhaltung auf Muskelaktivierung und-koaktivierung. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*(55),152-156.
- Black, F. O., Wall, C., Rockette, H. E., & Kitch, R. (1982). Normal subject postural sway during the Romberg test. *Am J Otolaryngol*,3,309-318.
- Blair S. N., Cheng, Y., Holder, J. S. (2001). Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Medicine and Science in Sports and Exercise*,33(6),S379-S399.
- Bonachela, V. (1994). *Manual básico de hidroginástica*. Rio de Janeiro: Sprint.
- Boraita, A. P. (2008). Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. *Rev Esp Cardiol.*, 61, 514-28.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular*. Barcelona: INDE.
- Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O., Colli, R., Tihanyi, J., Von Duvillard, S. P., & Viru, A. (1998). The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biol Sport*, 15, 157-164.
- Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale, M., Iacovelli, M., Tihanyi, J., Von Duvillard, S. P., & Viru, A. (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol*, 16, 317-322.
- Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A., & Viru, A. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol*, 81, 449-454.
- Botella, J. (1990). *La edad crítica, climaterio y menopausia*. Barcelona: Salvat.
- Bruyere, O., Wuidart, M. A. et al. (2003). Presentation: Controlled whole body vibrations improve health related quality of life in elderly patients. Orland, FL. *American College of Rheumatology: meeting; October(23-28)*, Abstract 1271.
- Bunge, M. A. (2000). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. México: Siglo XXI.
- Burge, R., Dawson-Hughes, B., Solomon, D. H., Wong, J. B., King, A. and Tosteson, A. (2007), Incidence and Economic Burden of Osteoporosis-Related Fractures in the United States, 2005–2025. *Journal of Bone and Mineral Research*, 22, 465–475. doi: 10.1359/jbmr.061113

- Burns, N., & Grove, K. S. (2004). *Investigación en Enfermería*. Madrid: Elsevier.
- Calderón, M. Y., & Naranjo, I. C. (2004). Calidad de vida en la mujer de edad mediana. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 20(2). Recuperado de [http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showHomeMagazine&id\\_revista=69](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showHomeMagazine&id_revista=69). (consulta en: 04/11/2009)
- Carbonell, A. B., Aparicio, V. G., & Delgado, M. F. (2009). Efectos del envejecimiento en las capacidades físicas: implicaciones en las recomendaciones de ejercicio físico en personas mayores. *Rev. Int. Cienc. Deporte*, 17(5), 1-18. doi: 10.5232/ricyde2009.017.01
- Cardinale, M., & Pope, M. H. (2003). The effects of whole body vibration on humans: dangerous or advantageous?. *Acta Physiol Hung*, 90, 195-206.
- Case, L. (2001). *Aquagym*. Barcelona: Hispano Europa.
- Caspersen, C. J., Pereira, M. A., & Curran, K. M. (2000). Los cambios en los patrones de actividad física en los Estados Unidos, por sexo y edad de corte transversal. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 32(9), 1601-1609.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Nutr*, 100, 126-131.
- Castillo, I. I., Póo, M., & Alonso, I. M. (2004). Valoración del Índice de Salud Sf-36 Aplicado a Usuarios de Programas de Metadona. Valores de Referencia para la Comunidad Autónoma Vasca. *Rev. Esp. Salud Pública*, 78(5), 609-621. doi: 10.1590/S1135-57272004000500006
- Castillo, J. M., Rodríguez, M. M., Pinés, D. H., Navarro, J. E., & González Rivera, M. D. (2008). Barreras a la actividad física en las mujeres adultas y alternativas de conciliación. *Actividad física y deporte: ciencia y profesión*, 9, 13-24.
- Chen, J. C., Chang, W. R., Shih, T. S., Chen C. J., Chang W. P., Dennerlein, J. T., Ryan, L. M., Christiani, D. C. (2003). Predictors of whole-body vibration levels among urban taxi drivers. *Ergonomics*(46), 1075-1090.
- Chulvi Medrano, I., Heredia Elvar, J. R., Pomar, R., & Ramón, M. (2007). Evaluación de la Fuerza para la Salud: Reflexiones para su Aplicación en Programas de Acondicionamiento Físico Saludable. *PubliCE Standard pid: 778*. Recuperado de: [http://www.culturafitness.com/documents/evaluac\\_fuerza\\_salud\\_chulvi.pdf](http://www.culturafitness.com/documents/evaluac_fuerza_salud_chulvi.pdf) (Consulta en 23/04/08).
- Cochrane, D.J., Stannard, S. R., (2005). Acute whole body vibration training increases

- vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *Br J Sports Med. Nov. 39 (11)*, 860-5.
- Colado, S. J. C. (2004). *Española de Aerobic Federation. Acondicionamiento físico en el medio acuático*. Barcelona: Paidotribo.
- Colado, S. J. C. (2008). Criterios metodológicos para el entrenamiento de la fuerza en el medio acuático. En Jiménez Gutierrez, A. (Ed.), *Nuevas Dimensiones en el entrenamiento de la Fuerza: aplicación de nuevos métodos, recursos y tecnologías* (pp. 383-418). Barcelona: INDE.
- Colado, S. J. C., Moreno, M. J. A., & Vidal, J. (2000). Fitness acuático: una alternativa a las gimnasias de mantenimiento. *Apunts: Educación física y deportes*, 62, 68-81.
- Colado, S. J. C., & Moreno, M. J. A. (2001). *Fitness Acuático*. Barcelona: INDE.
- Cometti, G. (1998). *La pliometría*. Barcelona: Inde.
- Cornelius, W.L., Hagemann, R.W. Jr., Jackson, A. W. (1988). A study on placement of stretching within a workout. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28, 234.
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International Physical Activity Questionnaire: 12 country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*, 35, 1381-1395.
- Cross, R. P. (1984). *Adults as learners*. San Francisco: Jossey - Bass.
- Dantas, E. H. M. (5ª ed.) (2005). *Flexibilidade: alongamento e flexionamento*. Rio de Janeiro: Shape.
- De Hoyo, M., Granados, S. R., Carrasco, L., & Sañudo, B. (2009). Revisión del efecto agudo de las vibraciones mecánicas sobre diversas manifestaciones de la fuerza. *Revista Archivos de Medicina del Deporte*, 26(129), 14-21.
- Delecluse, C., Roelants, M., & Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 35(6), 1033-41.
- Delgado, M. F., Tercedor, P. S. (2002). *Estrategias de intervención en educación para la salud desde la educación física*. Barcelona: INDE.
- De Oliveira, C. G., Simpson, D. M., & Nadal, J. (2001). Lumbar back muscle activity of helicopter pilots and whole-body vibration. *J Biomech*, 34, 1309-15.
- De Ruiter, C. J., Van Raak, S. M., Schilperoort, J.V., Hollander, A.P., de Haan, A. (2003). The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile

- properties and activation of human knee extensors. *Eur J Appl Physiol*(90), 595-600.
- Del Valle, M. (2010). Ejercicio físico y salud. ¿Dónde Estamos?. Editorial: *Archivos de Medicina del Deporte*, 139(27), 327-328.
- Dinascan/IBV (1997). *Manual del usuario versión 8.0*. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). España.
- Di Santo, M. (2000). Evaluación de la Flexibilidad. *PubliCE Standard*. Pid: 22.
- Drinkwater, B. L. (2006). El Ejercicio y la Mujer Posmenopáusicas. *PubliCE Standard*. Pid: 644.
- Eckert, H. M. (1993). *Desenvolvimento motor*. São Paulo: Manole.
- Elzo, J., Orizo, F. A., González-Anleo, J., González, P., Laespada, M. T. & Salazar, L. (2000). *Jóvenes españoles 99*. Madrid: Fundación Santa María.
- Emslander, H.C., Sinaki, M. Muhs, J. M., Chao, E. Y., Wahner, H. W., Bryant, S. C., Riggs, B. L. & Eastell, R. (1998). Bone mass and muscle strenght in female college athletes (runners and swimmers). *Mayo Clin Proc*, Dec.73(12), 1151-1160.
- Fajardo, J. T., & Ferliú, G. M. (2004). Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura. *Revista Digital, Educación Física y Deportes*, 10, 79. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>, (Consulta en 18/05/2008).
- Feldenkrais, M. (1995). *El poder del yo*. Barcelona: Paidós.
- Fernández, L. C. (2003). Capacidades y cualidades motoras. *Revista Digital, Educación Física y Deportes*, 9, 62. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>, (Consulta en: 14/10/2008).
- Fernandez-Rio, J., Terrados, N., Fernandez-Garcia, B., & Suman, O. E. (2010). Effects of Vibration Training on Force Production in Female Basketball Players. *J Strength Cond Res*, 24(5), 1373-138. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d1d2b1
- Filippetto, M. C. & Olaso, S. C. Incidencia de la fuerza en los músculos extensores de la rodilla en mujeres de 45 a 55 años practicantes de actividad físico deportiva de mantenimiento. *Revista Digital, Educación Física y Deportes*, 122. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>, (Consulta en: 12/05/08).
- Fleishman, E. A. (1964). *The Structure and Measurement of Physical Fitness*. Englewood Cliffs. N.J.: Prentice-Hall.
- Fagnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., Pigozzi, F., Di Salvo, V.(2006).The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. *Am J Phys Med Rehabil*, 85, 956-962.

- Gagey, P. M. & Weber B. (2001). *Posturología. Regulación y alteraciones de la bipedestación*. Barcelona: Masson, S.A.
- García Barreno, P. (2009). Mecanotransducción. Una aproximación transegridal. En Ortiz Melón, J.M., Cascales Angosto, M. (Ed.), *Redes de Señalización y Estrategias Terapéuticas* (97-122). Madrid: Instituto de España Real Academia Nacional de Farmacia.
- García Ferrando, M. (2001). *Los españoles y el deporte: Prácticas y comportamientos en la última década del siglo XX. Encuesta sobre los hábitos deportivos de los españoles, 2000*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- García Ferrando, M. (2006). *Posmodernidad y Deporte: Entre la individualización y la masificación. Encuesta sobre hábitos deportivos de los españoles*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- García-Manso, J. M. (1999). *La fuerza*. Madrid: Gymnos.
- García-Manso, J. M., Navarro, M., & Ruiz, J. A. (1996). *Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte*. Madrid: Gymnos.
- Generalitat de Catalunya (2007). *Guia de Prescripció d'exercici físic per la salut (PEFS)*. Barcelona: Direcció General de Salut Pública.
- Gill, J., Allum, J. H., Carpenter, M. G., Held-Ziolkowska, M., Adkin, A. L., Honegger, F., & Pierchala, K. (2001). Trunk sway measures of postural stability during clinical balance tests: effects of age. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56 (7). doi:10.1093/gerona/56.7.M438
- González-Badillo, J. J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, XIV(1), 5-16.
- González-Badillo, J. J., & Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona. INDE.
- González Badillo, J. J.; Gorostiaga, E. (1996). Fundamentos del entrenamiento de la Fuerza. *Master Alto Rendimiento Deportivo*. Universidad Autónoma de Madrid-COES.
- González-Badillo, J. J., & Ribas, J. S. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona. INDE
- González-Millán, I. (1997-98). *Validación de pruebas de campo para la medición de la flexibilidad y su relación con la estructura corporal*. (Tesis Doctoral). Facultad de Biología Universidad de León, León.

- Griffin, M. J. (1997). Vibration and motion. *In Handbook of human factors and vibration*, ed. Salvendy, G. pp.829-857. New York. John Wiley and Sons.
- Gusi, N., Raimundo, A., & Leal, A. (2006). Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7(92). doi:10.1186/1471-2474-7-92.
- GUIA del Mundo. (2008). Madrid. IEPALA Editorial.
- Guidelines for the data processing and analysis of the “International Physical Activity Questionnaire”. 2005. Recuperado de: <http://www.ipaq.ki.se/scoring.htm>.(Consulta en 26 de enero de 2008).
- Hahn, E. (1988). *Entrenamiento con niños. Teoría, práctica, problemas específicos*. Barcelona. Martinez Roca.
- Hallal, P. C., Samuel, S. C., Bastos, J. P., Reichert, F. F., Siqueira, F. V., & Azevedo, M. R. (2007). Evolução da pesquisa epidemiológica em atividade física no Brasil: revisão sistemática. *Rev Saúde Pública*, 41(453-60).
- Hardman, A. E. & Stensel, D. J. (2003). *Physical Activity and Health: The Evidence Explained*. London: Routledge.
- Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al.(2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation Journal of the American Heart Association*, 116(1081-93).doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185649
- Heyward, V. H. (5° ed.) (2008). *Evaluación de la aptitud física y Prescripción del Ejercicio*. Madrid: Medica Panamericana S.A.
- Heredia Elvar, J. R., Costa, M, R., & Abril, M. M. (2005). Criterios para la observación, control y corrección de ejercicios de musculación para la salud. *PubliCE Standar pid: 426*.
- Hu, F. B., Willet, W. C., Li, T., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., & Manson, J. E. (2004). Adiposity as compared with physical activity in predicting mortality among women. *N Engl J Med*, 351, 2694-703.
- Hui, S. S. C., Yuen, P. Y., Morrow, J. R. & Jackson, A. W. (1999). Comparison of the criterion-related validity of sit-and-reach tests with and without limb length adjustment. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 401-06.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2002). Salud. Cifras INE. *Boletín Informativo del*

- Instituto Nacional de Estadística*, 7, 16-17.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2009). Salud. Cifras INE. *Boletín Informativo del Instituto Nacional de Estadística*, 2, 1-12.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2010). Salud. Cifras INE. *Boletín Informativo del Instituto Nacional de Estadística*.
- Issurin, V. B., Liebermann, D. G., & Tenenbaum, G. (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J Sports Sci*, 12, 561-6.
- Issurin, V. B., & Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J Sports Sci* 17, 177-82.
- International Physical Activity Questionnaire. IPAQ. Recuperado de <http://www.ipaq.ki.se> (Consulta en 14 de diciembre de 2008).
- Jiménez, A. (2003). *Fuerza y Salud, la aptitud músculo-esquelética, el entrenamiento de fuerza y la salud*. Barcelona: Ergo.
- Kannus, P., Parkkari, J., & Niemi, S. (1995). Age-adjusted incidence of hip fractures. *PubMed*, 346(8966), 50-51.
- Kaplan, R. (1985). Quantification of health outcomes for policy studies in behavioral epidemiology. *Journal of Applied Physiology*, 52, 104-106.
- Kaplan, F. S. (1995). Prevenção e Tratamento da Osteoporose. *Revista Clinical Symposia*, 47 (1), 3-38.
- Kaufman K. R. (2004). Objective assessment of posture and gait. En: Bronstein, A. M, Brandt, T, Woollacott, M. H, and Nutt, J. G. (Eds.). *Clinical disorders of balance, posture and gait* (pp.130-146). London: A Hodder Arnold Publication.
- Kawanabe, K., Kawashima, A., Sashimoto, I., Takeda, T., Sato, Y., Iwamoto, J. (2007). Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *The Keio Journal of Medicine*, 56 (1), 28-33. doi:10.2302/kjm.56.28.
- Kerschman-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., & Imhof, H. (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clin Phvs*, 21(3), 337-382.
- Kirchengast, S. (1993a). Relations between anthropometric characteristics and degree of severity of the climateric syndrome in austrian women. *Maturitas*, 17, 167-80.
- Kirchengast, S. (1993b). Anthropometric-hormonal correlation patterns in fertile and post-menopausal women from Austria. *Ann Hum Biol*, 26, 47-65.

- Kumar, A., Varghese, M., Mohan, D., Mahajan, P., Gulati, P., Kale, S. (1999). Effect of whole-body vibration on the low back. A study of tractor-driving farmers in North India. *Spine (24)*, 2506-2515.
- Kuznetzova, Z. I. (1981). *I periodi critici nello sviluppo della velocità, Della forza e della resistenza in soggetti di età scolare*. Mosca: Acad. Ped. Sci. Publi.
- Landers, K. A., Hunter, G. R., Wetzstein, C. J., Bamman, M. M., & Weinsier, R. L. (2001). The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 56(10), B443-448.
- Lázaro, A. L. (2000). El Equilibrio Humano: Un Fenómeno Complejo. Das menschliche Gleichgewicht: Ein komplexes Phänomen. *Motorik*, 2, 80-86.
- Leermakers, E., Dunn, A., & Blair, S. (2000). Exercise management of obesity. *Med Clin N Am*, 84, 1-19.
- Lieberman, D. G., & Issurin, V. (1997). Effort perception during isotonic muscle contractions with superimposed mechanical vibratory stimulation. *Journal of Human Movement Studies*, 32, 171-186.
- McCall, G. E., Grindeland, R. E., Roy, R. R., & Edgerton, V. R. (2000). Muscle afferent activity modulates bioassayable growth hormone in humana plasma. *J Appl Physiol*, 89, 1137-1141.
- Marcos Becerro, J. F. (1994). *Ejercicio, forma física y salud: fuerza, resistencia y flexibilidad*. Madrid: Eurobook.
- Marin, P. J. (2008). Aplicaciones de la estimulación neuromuscular mecánica (vibraciones): recursos metodológicos y tecnológicos. En Jiménez Gutierrez, A. (Ed.), *Nuevas Dimensiones en el entrenamiento de la Fuerza: aplicación de nuevos métodos, recursos y tecnologías* (271-308). Barcelona: INDE.
- Marques, J., & Pereira, N. (1999). *Hidroginástica: ejercicios comentados: cinesiología aplicada à hidroginástica*. Rio de Janeiro: Ney Pereira.
- Mcbride, J. M., Schuenke, M. & Porcari, J. (2003). Vibration alters pattern of muscle activity during fatiguing resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5), S294.
- Manno, R. (1999). *El entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde.

- Martínez-González, M. A., Sánchez-Villegas, A., & Faulín Fajardo, F. J. (3 ed.) (2009). *Bioestadística Amigable*. Madrid: Diaz de Santos.
- Masi, F. D. (2000). *Hidro: Propiedades Físicas e Aspectos Fisiológicos*. Rio de Janeiro: Sprint.
- Matsudo, S. M. (2002). Envelhecimento, atividade Física e saúde. *R. Min. Educ. Fís*, 10(1), 195-209.
- Matsudo, S. M. (2008). Atividade Física: Passaporte para a Saúde. *Motriz Rio Claro*, 14(2), S12-13. (Supl. II Congresso Internacional de Biodinâmica da Unesp, p.S1-S141).
- Mester, J., Kleinder, H., Yue, Z., 2006. Vibration training: benefits and risks. *J Biomech* 39, 1056-65.
- Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, Portal Estadístico del SNS. (2009). *Encuesta Europea de Salud en España 2009*. Recuperado de [http://www.msps.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/Tema1\\_porcentual.pdf](http://www.msps.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/Tema1_porcentual.pdf)
- Minkler, S. A. & Patterson, P. (1994). The validity of the modified sit and reach test in college age students. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 189-192.
- Mirella, R. (2001). *Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad*. Barcelona: Paidotribo.
- Monteiro, G. de A. (2000). *Avaliação da flexibilidade: manual de utilização do flexímetro Sanny*. São Paulo: American Medical do Brasil Ltda.
- Moras, G. (2002). Amplitud de moviment articular i la seva valoració: el test flexomètric (Tesi doctoral). Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Moras, G., Tous, J., Muñoz, C. J., Padullés, J. M., y Valejjo, L. (2006). Electromyographic response during whole-body vibrations of different frequencies with progressive external loads. *Revista Digital, Educación Física y Deportes*, 10, 93. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>, (Consulta en 13/10/2008).
- Moreno, J. A., & Gutiérrez, M. (1997). Motivos de prácticas en los programas de actividades acuáticas. *Áskesis*, 2.
- Moreno, J. A. & Gutiérrez, M. S. (1998). *Bases metodológicas para el aprendizaje de las actividades acuáticas educativas*. Barcelona: INDE.
- Mosquera, M. J. & Puig, N. (2002). Género y edad en el deporte. En García Ferrando, M., Puig, N., Lagardera, F. (Eds.), *Sociología del Deporte* (114-141). Madrid: Alianza Editorial.
- Nájera, P. (2000). Educación para la salud: evolución y perspectivas. *Alim Nutri Salud*, 7(1),

15-20.

- Navarro, J. E., González Rivera, M. D., Rodríguez, M. M., Pinés, D. H., & Castillo, J. M. (2008). Hábitos de actividad física y demandas de servicios de actividad física de las mujeres adultas. *Revista Digital, Educación Física y Deportes*, 12, 118. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>, (Consulta en 10/10/2010).
- Navarro, F., Arellano, R., Carnero, C. & Gosálvez, M. (1990). *Natación*. COE. Madrid.
- Navarro, J., & Navarro, J. M. (1999). *El climaterio*. Barcelona: Masson.
- NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. (2001, February). Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. *JAMA*, 285(6), 785-95.
- Noble, B.J., Borg, G.A.V., Jacobs, I., Ceci, R. and Kaiser, P. (1983). A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 115(6), 523-528.
- Norré, M. E. (1993). Sensory interaction testing in platform posturography. *J Laryngol Otol*, 107(6), 496-501.
- Norris, C. M. (1996). *La flexibilidad: Principios y práctica*. Barcelona: Paidotribo.
- Olympic.org, Official website of the Olympic Movement. (2008). *Women and Sport*. Recuperado de <http://www.olympic.org/en/content/Olympism-in-Action/Women-and-sport/Beijing-scores-record-womens-participation/>.
- Ortuño Cortés, M. A. (2008). *Análisis Clínico y Posturográfico en Ancianos con Patología Vestibular y su Relación con las Caídas* (Tesis Doctoral). Universitat De Valencia. Valencia
- Palmisciano, G. & Montalbetti, L. (1994). *500 ejercicios de equilibrio: Aspectos Biológicos, Mecánicos y Didácticos*. Barcelona: Hispano Europea.
- París, F. (1996). *El deporte en las universidades españolas. Análisis de la encuesta sobre su organización, práctica y equipamientos*. Serie I.C.D. Madrid: Consejo Superior de Deportes y Ministerio de Educación y Cultura.
- Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C., Buchner, D., Ettinger, W., Heath, G. W., King, A. C., Kriska, A., Leon, A. S., Marcus, B. H., Morris, J., Paffenbarger, R. S., Patrick, K., Pollock, M. L., Rippe, J. M., Sallis, J. F. and Wilmore, J. H. (1995). Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Journal of*

- the American Medical Association*, 273, 402–407.
- Pate, R. R. (1983). A new definition of youth fitness. *The Physician and Sports Medicine*; 11, 77-83.
- Pérez, C., Van Praagh, E., Gibney, M., & Sjostrom, M. (1999). ILSI Europe workshop on diet and Physical activity-interactions for health: Summary and conclusions. *Public Health Nutr*, 2, 321-326.
- Platonov, V. N. & Bulatova, M. M. (1993). *La preparación física*. Barcelona: Paidotribo.
- Puig, N., & Soler, S. (2004). Mujer y deporte en España: estado de la cuestión y propuesta interpretativa. *Apunts, Educación Física y Deportes*, 76, 71-78.
- Randall, J. M., Matthews, R. T., Stiles, M. A. (1997). Resonant frequencies of standing humans. *Ergonomics* (40).
- Real Academia Española. 2011. Recuperado de <http://www.rae.es/rae.html>
- Reischle, K. (1993). *Biomecánica de la natación*. Madrid. Gymnos.
- Rittweger, J., Beller, G., Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects os exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol*(20), 134-42.
- Rittweger, J., Ehrig, J., Just, K., Mutschelknauss, M., Kirsch, K. A., Felsenberg, D. (2002a). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise:influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int J Sports Med*(23), 428-32.
- Rittweger, J., Just, K.,Kautzsch, K., Reeg, P., Felsenberg, D. (2002b). Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and wholly-body vibration exercise: a randomized controlled trial. *Spine*(27), 1829-34.
- Rittweger, J., Mutschelknauss, M., Felsenberg, D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*(23), 81-6.
- Rocha, J. C. C. (2 ed.) (1994). *Hidrogenástica teoria e prática*. Rio de Janeiro: Sprint.
- Rodríguez-Artalejo, F., & Gutierrez-Fisac, J. L. (2001). El estado de salud de la población española y su relación con la alimentación. En SENC (Sociedad Española Nutrición Comunitaria). *Guías Alimentarias para la población Española* (pp. 205-210). Madrid.
- Rodríguez Merchán, E. C., Ortega Andreu, M., Alonso Carro, G. (2003). *Fracturas osteoporóticas: prevención y tratamiento*. Madrid: Panamericana.
- Roelants, M., Delecluse, C., Goris, Verschueren, S. M. (2004). Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strenght in untrained females. *Int J Sports Med*(25), 1-5.

- Rønnestad, B. R. (2004). Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *J Strength Cond Res*(18), 839-45.
- Rosenzweig, M. R., Leiman, A. L., & Breedlove, S. M. (2ª ed.) (2005). *Psicobiología: una introducción a la neurociencia conductual, cognitiva y clínica*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Rubin, C., Cullen, D., Ryaby, J., McCabe, J., & McLeod, K. (2004). Prevention of Postmenopausal Bone Loss by a Low-Magnitude, High-Frequency Mechanical Stimuli: a Clinical Trial Assessing Compliance, Efficacy, and Safety. *J Bone Miner Res*, 19, 343-351. doi: 10.1359/JBMR.0301251
- Russo, C. R., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Guralnik, J.M., Ferrucci, L. (2003). High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil* (84), 1854-1857.
- Salvarani, A., Agosti M., Zanré, A., Ampollinin, A., Montagna, L., Franceschini, M.(2003). Mechanical vibration in the rehabilitation of patients with reconstructed anterior cruciate ligamento. *Eur Medicophys* 39, 19-25.
- Sands, W. A., McNeal, J. R., Stone, M. H., Russell, E. M., & Jemni, M. (2006). Flexibility enhancement with vibration: Acute and long-term. *Med Sci Sports Exerc.*, 38(4), 720-5.
- Schluskel, M. M., Dos Anjos, L. A., De Vasconcellos, M. T., & Kac G. (2008). Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clin Nutr*, 27(4), 601-7. doi:10.1016/j.clnu.2008.04.004
- Selepak, G. (2001). Terapia acuática en la rehabilitación. En W. E. Prentice, *Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva* (p. 216-224). 3ª ed. Barcelona: Paidotribo.
- Siff, M. C., & Verkoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Sjostrom, M., Oja, P., Hagstromer, M., Smith, B. J. & Bauman, A. (2006). Health-enhancing physical activity across European Union countries: the Eurobarometer study. *J Public Health*, 14, 291-300. doi: 10.1007/s10389-006-0031-y
- Spiliopoulou, S. I., Amiridis, I. G., Tsigganos, G., Economides, D., & Kellis, E. (2010). Vibration effects on static balance and strength. *Int J Sports Med.*, 31(9), 610-6.
- Sumners, P., Almy, J., Gordon, R., Evans M., Tang, W., Turner, D. L., & Bowtell, J.L. (2003). Effect of superimposed « vibration » during leg strength training using a new method high-frequency braking force as the vibrations stimulus. *J Physiol*(547P) PC 10. Poster Communications.
- Terret, T. (2001). *A history of aquatic fitness*. USA. Aquatic Exercise Association.

- Thacker, S. B., J. Gilchrist, D. F. Stroup., & C. D. Kimsey, JR. (2004). The Impact of Stretching on sports Injury Risk: A Systematic Review of the Literature. *Med. Sci. Sports exerc.*, 36(3), 371-378. doi: 10.1249/01.MSS.0000117134.83018.F7
- Thein, J. M., & Brody, L. T. (1998). Aquatic-based rehabilitation training for the elite athlete. *J. Orthop sports Phys Ther*, Jan.27(1), 32-41.
- Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP). (2002). Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*, 106:3143-3421.
- Thompson, P. D., Buchner, D., Piña, I. L., Balady, G. J., Williams, M. A., Marcus, B. H., Berra, K., Blair, S. N., Costa, F., Franklin, B., Fletcher, G. F., Gordon, N. F., Pate, R. R., Rodriguez, B. L., Yancey, A. K., & Wenger, N. K. (2003). Exercise and Physical activity in the Prevention and Treatment of Atherosclerotic Cardiovascular Disease. *Circulation*, 107(24), 3109-3116. doi: 10.1161/01.ATV.0000089628.63625.D4
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T. A., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T. L., Jarvinen, M., Oja, P. & Vuori, I. (2002). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc*, 34, 1523-8.
- Troup, J. (1978). Driver's back pain and its prevention: A review of postural, vibratory and muscular factors together with problem of transmitted road-shock. *Applied Ergonomics*(9), 207-214.
- Tuero, C., Márquez, S., & De Paz, J. A. (2001). El cuestionario como instrumento de valoración de la actividad física. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 63, 54-61.
- Unnanuntana, A., Gladnick, B. P., Donnelly, E., & Lane, J. M. (2010). The Assessment of Fracture Risk. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American)*, 92, 743-753. doi:10.2106/JBJS.I.00919
- Vázquez Gómez, B. (2001). Nuevos retos para el deporte y las mujeres en el siglo XXI. *Actas del Congreso Mujer y Deporte*, Bilbao.
- Vázquez Gómez, B. (comp.) (2002a). Mujeres y actividades físico-deportivas. *Investigaciones en Ciencias del Deporte*, 35. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Vázquez Gómez, B. (comp.) (2002b). Las mujeres en la competición deportiva. *Investigaciones en Ciencias del Deporte*, 30. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Vázquez, S. C. (2005). Plataformas Dinamométricas: Aplicaciones. *Biociencias, Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 3.

- Verkhoshansky, Y. V. (1996). Componenti e Structura Dell impegno esplosivo di Forza. *Rivista di cultura Sportiva*, n° 34, 15-21.
- Verschueren, S., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2004). Effect of 6 Month whole Body Vibration Training on Hip Density, Muscle Strength, and Postural Control in Postmenopausal Woman: A Randomized Controlled Pilot Study. *J Bone Miner Res*, 19, 352-359. doi: 10.1359/JBMR.0301245
- Vianna, L. C., Oliveira, R. B., & Araújo, C. G. S. (2007). Age-Related Decline in Handgrip Strength Differs According to Gender. *J. Strength Cond. Res*, 21(4), 1310-1314.
- Ward, K., Alsop, C., Caulton, J., Rubin, C., Adams, J., & Mughal, Z. (2004). Low magnitude mechanical loading is osteogenic in children with disabilities conditions. *J Bone Miner Res*(19), 360-9.
- Ware, J. E., & Sherbourne, C. D., (1992). The MOS 36-item short form health survey (SF-36) I. *Medical Care*, 30(6), 473-483.
- Warman, G., Humphries, B., & Purton, P. (2002). The effects of timing and application of vibration on muscular contractions. *Aviat Space Environ Med*(73), 119-127.
- Weineck, J. (1989). Importancia y entrenamiento de la flexibilidad. *REEFD*, 21, 9-21.
- Weineck, J. (1991). *Biologia do esporte*. São Paulo: Manole.
- Werner, W. K., Hoeger, W.W.(1995). Is water aerobics aerobic? *Fitness Management Magazine*(5)11, 28-30 y 43.
- Wilson, G. J., & Murphy, A. J. (1996). The use of isometric test of muscular function in athletic assessment. *Sports Medicine*, 22, 19-37.
- World Health Organization. The World Health Report: reducing risks, promoting healthy life. Geneva: World Health Organization; 2002.
- Wolff, I., Van Croonenborg, J. J., Kemper, H. C. G., Kostense, P. J. & Twisk, J. W. R. (1999). The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre-and postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 9 (1)1-12.
- Zaciorskij, V .M. (1972). *Le qualità fisiche dello sportive*. Milano: Atletica leggera.
- Yue, Z., & Mester, J. (2004). A modal Analysis of Resonance during the Whole-Body Vibration. *Studies in Appl Math*(112), 293-314.

## VIII. ANEXOS

### 1. Consentimiento informado

#### Consentimiento para Participar en la Investigación

Usted puede ser elegido para participar en un estudio de investigación. Este documento le da información importante sobre el estudio. En él se describen los objetivos y los posibles riesgos y beneficios por participar.

Por favor, lea detenidamente este documento. Al terminar, debe hablar con el investigador para aclarar cualquier duda. Si decide participar en este estudio, le pediremos que firme este documento en la última página. Antes de firmar, asegúrese de que entiende el objetivo de dicho estudio y cuales son los posibles beneficios y riesgos.

#### 1. Información General sobre el estudio e investigadores

Titulo del estudio:

Fitness acuático y entrenamiento neuromuscular mecánico: efectos en la fuerza, flexibilidad y equilibrio de mujeres con edad intermedia.

Realización:

INEFC de Lleida (Laboratorio de Biomecánica y Club Inef).

Nombre y afiliación del principal investigador(es) responsable de este estudio:

Dr. Xavier Peirau, Profesor INEFC Lleida, Marcia Cristina Filippetto, alumna doctorado INEFC Lleida.

#### 2. Objetivo del estudio

- Verificar la incidencia de la actividad físico deportiva de fitness acuático y entrenamiento neuromuscular mecánico en el desarrollo de la fuerza representada por el Pico Máximo de Fuerza (PMF) de la contracción isométrica máxima, provocada por los músculos participantes en la cadena cinética compuesta por los extensores de tobillo, de la rodilla, y de la cadera, en mujeres con rango de edad entre 45 y 55 años.
- Evaluar los niveles de flexibilidad de los miembros inferiores de las mujeres practicantes de fitness acuático y entrenamiento neuromuscular mecánico con rango de edad entre 45 y 55 años.
- Evaluar la estabilidad de las mujeres practicantes de fitness acuático y entrenamiento neuromuscular mecánico con rango de edad entre 45 y 55 años.

### 3. Información sobre los participantes

Participar en este estudio es completamente voluntario. No tiene que participar si no quiere. Puede retirarse de este estudio en cualquier momento sin ninguna penalización.

¿Quién puede participar en este estudio?

Primeramente serán analizadas las fichas médicas que son pedidas por el Club Inef previamente al inicio de las actividades.

Criterios de inclusión:

Edad aproximada entre 45-55.

Género femenino.

Haber firmado el consentimiento informado.

No sufrir de ninguna enfermedad crónica incapacitante.

Deseo de realizar actividad física.

Criterios de exclusión:

Participar en otro estudio de investigación.

Enfermedades incapacitantes a realización de actividad física.

Impedimentos visuales, vestibulares (mareos, vértigos), o propioceptivos que limitan la actividad física.

3.2 ¿Cuántas personas formarán parte de este estudio?

Cuarenta y cinco. (45)

### 4. Información sobre los procedimientos del estudio

4.1 ¿Qué es lo que se me hará exactamente en este estudio? ¿Qué clase de procedimientos de investigación se me realizarán si decido participar en este estudio?

Este Estudio tiene dos componentes: EVALUACIONES e ENTRENAMIENTO.

Inicialmente, se analizará el cuestionario aplicado por el Club Inef (Cuestionario de Par-Q) antes de participar de las actividades, para comprobar si el estado de salud es adecuado para participar en este estudio. Si la valoración es positiva, se le invitará a participar en el estudio. En caso contrario se le explicaran las razones por las que se le niega la participación. Se pasará un cuestionario para evaluar el nivel inicial de Actividad física (IPAQ).

EVALUACIONES: Durante las evaluaciones, mediremos sus características físicas, y su rendimiento en pruebas como Prensa Horizontal con célula de carga, Plataforma de fuerza, Sentar e Alcanzar. Realizaremos 3 evaluaciones durante el curso del estudio. Dos de ellas se efectuarán antes del inicio del programa de entrenamiento y la última al terminar la intervención. Todas las evaluaciones serán idénticas entre ellas y por lo tanto describiremos

sólo una. Tomando como referencia el inicio de la intervención, la primera evaluación será en la semana anterior, la segunda será justo antes de empezar el programa y la tercera después de 12 semanas, justo al acabar las actividades. En cada evaluación, mediremos variables biomecánicas (fuerza muscular, rango de movimiento, estabilidad). La duración total de dicha evaluación será de 40 minutos, siendo 10 minutos aproximadamente para cada prueba.

**ENTRENAMIENTO:** Cada programa de entrenamiento durará 12 semanas con una frecuencia de sesiones de 2 días por semana. Las posibilidades son: (1) entrenamiento de fitness acuático, (2) entrenamiento neuromuscular mecánico (plataforma vibratoria), e (3) no entrenamiento, grupo controle.

En el programa de fitness acuático se realizarán actividades ofrecidas por el Club Inef en la piscina.

En el programa con plataforma vibratoria se realizan en las dependencias del Ateneu Popular de Lleida.

4.2 ¿Cuánto tiempo es necesario para participar en este estudio? ¿Cuándo habré terminado con este estudio?

La duración total de este estudio es de aproximadamente de 12 semanas. Usted deberá participar en 3 sesiones de evaluación con una duración de 40 minutos cada una, de las cuales será avisado posteriormente. Además, deberá tomar parte en el entrenamiento de 12 semanas con sesiones de actividades 2 días a la semana (días en los cuales estas apuntada para las clases de fitness acuático) y días en los cuales concretaste con la investigadora en el Ateneu Popular.

## **5. Información SOBRE Riesgos y beneficios**

5.1 ¿Qué riesgos corro al participar en este estudio? ¿Qué es lo que los investigadores hacen para protegerme de estos riesgos?

Los riesgos que se prevén son mínimos. En las evaluaciones a realizar en el INEFC de Lleida, ninguna actividad supone un esfuerzo máximo, excepto en las evaluaciones de fuerza. En este caso, realizaremos ejercicios de calentamiento y una práctica para evitar lesiones. Durante la intervención, los ejercicios a ejecutar estarán programados por expertos, con una carga y volumen de esfuerzo sólo un poco por encima de lo que habitualmente hace. Además, siempre se harán ejercicios de calentamiento y estiramientos para facilitar la recuperación y evitar lesiones.

5.2 ¿Qué ocurre si me lesiono, o tengo algún problema como resultado de este estudio?

Los investigadores toman todas las precauciones para minimizar ningún problema. En el caso

de que crea que se ha lesionado por culpa de este estudio, contacte con el investigador.

Por favor: Es muy importante que comunique a los investigadores de cualquier dolor, lesiones, o problemas que le ocurran durante este estudio.

5.3 Si participo en este estudio, ¿puedo participar en otros estudios?

Participar en más de un estudio puede aumentar el riesgo de problemas o lesiones. Además puede afectar los resultados. Por lo tanto, no debe participar en más de un estudio sin el consentimiento explícito del investigador principal.

5.4 ¿Qué beneficios puedo obtener al participar en este estudio? ¿Pueden otras personas beneficiarse a través de este estudio?

Puede que no obtenga ningún beneficio por participar en este estudio aunque nosotros creemos que los sujetos participantes obtendrán el beneficio de la intervención. Ahora bien, el efecto puede variar desde mínimo a un gran efecto. En cualquier caso, todos los sujetos disfrutarán de las actividades de forma gratuita en la Plataforma de vibratoria.

Los resultados de este estudio pueden ayudar a planificar programas de intervención en la edad adulta de la mujer que sean más efectivos, así mejorando la calidad de vida de muchas otras personas.

## **6. INTERRUPCIÓN DEL ESTUDIO**

6.1 Si quiero retirarme de este estudio, ¿qué debo hacer?

Puede retirarte del estudio en cualquier momento. Si lo hace antes de que el estudio se haya terminado, no habrá ninguna penalización. Sus razones por retirarse del estudio antes de que se acabe y los datos recogidos hasta ese momento serán datos que formarán parte del estudio. Por favor, contacte con el investigador principal en la sección 9 de este documento si desea retirarse antes del final del estudio.

6.2 ¿Pueden los investigadores retirarme del estudio incluso si quiero continuar participando?

Si, puede haber numerosas razones para que los investigadores determinen la finalización de su participación. Algunos ejemplos son:

Los investigadores creen que no es de su mejor interés el continuar.

Sus circunstancias cambian y algún criterio de exclusión es ahora aplicable a su caso.

No sigue las instrucciones de los investigadores, como no presentarte en las evaluaciones o en las sesiones de la intervención.

## **7. Información financiera**

Por la participación en este estudio no obtendrá ninguna remuneración económica por parte

de los organizadores. Sin embargo, todo el programa en la plataforma vibratoria será gratuito para usted.

## **8. confidencialidad de los datos de los sujetos**

Su información personal será protegida. Toda la información recogida en este estudio será confidencial. Todos los datos recogidos, tanto personales como de rendimiento, serán guardados en lugar seguro en el cual sólo el personal científico tendrá acceso. Cada participante será referido por una clave de identificación, y sólo el coordinador del proyecto conocerá la relación entre los datos personales y el código de identificación. El resto del personal científico, sólo conocerá el primer nombre del sujeto y su clave de identificación. Ninguna referencia personal se realizará en cualquiera de las publicaciones o presentaciones que se realicen del estudio a no ser que el participante de permiso por escrito.

## **9. INFORMACIÓN CONTACTO**

### 9.1 ¿Con quién contacto sobre este estudio?

Por favor, contacte con los investigadores listados aquí para:

Obtener más información sobre el estudio

Preguntar algo sobre los procedimientos

Consultar sobre algún problema o lesión

Terminar tu participación antes del final del estudio

Marcia Filippetto 667892685

Vicente Beltran 973-272022 ext. 371

Club Inef 973-272022 ext. 270

## **10. Información recibida**

### 10.1 ¿Qué documentos se me entregaran?

Su firma en este documento significa que ha recibido una copia de los siguientes documentos:

1. Consentimiento informado. (Nota: Además de la copia que se le entrega, otra copia será guardada como parte confidencial de sus documentos del estudio).

## **11. FIRMAS**

Participante de la investigación:

Yo,

(Nombre y apellidos en mayúsculas)

He leído y entiendo la información de este documento.

He hablado sobre este estudio, sus riesgos y sus beneficios, con \_\_\_\_\_.

Mis preguntas han sido contestadas.

Comprendo que:

1. Mi participación es voluntaria
2. Que no me supone ningún beneficio directo
3. Que la no aceptación de participar en este estudio no repercutirá en nada
4. Que la información obtenida de este estudio es confidencial

Firma del Participante:

Fecha:

Teléfono:

Fecha de Nacimiento:

Calle:                      N°:      Piso:      N° SS.:

Sujeto ID: \_\_\_\_\_

Investigador Principal (o Colaborador):

He entregado al participante de la investigación la información sobre el estudio. El participante ha indicado que entiende el objetivo y las implicaciones de su participación.

Nombre:

Firma:

Fecha de la firma:

## 2. Cuestionario IPAQ.

### CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

(Octubre de 2002)

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

\_\_\_\_\_ **días por semana**

Ninguna actividad física vigorosa → *Pase a la pregunta 3*

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

\_\_\_\_\_ **días por semana**

Ninguna actividad física moderada → *Pase a la pregunta 5*

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

\_\_\_\_\_ **días por semana**

No caminó → *Pase a la pregunta 7*

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permaneció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

**Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.**

### 3. Cuestionario de Par-Q.

#### CUESTIONARIO DE APTITUD PARA LA ACTIVIDAD FÍSICA (PAR-Q) (2002)

Las preguntas formuladas en el presente cuestionario permiten establecer la posibilidad de que pueda ser evaluado, e iniciarte en la práctica regular y sistemática de actividad física. Para la de la mayoría de las personas, la actividad física no representa dificultad o riesgo alguno, sin embargo, existe un pequeño grupo de población, para la cual la misma, está contraindicada, o necesita de asesoramiento médico adecuado, para poder establecer las limitaciones existentes y el nivel de intensidad apropiado, en concordancia con el perfil de individualidad de posibilidades. Por tal Motivo, le agradecemos responda las diferentes preguntas en la forma correcta, marcando la casilla correspondiente:

Sí	No	PREGUNTAS
		1. ¿Alguna vez el médico le ha dicho si usted sufre de enfermedad cardíaca?
		2. ¿Usted siente dolor en el pecho cuando hace actividad física?
		3. ¿Le ha dolido el pecho en el último mes, cuando no está haciendo ejercicio?
		4. ¿Usted pierde el balance a causa que se maree, y alguna vez ha perdido el conocimiento?
		5. ¿Tiene algún problema en las articulaciones (por ejemplo, espalda, rodillas, o cadera) que pueda empeorar por las actividades físicas propuestas?
		6. ¿Está tomando medicamentos recetados por el médico para la presión arterial o para el corazón?
		7. ¿Sabe usted, de cualquier otra razón por la cual usted no debería hacer actividad física, aún si usted lo desea?

SI CONTESTÓ QUE SÍ A UNA O MÁS DE LAS PREGUNTAS:

Antes de empezar el programa de ejercicio físico debe solicitar los servicio de un médico y mostrarle las preguntas que hay contestado afirmativamente. Después de evaluación médica, debe solicitar información relacionada con su nivel de aptitud y las restricciones en programas de ejercicio físico.

SI CONTESTÓ QUE NO A TODAS LAS PREGUNTAS:

Está aparentemente en condiciones de participar en el programa de ejercicio físico.

HE LEÍDO, ENTENDIDO Y LLENADO COMPLETAMENTE ESTE CUESTIONARIO  
RESPONDIENDO A TODAS LAS PREGUNTAS.

Nombre: \_\_\_\_\_

## 4. Escala de Borg

### Escala de esfuerzo percibido de Borg (modificada)

- 0:** Nada
- 0,5:** Muy, muy leve
- 1:** Muy leve
- 2:** Leve (débil)
- 3:** Moderado
- 4:** Un poco duro
- 5; 6:** Duro (intenso)
- 7; 8; 9:** Muy duro
- 10:** Muy, muy duro
- . Máxima

Con base en Noble, Borg, Jacobs, Ceci & Kaiser (1983) in ACSM, (2005, p.92).

## 5. Programas de entrenamiento:

### 5.1 Programa de ENM

El programa de entrenamiento se divide en cuatro etapas, Inicial, Intermedio y Avanzado. El nivel Intermedio se subdivide en dos por ser el periodo más largo.

#### 1- Cuatro semanas intensidad baja y nivel Inicial:

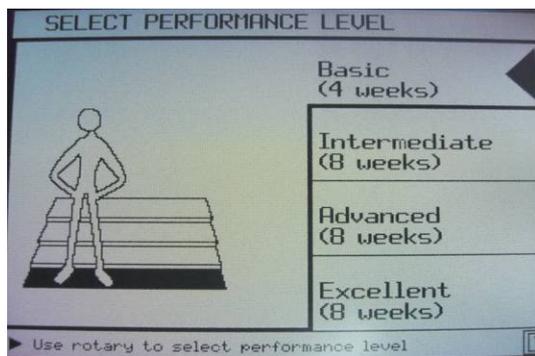


Figura a: Opción “nivel inicial” de entrenamiento.

En la primera semana serán dos ejercicios en posición estática:



Figura b: Ejercicio 1: rodillas semiflexionadas, posición estática.

Frecuencia 20Hz. Tiempo 30s. Intervalo 60s.

Indicaciones: Coger las manos en el soporte de la maquina, hombros y cervicales relajadas y el abdomen contraído durante el periodo de vibración.

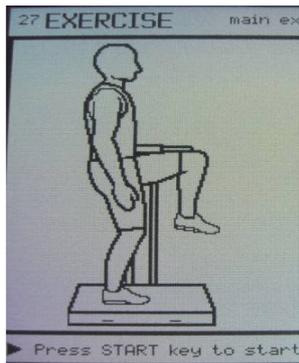


Figura c: Ejercicio 2: Una pierna a 90°.

Frecuencia 25Hz. Tiempo 30s. Intervalo 60s.

Indicaciones: La mano cogida en el soporte de la maquina, el otro brazo relajado a lo largo del cuerpo, abdomen contraído, cervicales relajadas, mantener la pierna a 90° durante el tiempo de vibración.

Tiempo total de vibraciones: 1 minuto.

Segunda semana - Cuatro ejercicios en posición estática:

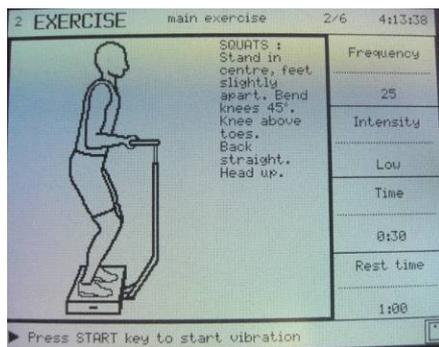


Figura d: Ejercicio 1: rodillas semiflexionadas, posición estática.

Frecuencia 25 Hz. Tiempo 30s. Intervalo 60s.

Indicaciones: idénticas a la primera semana.

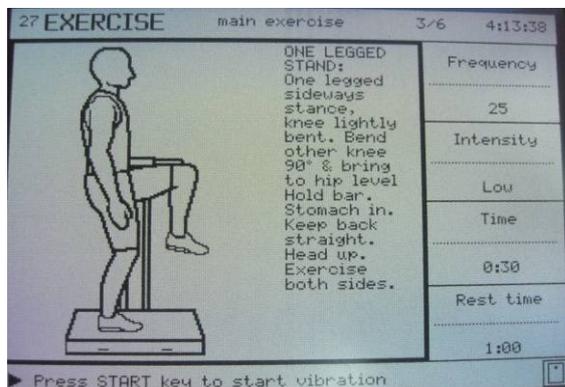


Figura e: Ejercicio 2 y 3 (alterando pierna): Pierna a 90°.

Frecuencia 25 Hz. Tiempo 30s. Intervalo 60s.

Indicaciones: idénticas a la primera semana.

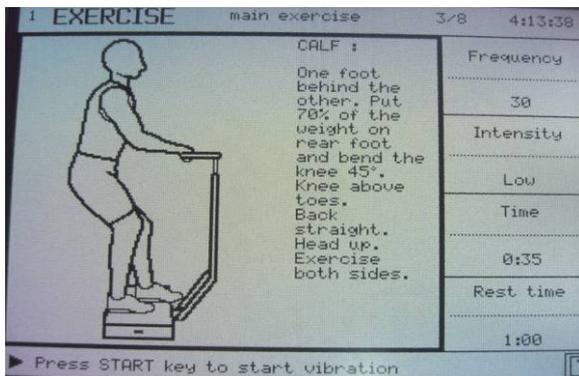


Figura f: Ejercicio 4: En vertical con un pié adelante del otro.

Frecuencia: 30 Hz. Tiempo: 35s. Intervalo: 60s.

Indicaciones: Las manos cogidas en el soporte de la máquina, la espalda recta, cervicales relajadas, abdomen contraído, las rodillas semiflexionadas durante la vibración.

Tiempo total de vibraciones: 2,05 minutos.

Tercera semana - Cuatro ejercicios, los mismos anteriores (estáticos) cambiando el tiempo.

Frecuencia: 25 y 30 Hz. Tiempo: 30s los dos primeros ejercicios y 40s los dos siguientes. Intervalo: 60s.

Indicaciones: idénticas a los anteriores.

Tiempo total de vibraciones: 2,20 minutos.

Cuarta semana - Cuatro ejercicios, los mismos anteriores (estáticos) cambiando tiempo y frecuencia.

Frecuencia: 30s en los dos primeros ejercicios y 35 Hz en los dos siguientes. Tiempo: 30s en los dos primeros ejercicios y 45s en los dos siguientes. Intervalo: 60s.

Indicaciones: idénticas a los anteriores.

Tiempo total de vibraciones: 2,30 minutos.

## 2- Cuatro semanas intensidad baja y nivel Intermedio (ocho sesiones).

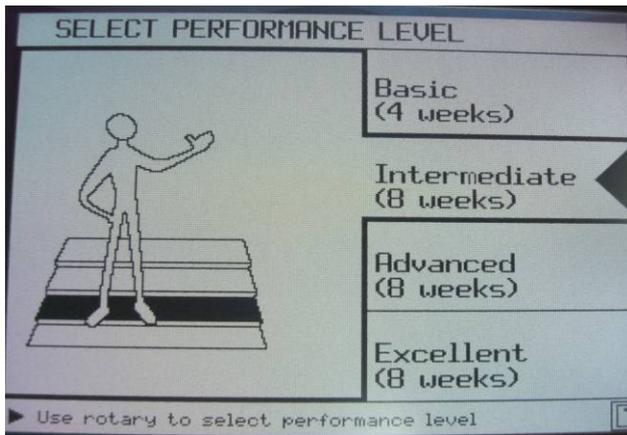


Figura g: Programación nivel Intermedio.

Primera semana - cinco ejercicios:

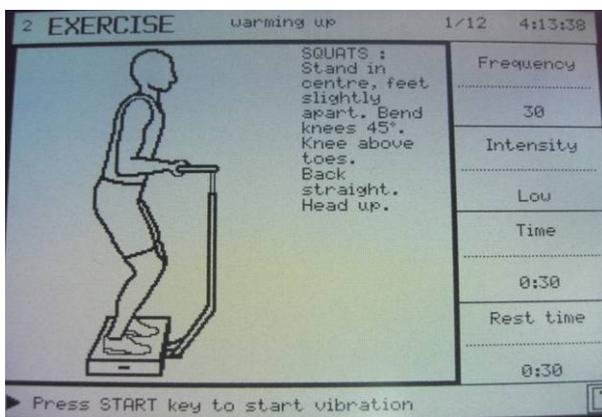


Figura h: Ejercicio 1: rodillas semiflexionadas, posición estática.

Frecuencia: 30Hz. Tiempo: 30s. Intervalo: 60s.

Indicaciones: idénticas a los anteriores.

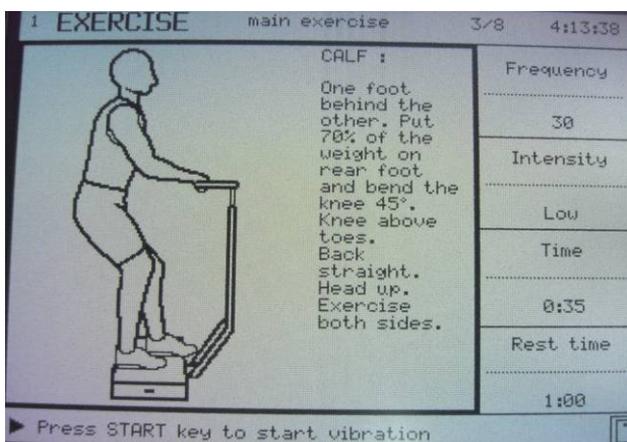


Figura i: Ejercicio 2: piernas semiflexionadas, pies uno adelante del otro

Frecuencia: 30 Hz. Tiempo: 35s. Intervalo: 60s.

Indicaciones: idénticas a las semanas anteriores.

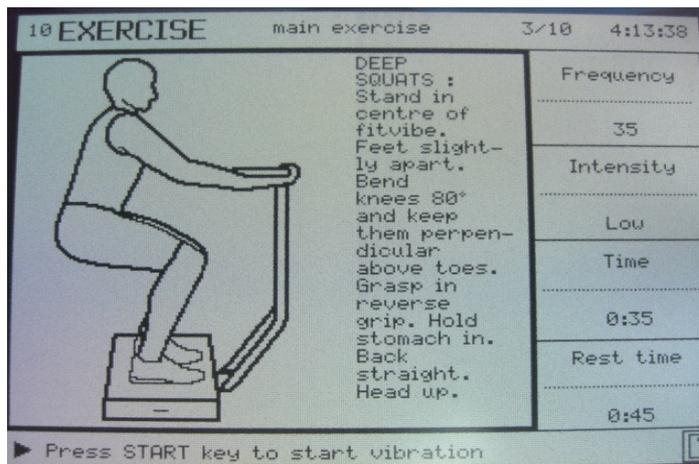


Figura j: Ejercicio 3: posición estática de sentadilla.

Frecuencia: 35Hz. Tiempo: 35s. Intervalo: 60s.

Indicaciones: Aguantar el soporte de la máquina por la parte de abajo, contraer abdomen, relajar hombros y cervicales, centrar el peso del cuerpo en las piernas durante la vibración.

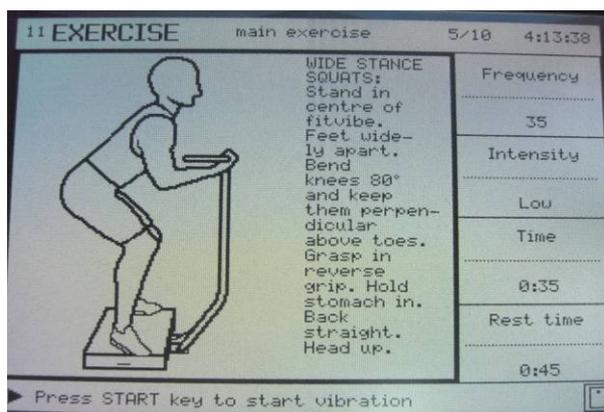


Figura k: Ejercicio 4: piernas semiflexionadas, puntas de pies apuntando hacia fuera.

Frecuencia: 35Hz. Tiempo: 35s. Intervalo: 60s.

Indicaciones: Aguantar el soporte de la máquina por la parte de abajo, contraer abdomen, relajar hombros y cervicales, centrar el peso del cuerpo en las piernas y apuntar las puntas de los pies hacia fuera durante la vibración.

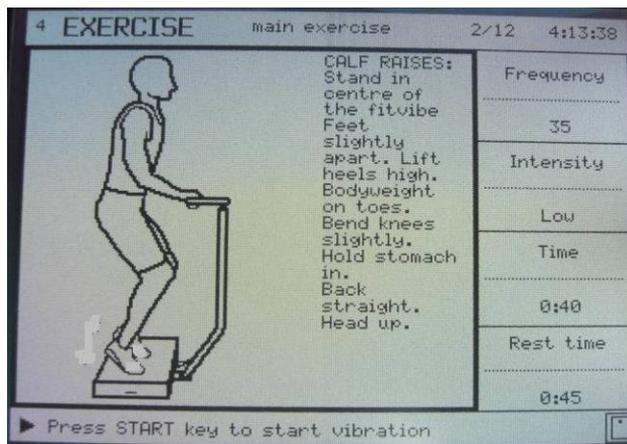


Figura l: Ejercicio 5: rodillas semiflexionadas, apoyo en las puntas de los pies.

Frecuencia: 35 Hz. Tiempo: 40s. Estático. Intervalo: 60s.

Indicaciones: Aguantar el soporte de la máquina por la parte de abajo, contraer abdomen, relajar hombros y cervicales, centrar el peso del cuerpo en las piernas y puntas de los pies durante la vibración.

Tiempo total de vibraciones: 2, 55 minutos.

Segunda semana - cinco ejercicios, los mismos anteriores, cambiando el tiempo.

Frecuencia: 30/35 Hz. Tiempo: 30s los cuatro primeros y 40s el ultimo. Intervalo: 60s.

Indicaciones: idénticas a la semana anterior.

Tiempo total de vibraciones: 2, 40 minutos.

Tercera semana - cuatro ejercicios:

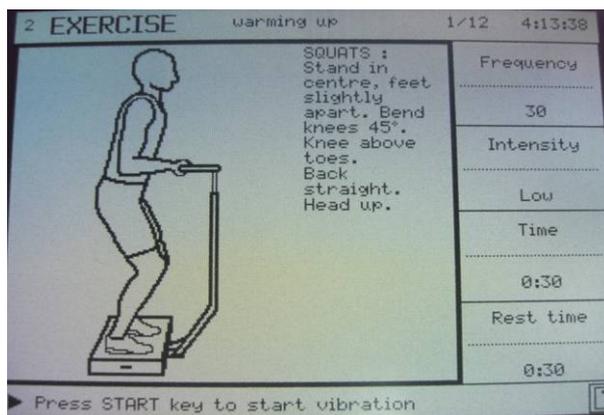


Figura m: Ejercicio 1: rodillas semiflexionadas, posición estática.

Frecuencia: 30Hz. Tiempo: 30s. Intervalo: 60s.

Indicaciones: idénticas a los anteriores.

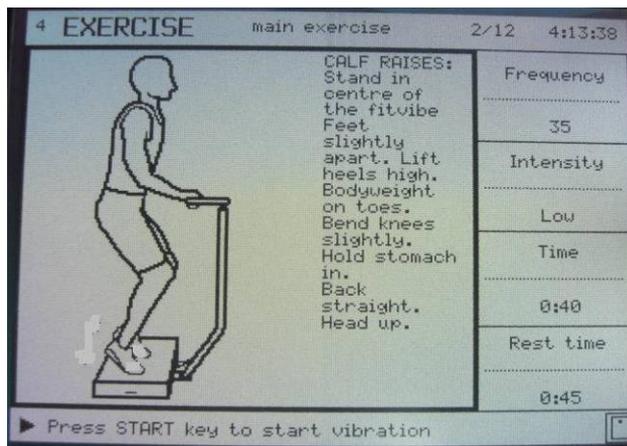


Figura n: Ejercicio 2: rodillas semiflexionadas, apoyo en las puntas de los pies.

Frecuencia: 35 Hz. Tiempo: 40s. Estático (sin moverse). Intervalo: 60s.  
Indicaciones: Idénticas a la semana anterior.

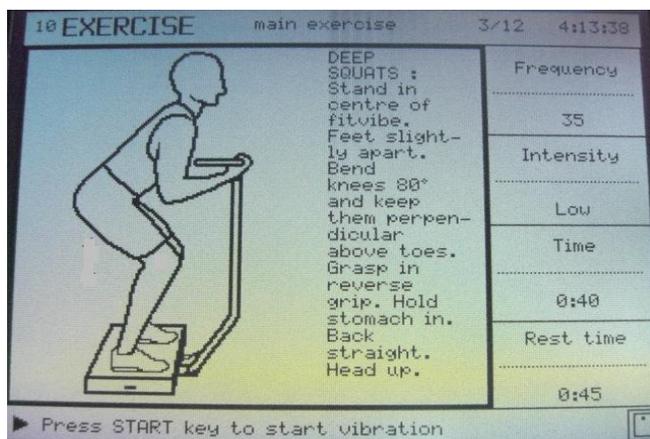


Figura o: Ejercicio 3: rodillas semiflexionadas, menos ángulo de las rodillas.

Frecuencia: 35 Hz. Tiempo: 40s. Intervalo 60s.  
Indicaciones: Las manos cogidas por debajo del soporte de la máquina, las rodillas con un ángulo menor que el primero ejercicio. Abdomen contraído, espalda recta, cervicales relajadas a lo largo de las vibraciones.

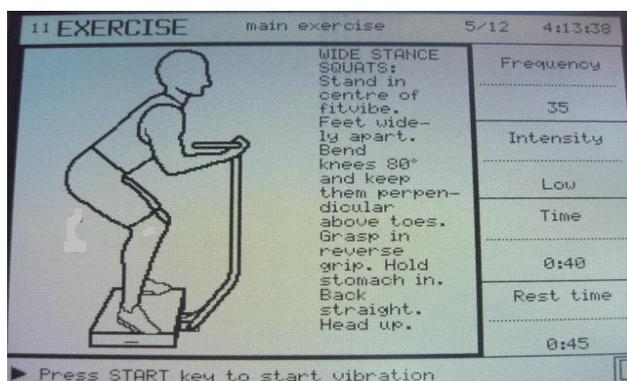


Figura p: Ejercicio 4: rodillas semiflexionadas en menor ángulo, puntas de pies hacia fuera.

Frecuencia: 35 Hz. Tiempo: 40s. Estático (sin moverse). Intervalo 60s.  
 Indicaciones: Las manos cogidas por debajo del soporte de la máquina, las rodillas con un ángulo menor que el primero ejercicio. Abdomen contraído, espalda recta, cervicales relajadas durante las vibraciones.  
 Tiempo total de vibraciones: 2, 30 minutos.

Cuarta semana - cuatro ejercicios, los tres últimos en dinámica (subir y bajar puntas de pies y cadera) idénticos a los anteriores.

Frecuencia: 30 el primero ejercicio y 35 Hz los tres siguientes. Tiempo: 30s el primero ejercicio y 45s los siguientes. Intervalo: 60s.

Indicaciones: idénticas a los anteriores.

Tiempo total de vibraciones: 2, 45 minutos.

### 3- Cuatro semanas nivel Intermedio (ocho sesiones).

Primera semana - cuatro ejercicios (mismos anteriores) cambiando, tiempo y frecuencia.

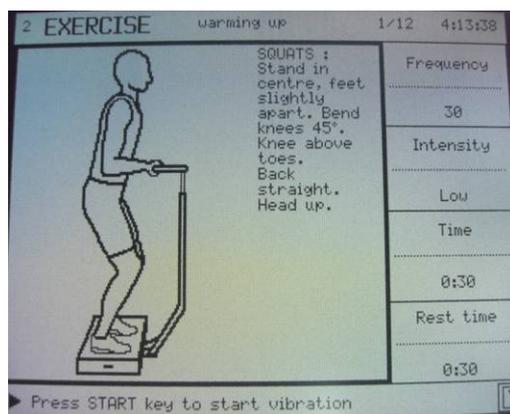


Figura q: Ejercicio 1: rodillas semiflexionadas.

Frecuencia: 30 Hz. Intensidad baja. Tiempo: 30s. Intervalo: 60s

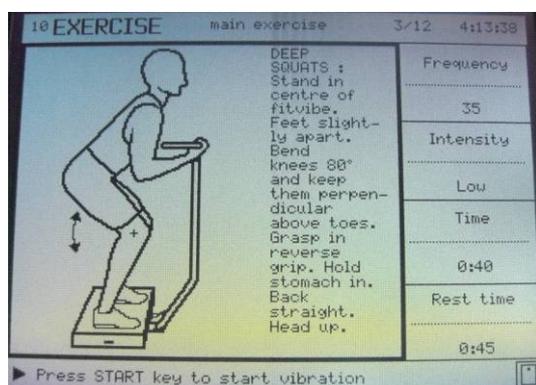


Figura r: Ejercicio 2: rodillas semiflexionadas en menor ángulo, puntas de pies hacia fuera.

Frecuencia: 35 Hz. Tiempo: 48s. Intervalo: 60s.

Indicaciones: idénticas a las semanas anteriores.

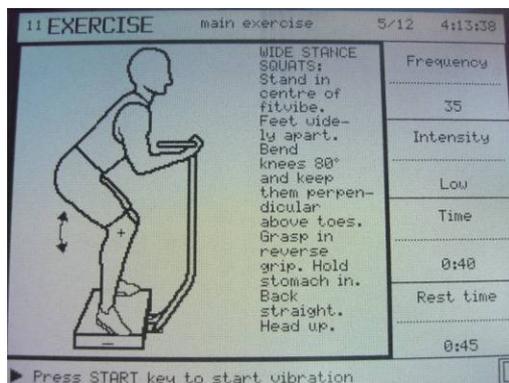


Figura s: Ejercicio 3: rodillas semiflexionadas en menos ángulo, puntas de pies apuntando hacia fuera.

Frecuencia: 35 Hz. Tiempo: 48s. Intervalo: 60s. Dinámico (subiendo y bajando la cadera durante todo el tiempo de las vibraciones).

Indicaciones: idénticas a las semanas anteriores.

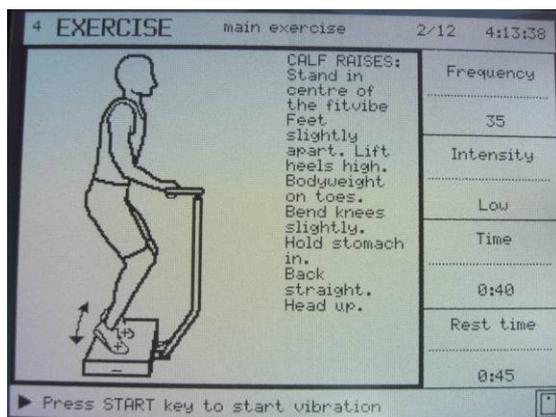


Figura t: Ejercicio 4: rodillas semiflexionadas, apoyo en las puntas de los pies.

Frecuencia: 35 Hz. Tiempo: 48s. Intervalo: 60s. Dinámico (subiendo y bajando talones durante el tiempo de vibración).

Indicaciones: idénticas a las semanas anteriores.

Tiempo total de vibraciones: 2, 90 minutos.

Semana 2: Cuatro ejercicios, los mismos anteriores, cambiando el tiempo en los tres últimos.

Frecuencia: 30/35 Hz. Tiempo: 30/50s. Intervalo: 60s. Tiempo total de vibraciones: 3 minutos.

Semana 3: Cuatro ejercicios, los mismos anteriores cambiando la frecuencia en los tres últimos.

Frecuencia: 30/38 Hz. Tiempo: 30/50s. Intervalo: 60s. Tiempo total de vibraciones: 3 minutos.

Semana 4: Cuatro ejercicios, los mismos anteriores cambiando el tiempo en los tres últimos.

Frecuencia: 30/38 Hz. Tiempo: 30/55s. Intervalo: 60s. Tiempo total de vibraciones: 3 minutos.

#### 4- Una sesión con intensidad alta y nivel Avanzado.

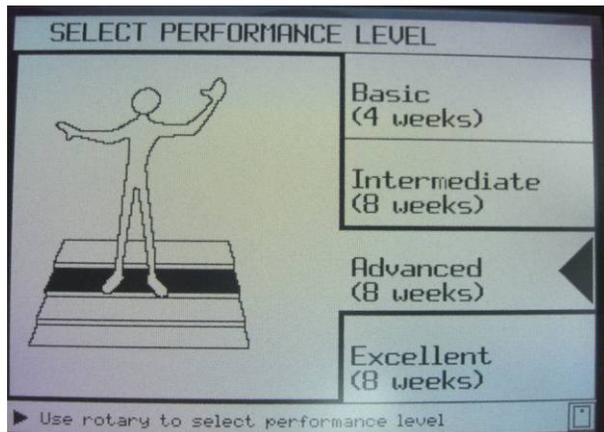


Figura u: Nivel Avanzado.

Los tres primeros ejercicios de la sesión se repiten de la semana anterior, nivel intermedio, con igual tiempo, frecuencia e intensidad.

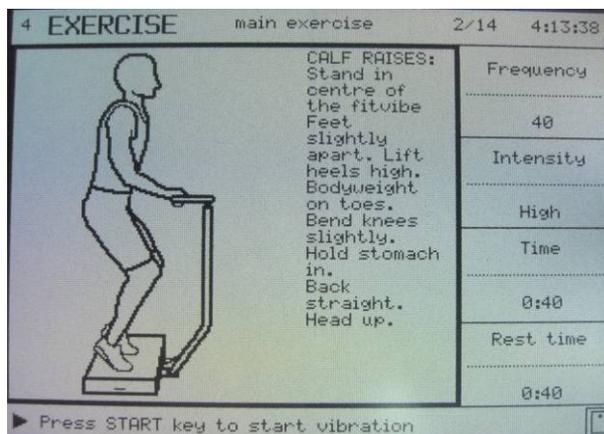


Figura v: Ejercicio 4: rodillas semiflexionadas, apoyo en las puntas de los pies.

Intensidad Alta. Frecuencia: 40 Hz. Tiempo: 40s. Intervalo: 60s.

Indicaciones: Las mismas de las semanas anteriores, con mayor atención al último ejercicio, que puede ser interrumpido a cualquier señal de mal estar por parte de las participantes. Tiempo total de vibraciones: 3 minutos.

Esta sesión no se ha completado por todas las participantes por notar molestias en los tobillos y mareos debidos a alta frecuencia y cambio de amplitud, aunque sea un avance progresivo a lo largo de los tres meses.

## 5.2 Programa de “fitness acuático”

El programa de entrenamiento se divide en dos momentos: las primeras doce sesiones con intensidad ligera-moderada (Escala de Borg 2-3) y las siguientes doce sesiones con intensidad moderada (Escala de Borg 3). Sigue un esquema de la programación:

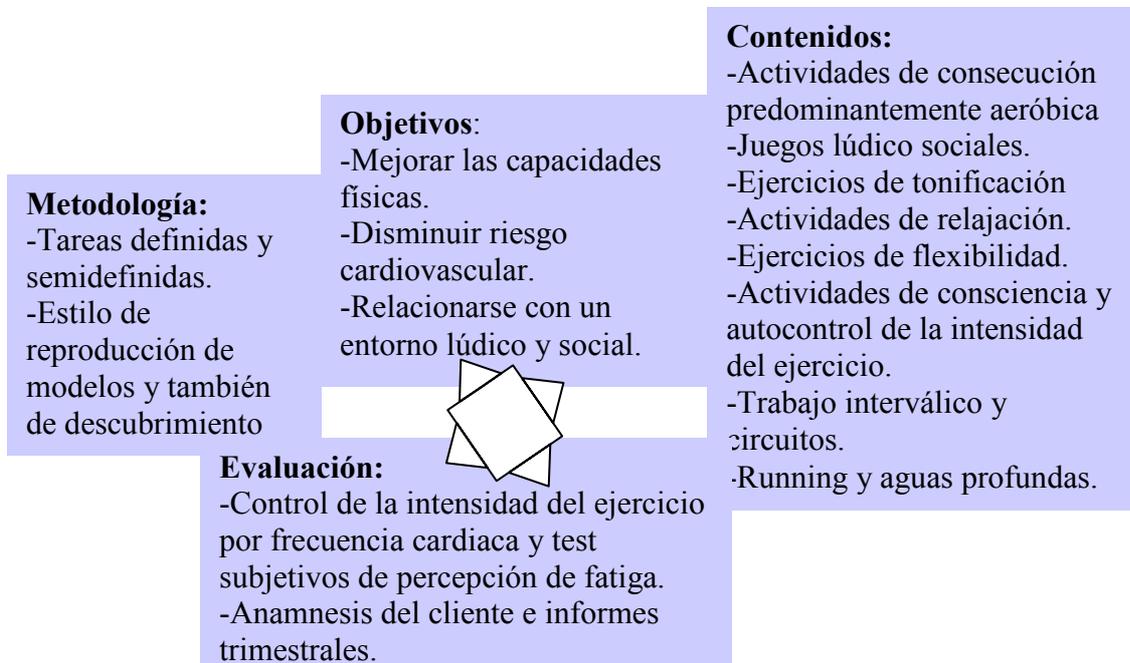


Figura a1: Programación general de FA.

El primer nivel de concreción es el trimestre, el segundo es el mes y el tercero es la semana.

### MES 1:

#### OBJETIVOS:

- Controlar la intensidad.
- Mejorar resistencia aeróbica.
- Conocer al grupo

#### CONTENIDOS:

- Control de la intensidad.
- Resistencia aeróbica.
- Juegos lúdico sociales.

### SEMANA 1:

#### OBJETIVOS:

- Identificar las formas de modificar la intensidad.
- Trabajar la capacidad aeróbica durante al menos 15 minutos.
- Conocer los nombres por parte de todos los alumnos.

#### CONTENIDOS:

- Identificación de las formas de modificar la intensidad.
- Ejercicios de resistencia aeróbica: desplazamientos y coreografías sencillas.
- Juegos donde haya que identificar los nombres de los alumnos.
- Ejercicios de flexibilidad por parejas.

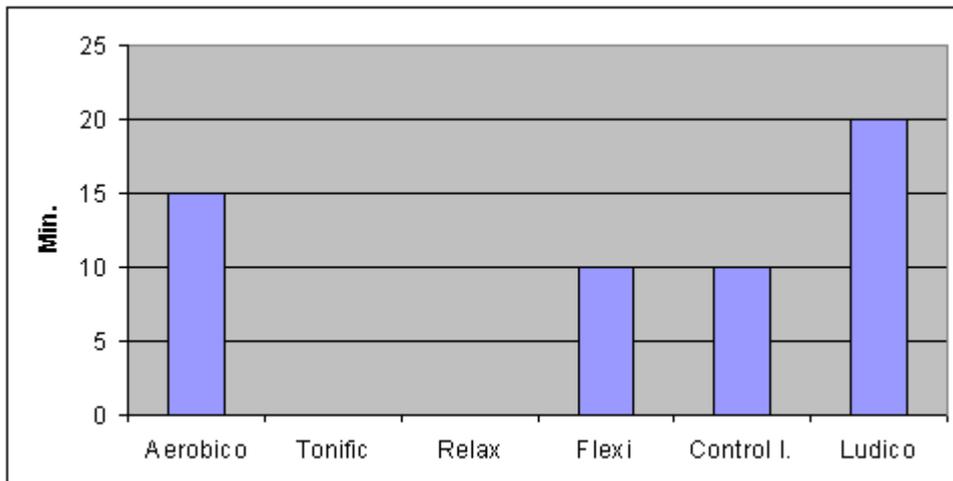


Figura b1: Distribución de los contenidos en las clases (1).

## SEMANA 2:

### OBJETIVOS:

- Identificar los cinco niveles de intensidad aeróbica, previamente descritos.
- Trabajar la capacidad aeróbica durante al menos 20 minutos.

### CONTENIDOS:

- Identificación de los cinco niveles de intensidad, ejercicios de contraste.
- Ejercicios de resistencia aeróbica: desplazamientos, running y coreografías sencillas con material.
- Juegos que impliquen la cooperación con todo el grupo.
- Ejercicios de flexibilidad por parejas.

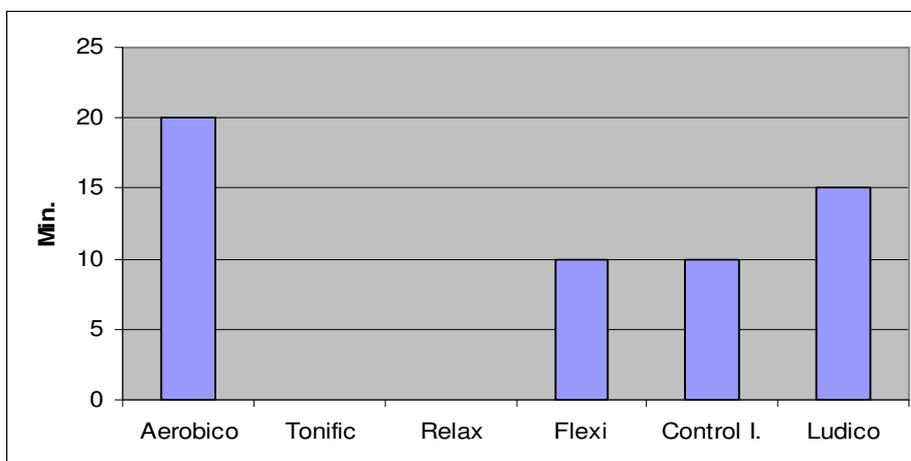


Figura c1: Distribución de los contenidos en las clases (2).

## SEMANA 3:

### OBJETIVOS:

- Adaptar la intensidad del ejercicio al nivel establecido por el profesor, el cual cambia la intensidad 2 veces.
- Trabajar la capacidad aeróbica durante al menos 20 minutos.

### CONTENIDOS:

- Identificación de la intensidad marcada por el profesor, con dos cambios.
- Adaptación de la intensidad marcada por el profesor, con dos cambios.

- Coreografías que combinen brazos y piernas sin desplazamiento y sin material.
- Ejercicios de relajación basados en flotaciones sencillas.

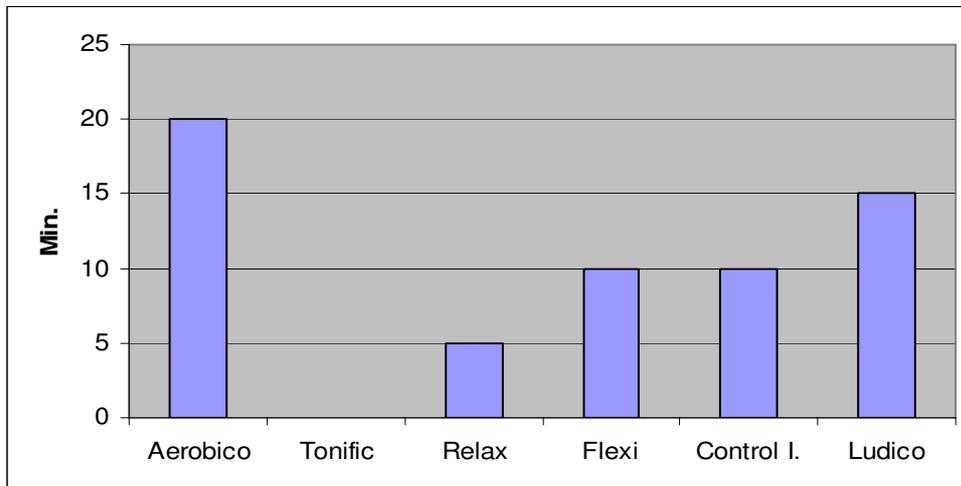


Figura d1: Distribución de los contenidos en las clases (3).

#### SEMANA 4:

##### OBJETIVOS:

- Adaptar la intensidad del ejercicio al nivel establecido por el profesor, el cual cambia la intensidad 5 veces.
- Trabajar la capacidad aeróbica durante al menos 25 minutos.

##### CONTENIDOS:

- Identificación de la intensidad marcada por el profesor, con cinco cambios.
- Adaptación de la intensidad marcada por el profesor, con cinco cambios.
- Coreografías que combinen brazos y piernas sin desplazamiento y con material suave (churros enteros o rotos).
- Ejercicios de relajación basados en flotaciones sencillas.
- Ejercicios lúdicos y fraccionados por parejas y de mayor intensidad
- Clase en la piscina profunda.

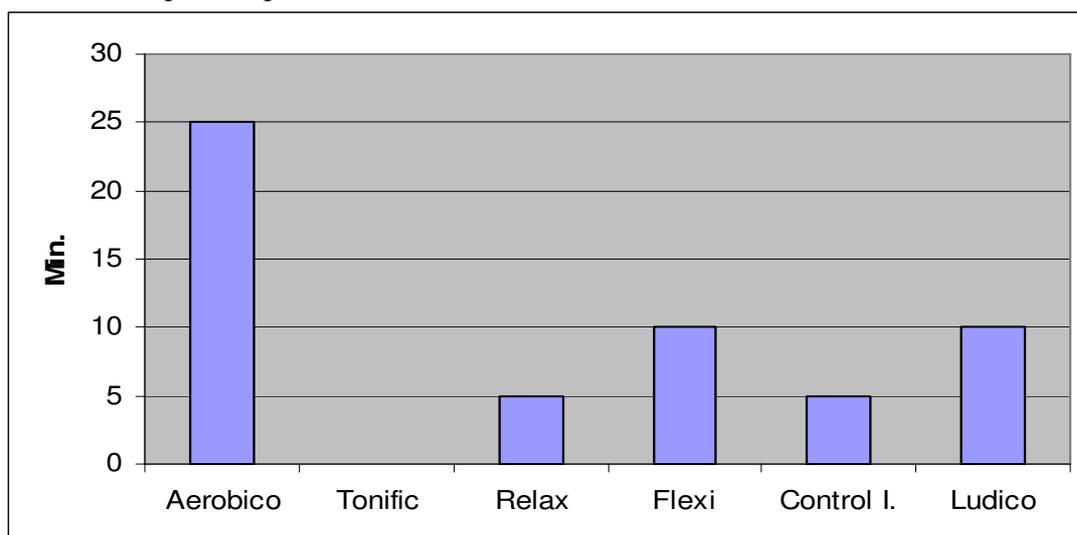


Figura e1: Distribución de los contenidos en las clases (4).

**MES 2:****OBJETIVOS:**

- Mejorar la flexibilidad
- Crear consciencia de la relajación muscular.
- Conocer la correcta ejecución de los ejercicios de tonificación.
- Mejorar la fuerza.

**CONTENIDOS:**

- Ejercicios de flexibilidad.
- Ejercicios de consciencia corporal y relajación.
- Técnica y ejecución de ejercicios de tonificación
- Ejercicios de tonificación en el agua.

**SEMANA 1:****OBJETIVOS:**

- Mejorar el sistema aeróbico de media/alta intensidad de todos los grupos musculares.
- Controlar el cuerpo en suspensión sin material.

**CONTENIDOS:**

- Juego lúdico en grupo de calentamiento.
- Coreografía con palas/ manoplas de brazos y piernas de 35 minutos.
- Ejercicios suaves sin material en posición suspensión.

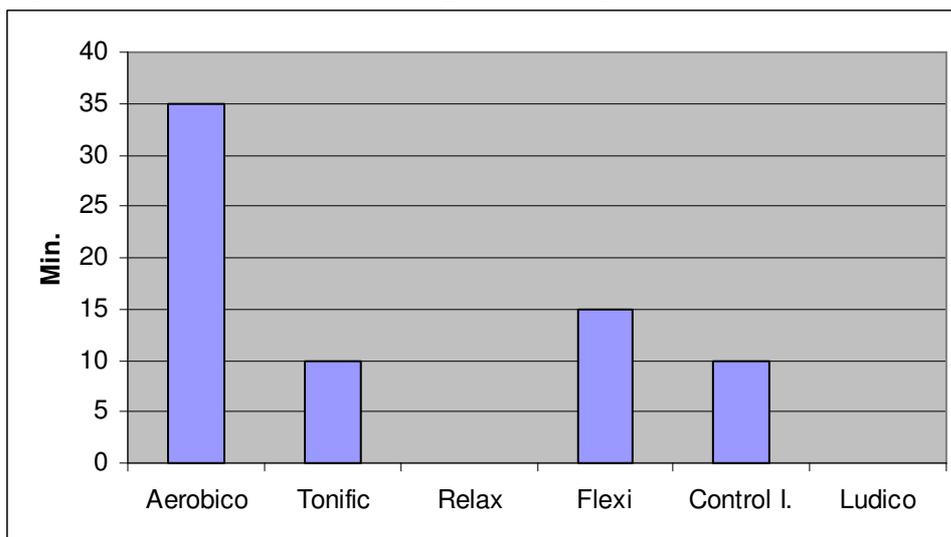


Figura f1: Distribución de los contenidos en las clases (5).

**SEMANA 2:****OBJETIVOS:**

- Mejorar la flexibilidad
- Control de la flotación y la relajación.
- Mejorar la fuerza.

**CONTENIDOS:**

- Ejercicios de flotación con diferentes materiales y posiciones (un solo churro, una tabla, etc), mantenerse y desplazarse por parejas.
- Aprendizaje de la técnica y ejecución de ejercicios de tonificación de abdominales y piernas sin material.
- Coreografías sin material donde intervengan en mayor medida los brazos.

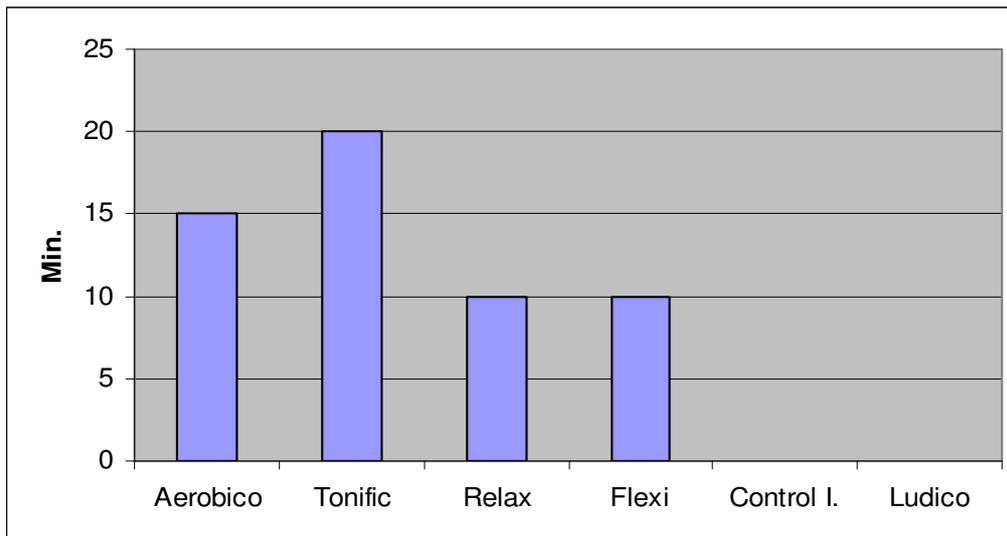


Figura g1: Distribución de los contenidos en las clases (6).

### SEMANA 3:

#### OBJETIVOS:

- Adaptar y autocontrolar la intensidad trabajando el método continuo interválico.
- Conocer el trabajo de tonificación de brazos con diferentes materiales.

#### CONTENIDOS:

- Coreografía 20 minutos con cambios de intensidad: 3-1.
- Ejercicios de desplazamientos combinados con ejercicios de tonificación de brazos de forma continua.

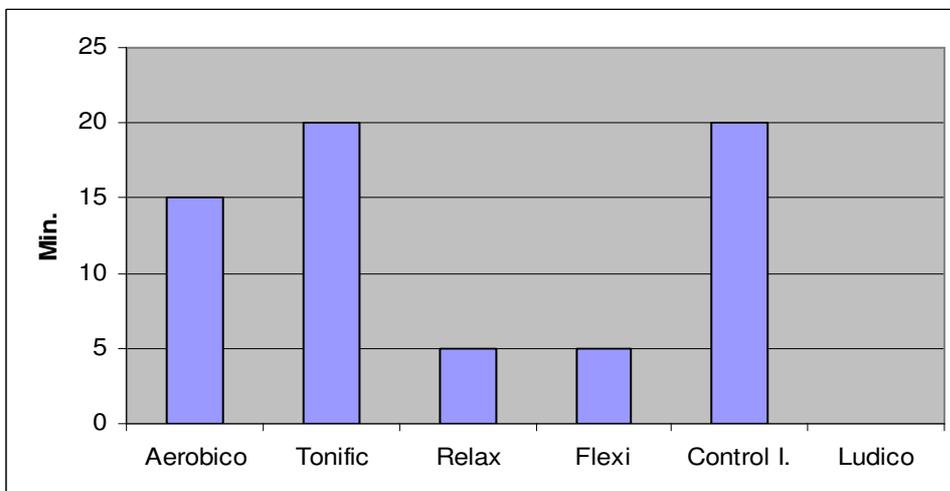


Figura h1: Distribución de los contenidos en las clases (7).

### SEMANA 4:

#### OBJETIVOS:

- Mejorar el sistema aeróbico de media/alta intensidad de tren inferior.
- Aprender a controlar el cuerpo en suspensión sin material.

#### CONTENIDOS:

- Ejercicios sencillos y globales de calentamiento.
- Series de saltos con mucho recorrido, y saltos a una sola pierna.
- Coreografías con abrazaderas los tobillos.

- Coreografías que mezclan posición neutra y suspensión sin material.
- Watsu (masaje en el agua, donde la que da el masaje es el agua y no la persona).

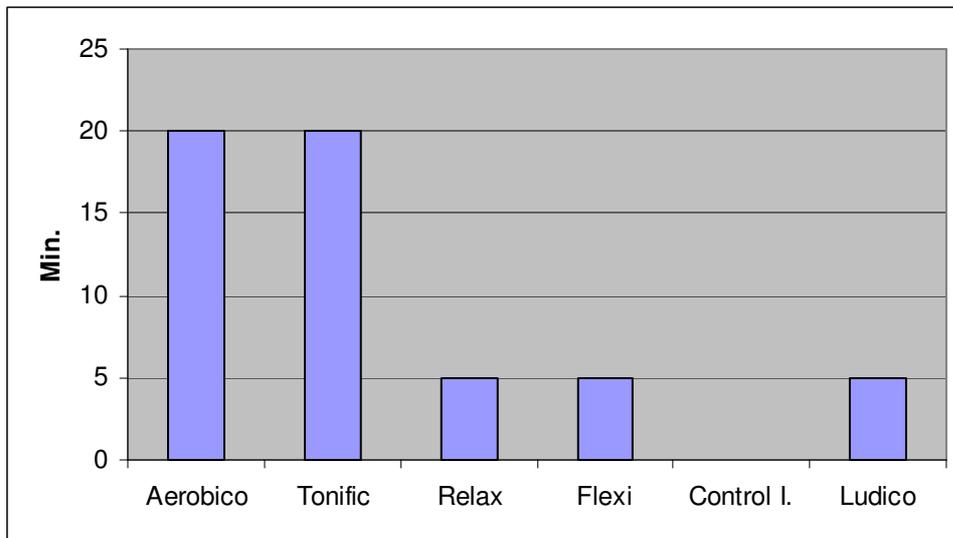


Figura i1: Distribución de los contenidos en las clases (8).

### MES 3:

#### OBJETIVOS:

- Mejorar la resistencia aeróbica de mayor intensidad.
- Controlar los ejercicios en suspensión.
- Trabajar sistemas aeróbico y anaeróbico de forma combinada y controlando la intensidad.

#### CONTENIDOS:

- Coreografías con material de mayor dificultad y en suspensión.
- Ejercicio continuo fraccionado e interválico.
- Autocontrol de la intensidad en los ejercicios.

### SEMANA 1:

#### OBJETIVOS:

- Mejorar la flexibilidad
- Control de la flotación y la relajación.
- Mejorar la fuerza resistencia (Abdomen, cadena posterior y hombros)

#### CONTENIDOS:

- Coreografía sencilla y corta de calentamiento.
- Aprendizaje de la técnica y ejecución de ejercicios de tonificación de abdominales, espalda (cadena posterior) y hombros.
- Trabajo aislado, de intensidad media y continuo.
- Ejercicios de relajación por parejas basados en desplazamientos y cambios de sentido.
- Trabajo interválico

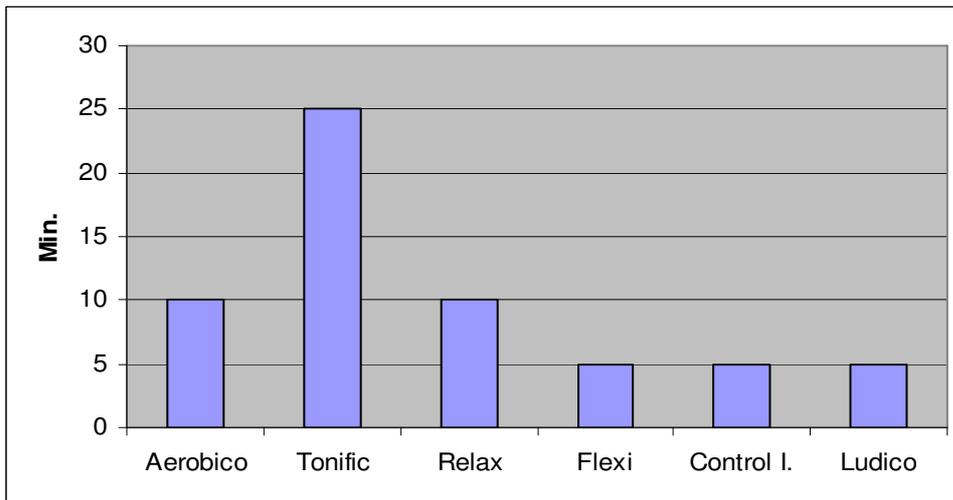


Figura j1: Distribución de los contenidos en las clases (9).

### SEMANA 2:

#### OBJETIVOS:

- Control de la relajación propia y del compañero.
- Mejorar la fuerza resistencia (abdomen-cadena anterior).

#### CONTENIDOS:

- Coreografía sencilla y corta de calentamiento.
- Aprendizaje de la técnica y ejecución de ejercicios de tonificación de abdominales y pectoral (cadena anterior).
- Trabajo aislado, de intensidad media y continuo.
- Ejercicios de relajación por parejas basados en desplazamientos y torsiones del cuerpo del compañero/a.

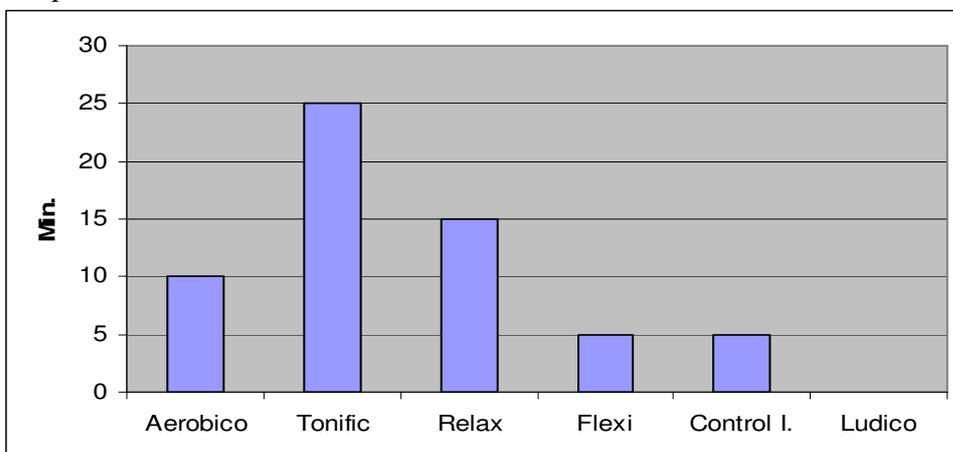


Figura k1: Distribución de los contenidos en las clases (10).

### SEMANA 3:

#### OBJETIVOS:

- Valorar la relajación propia y del compañero en las zonas articulares trabajadas.
- Mejorar la fuerza resistencia (Tonificación global)

#### CONTENIDOS:

- Coreografía sencilla y corta de calentamiento.
- Ejecución de ejercicios de tonificación globales y con material: desplazamientos y coreografía utilizando todos los grupos musculares del resto de semanas.
- Ejercicios de relajación por parejas basados en desplazamientos y torsiones del cuerpo del

compañero/a con poco material.  
- Clase en la piscina profunda.

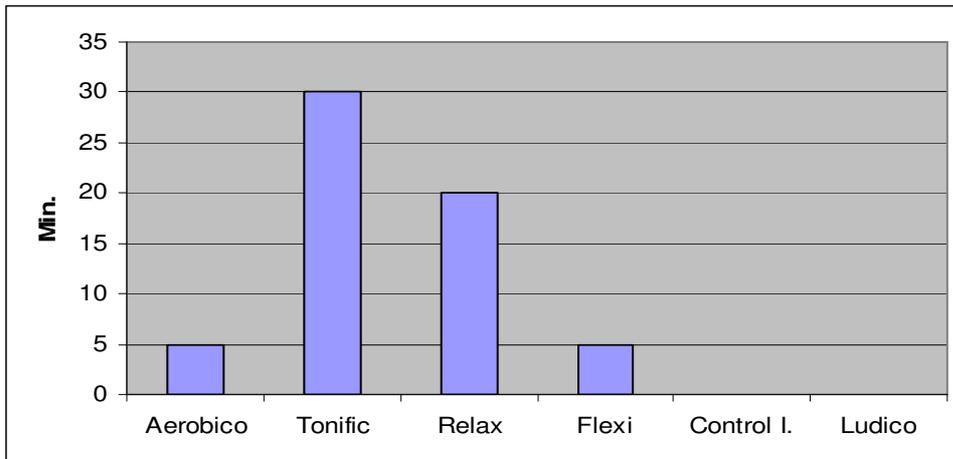


Figura 11: Distribución de los contenidos en las clases (11).

#### SEMANA 4:

##### OBJETIVOS:

- Trabajar el método interválico.
- Conocer el trabajo de tonificación de abdominales y piernas con diferentes materiales.

##### CONTENIDOS:

- Ejercicios por parejas donde se utiliza el compañero para realizar el ejercicio en un trabajo interválico. Cambios de intensidad 3-1.
- Ejercicios de desplazamientos combinados con ejercicios de tonificación de abdominales y piernas de forma continua.

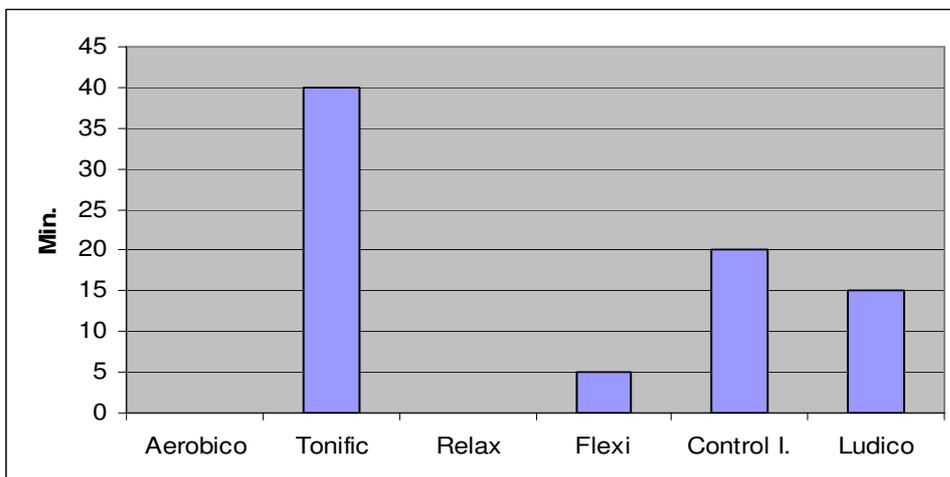


Figura m1: Distribución de los contenidos en las clases (12).

#### Sesión 1:

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico.

*Calentamiento:*

Correr de diferentes formas: subiendo rodillas, mini saltos, pasos largos adelante y atrás. (5 min)

*Parte principal:*

Coreografía con tablas: patadas altas con la tabla en las manos, brazos estirados.

Sentarse en la tabla y hacer sentadillas (6 repeticiones).

Abrir/cerrar piernas sin tocas fondo, apoyando las manos en la tabla. (6 repeticiones).

Tabla entre las piernas, apretarla a la vez que se salta y gira el cuerpo (“Twist”) (6 repeticiones).

Controlar intensidad (5 min)

En posición ventral, coger la tabla con las manos, tocarla al fondo de la piscina, mientras las piernas abrir y cerrar (tijeras) (6 repeticiones).

Glúteos aguantando el peso del cuerpo con la tabla, cogerla con las manos (6 repeticiones para cada pierna). (10 min)

Una serie de todos los ejercicios con tiempo de recuperación activo de 30 segundos y a continuación otra serie realizado por parejas, una delante de la otra y sincronizadas. (15 min)

Controlar intensidad (5 min)

*Vuelta a la calma:*

Dos vueltas caminando por la piscina lentamente, una hacia delante otra hacia atrás, con pasos muy largos. (5 min)

*Estiramientos:* glúteos, cuádriceps, gemelos, tríceps y cervicales (10 min).

## **Sesión 2:**

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico.

*Calentamiento:*

Correr de diferentes formas: subiendo rodillas, mini saltos, pasos largos adelante y atrás. (5 min)

*Parte principal:*

Coreografía con tablas (añadiendo velocidad y repeticiones a la coreografía de la clase anterior): patadas altas con la tabla en las manos, brazos estirados.

Sentarse en la tabla y hacer sentadillas (10 repeticiones).

Abrir/cerrar piernas sin tocas fondo, apoyando las manos en la tabla. (10 repeticiones).

Tabla entre las piernas, apretarla a la vez que se salta y gira el cuerpo (“Twist”) (10 repeticiones).

Controlar intensidad (5 min)

En posición ventral, coger la tabla con las manos, tocarla al fondo de la piscina, mientras las piernas abrir y cerrar (tijeras) (10 repeticiones).

Glúteos aguantando el peso del cuerpo con la tabla, cogerla con las manos (10 repeticiones para cada pierna). (10 min)

Una serie de todos los ejercicios con tiempo de recuperación activo de 30 segundos y a continuación otra serie realizado por parejas, una delante de la otra y sincronizadas. (15 min)

Controlar intensidad (5 min)

*Vuelta a la calma:*

Dos vueltas caminando por la piscina lentamente, una hacia delante otra hacia atrás, con pasos muy largos. (5 min)

*Estiramientos:* glúteos, cuádriceps, gemelos, tríceps y cervicales (10 min).

## **Sesión 3:**

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico e identificación de los niveles de intensidad aeróbica.

*Calentamiento:*

Desplazamientos variados, dividir el grupo en dos equipos, cada equipo tendrá tres discos de espuma montados en forma de semáforo. Tumban el semáforo del equipo contrario.

(15 min)

*Parte principal:*

Cada alumna tendrá un disco de espuma, dar vueltas sumergiendo el disco, hacia abajo, adelante, al lado.

Alternar con saltos (1, 2, 3, 4), con una pierna de apoyo, desplazamiento lateral al mismo tiempo que sumerge el disco.

Controlar intensidad (5 min)

Balanceo lateral del disco, una vuelta por la piscina con una pierna de apoyo, dos vueltas...

Patadas hacia delante, sin mover disco, solo aguantándolo, 1, 2, 3 patadas con la misma pierna.

Tijeras con las piernas, aguantando el disco en el pecho.

Sentadas sobre el disco, abdominales, abrir y cerrar brazos en la altura del pecho apretando abdominales. (total 20 min)

Controlar intensidad (5 min)

*Vuelta a la calma, estiramientos:*

En parejas prepararse para estirar glúteos, cuádriceps, gemelos, tríceps, bíceps y cervicales (10 min).

#### **Sesión 4:**

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico e identificación de los niveles de intensidad aeróbica.

*Calentamiento:*

Desplazamientos variados en círculo, cambios de dirección, desplazamiento lateral, con una sola pierna, etc. (10 min)

*Parte principal:*

Coreografía básica: tres desplazamientos más un ejercicio de tonificación.

Con un churro para cada alumna, corrida lateral más sentadillas, corrida lateral más pectoral cogiendo el churro por la extremidad.

Desplazar cruzando las piernas como tijeras más abdominales en forma de tijera, aguantando el churro en el pecho y trayendo rodillas al pecho.

Controlar intensidad (5 min)

Desplazamiento con saltos más picar piernas en el bordillo de la piscina.

Desplazar haciendo "Twist" (girando la cadera) más step en la escalera de la piscina, más tríceps empujando agua hacia atrás.

Con discos de espuma hacer abdominales variados suavemente. (total 20 min)

Controlar intensidad (5 min).

*Vuelta a la calma, estiramientos:*

Todas en círculo hacer respiraciones profundas, desplazar suavemente hacia la derecha e izquierda. En estirar glúteos, cuádriceps, gemelos, tríceps, bíceps y cervicales en el bordillo de la piscina (15 min).

#### **Sesión 5:**

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico y adaptación a la intensidad del ejercicio.

*Calentamiento:*

Dar vueltas por la piscina, de diferentes maneras, corriendo, subiendo brazos, subiendo rodillas, tocando los pies con las puntas de los dedos hacia atrás, establecer un orden para los ejercicios que serán la base de la coreografía (15 min)

*Parte principal:*

Siempre corriendo, añadir movimiento de brazos a los movimientos de la coreografía de base. Piernas rectas, brazos hacia delante y atrás empujando agua, círculos con un pie, brazos abriendo y cerrando pectorales, subir rodillas y empujar agua al lado, desplazar hacia atrás y con los brazos empujando agua hacia delante.

Hacerla una vez lenta para el aprendizaje y una vez muy rápida.

Controlar intensidad (5 min)

Repetir coreografía lenta/ rápida.

Repetir coreografía 2 veces rápida y una lenta.

Abdominales al bordillo de la piscina, 4 tijeras y 4 traer rodillas hacia el pecho. (5 min)

Repetir coreografía 3 rápidas y una lenta. (Total 15 min)

Controlar intensidad (5 min).

*Vuelta a la calma, estiramientos:*

En parejas, una se pondrá de espalda y la otra la conducirá por la piscina, flotando, desplazando la espalda de un lado al otro. Estiramientos generales. (10 min)

### **Sesión 6:**

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico y adaptación a la intensidad del ejercicio.

*Calentamiento:*

Seguir la coreografía base de la clase anterior y añadir más algunos movimientos. Dar vueltas por la piscina corriendo, de diferentes maneras, subiendo brazos, subiendo rodillas, tocando los pies con las puntas de los dedos hacia atrás, saltando, con un pie de apoyo, desplazamiento lateral, mantener el orden para los ejercicios que serán la base de la coreografía (15 min)

*Parte principal:*

Siempre corriendo, añadir movimiento de brazos a los movimientos de la coreografía de base. Piernas rectas, brazos hacia delante y atrás empujando agua, círculos con un pie, brazos abriendo y cerrando pectorales, subir rodillas y empujar agua al lado, desplazar hacia atrás y con los brazos empujando agua hacia delante, saltando y picando palmas de manos adelante, un pie de apoyo, tocar con las manos la rodilla que sube, desplazamiento lateral cruzando brazos rectos adelante.

Hacerla una vez lenta para el aprendizaje y una vez muy rápida.

Controlar intensidad (5 min)

Repetir coreografía lenta/ rápida.

Repetir coreografía 2 veces rápida y una lenta.

Picar pies al bordillo de la piscina, primero de crol después de espalda. (5 min)

Repetir coreografía 3 rápidas y una lenta. (Total 15 min)

Controlar intensidad (5 min).

*Vuelta a la calma, estiramientos:*

En parejas, una se pondrá de espalda y la otra la conducirá por la piscina, flotando, desplazando la espalda de un lado al otro. Estiramientos generales. (10 min)

### **Sesión 7:**

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico e identificación de la intensidad marcada por el profesor.

*Calentamiento:*

Dar vueltas por la piscina haciendo piques, primero individualmente, segundo en duplas, tercero en tríos. (10 min)

*Parte principal:*

Con dos mini churros, uno en cada mano, montar coreografía, abrir/ cerrar piernas con abrir cerrar brazos hundiendo los mini churros; péndulo lateral con brazos adelante, patadas lateral

con brazos hacia delante de uno en uno; patadas adelante aguantando brazos lateralmente; patadas hacia atrás aguantando brazos adelante; subir rodillas y tocar con uno de los mini churros de la mano contraria; subir pies atrás y tocar con el churro en la mano contraria; brazos abiertos lateralmente aguantando los mini churros, hacer tijeras movimiento amplio y lento; cambiar movimiento pequeño y rápido. Hacer la coreografía lentamente y después rápidamente.

Repetir coreografía con repetición de los movimientos dos veces, tres veces, y volver a una repetición lenta.

Repetir coreografía una vez rápida y con movimientos repetidos dos veces hacerla lentamente, repetir coreografía con tres repeticiones de los movimientos lentos.

Una repetición rápida, con un movimiento, con dos movimientos y tres movimientos. (Total 25 min)

Controlar intensidad (5 min).

*Vuelta a la calma:*

Por parejas, una en decúbito dorsal con un churro grande a lo largo de la espalda, será conducida por la compañera por toda la piscina (5 min).

*Estiramientos:*

Estiramientos generales (10 min).

### **Sesión 8:**

#### **Piscina profunda**

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico e identificación de la intensidad marcada por el profesor.

*Calentamiento:*

Todas con cinturones, dividir el grupo en dos equipos. Distribuir muchos discos de espuma por la piscina, los equipos deben recoger el mayor número de discos en el tiempo estimado y ponerlo al bordillo de la piscina, deben ser recogidos de uno en uno. (10 min)

*Parte principal:*

Montar una coreografía con: corrida estática; corrida con piernas abiertas; tocar rodillas adelante y al lado; abdominales oblicuos, subir y bajar rodillas hacia un lado hacia el otro; abrir cerrar piernas lateralmente, una vez marcados los movimientos básicos de piernas, distribuir mini churros, dos para cada una. Añadir movimientos de brazos: brazos estirados; brazos a altura de los hombros haciendo mini círculos; tocar rodilla con el mini churro en la mano contraria; aguantar brazos a altura de los hombros; abrir /cerrar brazos adelante, pectorales.

Repetir coreografía lenta una vez, después rápida más dos veces.

Repetir coreografía duplicando los movimientos, por ejemplo, abre cierra piernas con dos insistencias y así los demás movimientos.

Repetir coreografía una vez lenta, otra vez duplicada y triplicada rápidamente (Total 25 min).

Controlar intensidad (5 min).

*Vuelta a la calma:*

Volver a la piscina poco profunda. Por parejas, una en decúbito dorsal sobre una colchoneta de espuma, será conducida por la compañera por toda la piscina (5 min).

*Estiramientos:*

Estiramientos generales (10 min).

### **Sesión 9:**

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico y control corporal.

*Calentamiento:*

Juego del “gato y rato”, consiste en desplazarse corriendo por la piscina, hay un gato y las demás son ratos (5 min).

*Parte principal:*

Marcar coreografía básica: saltar y abrir piernas, brazos abren juntamente hasta la altura de los hombros; piernas estiradas hacia delante hacer pequeños círculos hacia fuera/dentro con los pies, aguantar brazos a altura de los hombros haciendo círculos pequeños; saltos laterales, hasta el bordillo de la piscina, manos remando en el mismo sentido, cambiar sentido; patadas hacia delante rápidas, brazos aguantando a altura de los hombros; abrir pierna lateral, cerrar brazos adelante, pectorales, alternando pierna; cruzar piernas adelante en posición de tijeras, brazos aguantan a altura de los hombros; desplazamiento hacia delante, brazos trabajando bíceps; desplazamiento hacia atrás, brazos trabajando tríceps. Repetir la coreografía tres veces sin material.

Controlar intensidad (5 min).

Repetir todo con dos manoplas tres veces y por último toda la coreografía con dos palas con excepción del movimiento de bíceps que se cambia por hundir las palas adelante alternadamente. (Total 30 min)

Controlar intensidad (5 min).

*Vuelta a la calma:*

Sin material intentar mantenerse en suspensión y respirar profundamente. (5)

*Estiramientos:*

Estiramientos generales, gemelos, glúteos, bíceps, tríceps, cuádriceps, cervicales (10 min).

**Sesión 10:**

*Objetivo principal:* acondicionamiento aeróbico y control corporal.

*Calentamiento:*

Juego de “stop” consiste en agruparse por letra del nombre, edad, color favorito, ciudad de origen, color del gorro, etc. (5 min).

*Parte principal:*

Marcar coreografía básica la misma de la clase anterior: saltar y abrir piernas, brazos abren juntamente hasta la altura de los hombros; piernas estiradas hacia delante hacer pequeños círculos hacia fuera/dentro con los pies, aguantar brazos a altura de los hombros haciendo círculos pequeños; saltos laterales, hasta el bordillo de la piscina, manos remando en el mismo sentido, cambiar sentido; patadas hacia delante rápidas, brazos aguantando a altura de los hombros; abrir pierna lateral, cerrar brazos adelante, pectorales, alternando pierna; cruzar piernas adelante en posición de tijeras, brazos aguantan a altura de los hombros; desplazamiento hacia delante, brazos trabajando bíceps; desplazamiento hacia atrás, brazos trabajando tríceps. Repetir la coreografía tres veces sin material. Dividir el grupo en dos uno cojera manoplas y el otro tablas.

Controlar intensidad (5 min).

Repetir todo con dos manoplas tres veces e intercambiar el material, repetir más tres veces la coreografía con dos palas cambia el movimiento de bíceps por hundir las palas adelante alternadamente. (Total 30 min)

Controlar intensidad (5 min).

*Vuelta a la calma:*

Por parejas, una se mantiene suspensa y la otra coge por las axilas y le desplaza por la piscina, al final la soltará completamente. (5)

*Estiramientos:*

Estiramientos generales, gemelos, glúteos, bíceps, tríceps, cuádriceps, cervicales (10 min).

**Sesión 11:**

*Objetivo principal:* trabajar flexibilidad, fuerza y relajación.

*Calentamiento:*

Distribuir churros de tres colores, uno para cada alumna, deberán juntarse por el color, una vez juntas saltar; variando las formas de desplazarse, deberán juntarse al centro de la piscina, una vez juntas abdominales con el churro en la espalda; deberán juntarse por parejas y tocar pies; deberán juntarse por el mes que hacen cumpleaños y pedalear en decúbito dorsal, etc. (10 min).

*Parte principal:*

Corridas en pareja sentadas sobre el churro y con una de las manos cogida; corrida estática con las manos cogidas en la extremidad del churro y trabajando tríceps alternadamente, empujando agua hacia atrás; abrir/cerrar piernas lateralmente y hundir el churro adelante del cuerpo simultáneamente; combinar patadas adelante, laterales y atrás aguantando churro en la altura del agua; repetir cada ejercicio 8 veces, abdominales con el churro en la espalda, traer las rodillas hacia el pecho, hacia un lado y otro, 8 repeticiones de cada. Repetir todos los ejercicios tres veces rápidamente y una última vuelta más lenta (Total 25 min).

*Vuelta a la calma:*

Abdominales sin material, aguantar los brazos abiertos en la altura de los hombros en decúbito dorsal, intentar traer rodillas hacia el pecho; por parejas manos cogidas, abrir/cerrar piernas lateralmente aguantando 3 insistencias en el máximo de abertura. (10 min)

*Estiramientos:*

Estiramientos generales, gemelos, glúteos, bíceps, tríceps, cuádriceps, isquios, cervicales (10 min).

**Sesión 12:**

*Objetivo principal:* trabajar flexibilidad, fuerza y relajación.

*Calentamiento:*

Desplazamientos variados por la piscina, primero sin material, después con churros y tablas, alternando la mitad del grupo con un único material, intercambiar (10 min).

*Parte principal:*

Mitad del grupo con churro, mitad con una tabla, desplazar hacia delante / atrás en flotación, decúbito ventral /dorsal; siempre desplazando de diferentes maneras, hundir material con las dos manos hasta que toque en las piernas; con el churro las extremidades cogidas cerrar a altura del hombro trabajando pectorales, con la tabla en una de las manos, alternar de uno en uno; repetir los movimientos tres vueltas, intercambiar el material y repetir más tres vueltas.

Sentadas sobre el material por parejas una mano cogida a la compañera, hacer relevos, cambiar material. (Total 25 min).

*Vuelta a la calma:*

Sin material, abdominales apoyadas en el bordillo de la piscina, tijeras y traer rodillas alternadamente, después por parejas, la compañera aguanta por las axilas mientras la otra hace los abdominales, cambiar. (10 min).

*Estiramientos:*

Estiramientos por parejas, una auxilia la otra estira y cambian. (10 min).

**Sesión 13:**

*Objetivo principal:* Tonificación de brazos y autocontrol de intensidad.

*Calentamiento:*

Desplazamientos variados por la piscina, ponerse en tríos o duplas, conforme número de alumnas, deberán desplazarse juntas, cambiar varias veces y volver a la primera formación (15 min).

*Parte principal:*

Trabajo en circuito, los tríos se ponen en cada estación serán dos minutos en cada estación y un minuto de corrida veloz por la piscina para hacer el cambio de estación. Ejercicios con manoplas para pectorales; ejercicio con mancuernas para bíceps y tríceps; ejercicio con tabla para pectorales; abdominales con churro atrás de la espalda; ejercicio con discos de espuma, hundirlos hacia abajo y hacia delante alternadamente. Hacer tres vueltas rápidas en el circuito y una última más lenta. Controle intensidad durante toda la parte principal (Total 30 min).

*Vuelta a la calma e estiramientos:*

Estiramientos generales por parejas, principalmente bíceps, tríceps, pectorales, gemelos. Con una pelota de tenis hacer masaje en la espalda de la compañera, cambiar. (10 min).

**Sesión 14:**

*Objetivo principal:* Tonificación de brazos y autocontrol de intensidad.

*Calentamiento:*

Desplazamientos por parejas, cambiando pasos y ritmos, cambiar parejas, corridas de distintas maneras en forma de competición. (15 min).

*Parte principal:*

Trabajo en circuito, los tríos o duplas, conforme número de alumnas, se ponen en cada estación, serán dos minutos en cada estación y un minuto de corrida veloz por la piscina para hacer el cambio de estación. Mantener los ejercicios de clase anterior, añadiendo una vuelta al circuito. Ejercicios con manoplas para pectorales; ejercicio con mancuernas para bíceps y tríceps; ejercicio con tabla para pectorales; abdominales con churro atrás de la espalda; ejercicio con discos de espuma, hundirlos hacia abajo y hacia delante alternadamente. Hacer cuatro vueltas rápidas en el circuito y una última más lenta. Controle intensidad durante toda la parte principal (Total 30 min).

*Vuelta a la calma e estiramientos:*

(10 min).

**Sesión 15:**

*Objetivo principal:* resistencia aeróbica, fortalecimiento del tren inferior y control corporal en suspensión.

*Calentamiento:*

Desplazamientos con consignas: un solo pie, saltando, tocando a una compañera, de espaldas, lateral, cambio de sentido, etc., primeramente cambiar las consignas rápidamente después aplazar más. (10 min).

*Parte principal:*

Dividir el grupo en dos, uno con tobilleras otro con churros. Coreografía: desplazarse hacia delante, hacia atrás y lateralmente; hundir el churro cogido por las extremidades; abrir/cerrar a altura de los hombros; abrir/cerrar piernas; subir rodillas saltando; tocar la extremidad del churro en la rodilla con la mano contraria; subir tobillos atrás; hundir churro con los brazos rectos; zancadas hacia atrás, brazos empujando agua adelante. Repetir movimientos tres veces e intercambiar material, repetir más veces. (Total 30 min)

*Vuelta a la calma:*

Por parejas hacer un masaje con el agua en la compañera que debe estar en suspensión. (5 min)

*Estiramientos:*

Estiramientos generales enfatizando cuádriceps, gemelos, isquios, cervicales (10 min).

**Sesión 16:****Piscina profunda**

*Objetivo principal:* resistencia aeróbica, fortalecimiento del tren inferior y controle corporal en suspensión.

*Calentamiento:*

Todas con cinturones. Desplazamientos con consignas: chutando pierna adelante, saltando, tocando a una compañera, de espaldas, lateral, cambio de sentido, sumergirse, etc., primeramente cambiar las consignas rápidamente después aplazar más. (5 min).

*Parte principal:*

Dividir el grupo en dos, uno con tobilleras otro con churros. Coreografía mantener la misma de la clase anterior, solo aumentar una repetición: desplazarse hacia delante, hacia atrás y lateralmente; hundir el churro cogido por las extremidades; abrir/cerrar a altura de los hombros; abrir/cerrar piernas; subir rodillas saltando; tocar la extremidad del churro en la rodilla con la mano contraria; subir tobillos atrás; hundir churro con los brazos rectos; zancadas hacia atrás, brazos empujando agua adelante. Repetir movimientos cuatro veces e intercambiar material, repetir más cuatro veces. (Total 35 min)

*Vuelta a la calma e estiramientos:*

Volver a la piscina poco profunda. Por parejas hacer un masaje con el agua en la compañera que debe estar en suspensión; dividir el grupo en dos, cada grupo masajea una, que se pondrá en medio del círculo en suspensión, cambiar hasta que pasen todas (10 min). Estiramientos generales enfatizando cuádriceps, gemelos, isqueos, cervicales (5 min).

**Sesión 17:**

*Objetivo principal:* mejorar la flexibilidad, relajación, mejorar la fuerza resistencia abdominal, cadena posterior y hombros.

*Calentamiento:*

Steps distribuidos por la piscina, una para cada alumna, coreografía básica de piernas, subiendo y bajando step, lateral, adelante y atrás. (10 min).

*Parte principal:*

Montar un circuito con 6 estaciones: subir y bajar step haciendo dos saltos con un pié; Con halteras trabajar bíceps; stops subir rodillas; pelota de waterpolo trabajar tríceps pasándola a la compañera; step patada adelante; halteras trabajar pectoral en inmersión. Cada estación dura dos minutos y los descansos serán de un minuto para hacer abdominales variados en medio a la piscina: tumbadas en decúbito dorsal brazos abiertos, hacer rodar una pierna; tumbadas en decúbito dorsal abrir/cerrar piernas; tumbadas en decúbito dorsal tocar el suelo un pie y el otro alternadamente; tumbadas en decúbito dorsal traer rodillas hacia la lateral, oblicuos; tumbadas en decúbito dorsal traer rodillas hacia el pecho. Controle de la intensidad entre cada vuelta del circuito (5 min). (Total 30 min)

*Vuelta a la calma:*

En parejas una tumbadas sobre una colchoneta de espuma, “llevarla de paseo”.

*Estiramientos:*

Estiramientos generales con ayuda de la pareja, énfasis en bíceps, tríceps, cuádriceps, cervicales, gemelos. (10 min)

**Sesión 18:**

*Objetivo principal:* mejorar la flexibilidad, relajación, mejorar la fuerza resistencia abdominal, cadena posterior y hombros.

*Calentamiento:*

Steps distribuidos por la piscina, una para cada dos alumnas, coreografía básica de piernas, subiendo y bajando step, lateral, adelante y atrás, mantener coreografía de la clase anterior,

pero debe ser ejecutada simultáneamente por las dos cogidas de la mano (10 min).

*Parte principal:*

Circuito en parejas, mantener un step para cada pareja, las estaciones consisten: 4 pasos arriba y 4 abajo; 4 pasos laterales, alternar lado; subir una rodilla; subir una rodilla, el otro pie tocando el glúteo; una de frente para la otra, subir step y tocar manos; abdominales oblicuos. Cada estación durará dos minutos la primera vuelta, la segunda durará tres minutos. Los descansos consisten en una vuelta rápida de treinta segundos aproximados, por la piscina. Controle de la intensidad entre cada vuelta del circuito (5 min). (Total 25 min)

*Vuelta a la calma:*

Juego del “robot”, por parejas una conduce la otra que debe estar de ojos cerrados. (5 min)

*Estiramientos:*

Estiramientos generales con ayuda de la pareja, énfasis en bíceps, tríceps, cuádriceps, cervicales, gemelos. (10 min)

### **Sesión 19:**

*Objetivo principal:* Control de la relajación propia y del compañero; mejorar la fuerza resistencia (abdomen-cadena anterior).

*Calentamiento:*

Desplazamientos variados por la piscina, con movimientos amplios/cortos, rápidos/lentos, utilizar los movimientos de la coreografía a seguir. (10 min).

*Parte principal:*

Con guantes interdigitales, sencilla con movimientos amplios: corrida estática, brazos adelante/atrás; corrida estática abrir/cerrar piernas, abrir/cerrar brazos; balanceo lateral, brazos remadas derecha e izquierda alternadamente; péndulo lateral, brazos empujar lateral; péndulo adelante/atrás, brazos bíceps/tríceps. Toda la coreografía 8 repeticiones de cada movimiento, después 4, después 2 repeticiones y una última de 2 otra vez. A cada repetición de la coreografía, hacer abdominales tijeras y traer rodillas 8 de cada. Controle de la intensidad entre cada vuelta del circuito (5 min). (Total 25 min)

*Vuelta a la calma:*

Por parejas, churros a lo largo de la espalda, la compañera conduce por la piscina haciendo movimientos sinusoidales. (15 min)

*Estiramientos:*

Estiramientos generales con ayuda de la pareja, énfasis en bíceps, tríceps, cuádriceps, cervicales, isquios y gemelos. (5 min)

### **Sesión 20:**

*Objetivo principal:* Control de la relajación propia y del compañero; mejorar la fuerza resistencia (abdomen-cadena anterior).

*Calentamiento:*

Recordar coreografía de la clase anterior en parejas, movimientos amplios/cortos, rápidos/lentos. (10 min).

*Parte principal:*

Con guantes interdigitales, mantener la coreografía hacer coreografía sencilla con movimientos amplios de la clase anterior: corrida estática, brazos adelante/atrás; corrida estática abrir/cerrar piernas, abrir/cerrar brazos; balanceo lateral, brazos remadas derecha e izquierda alternadamente; péndulo lateral, brazos empujar lateral; péndulo adelante/atrás, brazos bíceps/tríceps. Solo cambiarán las repeticiones: toda la coreografía 8 repeticiones de cada movimiento, después 4, después 2 repeticiones y una última de 8 otra vez. A cada repetición de la coreografía, hacer abdominales tijeras y traer rodillas 10 de cada. Controle de la intensidad entre cada vuelta del circuito (5 min). (Total 25 min)

*Vuelta a la calma:*

Por parejas, la compañera coge por las axilas y conduce por la piscina haciendo movimientos sinusoidales. (15 min)

*Estiramientos:*

Estiramientos generales con ayuda de la pareja, énfasis en bíceps, tríceps, cuádriceps, cervicales, isqu coastos y gemelos. (5 min)

**Sesión 21:**

*Objetivo principal:* relajación individual y de la compañera, tonificación global.

*Calentamiento:*

Dividir el grupo en dos equipos, poner muchas halteras de espuma en la piscina, competición para recoger más halteras en menos tiempo y montar una pirámide, con la consigna de solo poder recoger una a la vez. (10 min).

*Parte principal:*

Cada alumna coge dos halteras de la pirámide, coreografía: corrida estática con el agua en el cuello; corrida abriendo piernas hacia delante/atrás, brazos trabajando tríceps, “saltos de rana”, tríceps; piernas abiertas, un brazo moviendo en dirección al otro hombro, intercalar; balanceo lateral, brazo empujando agua adelante; patadas atrás, brazos hacia delante; combinar patadas atrás, adelante y laterales, brazos siguen las piernas; abdominales con un churro en la espalda, traer rodillas al medio y lateral 8 de cada. Repetir coreografía con 8 tiempos, serie de abdominales; coreografía con 4 tiempos, serie de abdominales y 8 tiempos más serie de abdominales. (Total 25 min)

*Vuelta a la calma:*

Por parejas, una tumbada en decúbito dorsal sobre una colchoneta de espuma, la compañera hará masaje con una pelota de tenis, en las zonas trabajadas durante la clase. (15 min)

*Estiramientos:*

Estiramientos generales con ayuda de la pareja, énfasis en bíceps, tríceps, cuádriceps, cervicales, isqu coastos, abdominales transversales y gemelos. (5 min)

**Sesión 22:**

*Objetivo principal:* relajación individual y de la compañera, tonificación global.

*Calentamiento:*

Recordar coreografía de la clase anterior, hacerla muy lenta con movimientos muy amplios sin material. (10 min).

*Parte principal:*

Cada alumna coge dos manoplas, mantener coreografía: corrida estática con el agua en el cuello; corrida abriendo piernas hacia delante/atrás, brazos trabajando tríceps, “saltos de rana”, tríceps; piernas abiertas, un brazo moviendo en dirección al otro hombro, intercalar; balanceo lateral, brazo empujando agua adelante; patadas atrás, brazos hacia delante; combinar patadas atrás, adelante y laterales, brazos siguen las piernas; abdominales con un churro en la espalda, traer rodillas al medio y lateral 10 de cada. Cambiaremos en número de repeticiones a que se pedirá más amplitud de movimientos, repetir coreografía con 8 tiempos, serie de abdominales; coreografía con 4 tiempos, serie de abdominales y 2 tiempos más serie de abdominales. (Total 25 min)

*Vuelta a la calma:*

Dividir el grupo en dos, una se pondrá en medio del círculo formado por las demás, tumbada sobre una colchoneta de goma, las compañeras harán masaje con una pelota de tenis, en las zonas trabajadas durante la clase, hasta que se haga en todo el grupo. (15 min)

*Estiramientos:*

Estiramientos generales con ayuda de la pareja, énfasis en bíceps, tríceps, cuádriceps,

cervicales, isqueos, abdominales transversales y gemelos. (5 min)

### **Sesión 23:**

*Objetivo principal:* método interválico, tonificación de abdominales y piernas con diferentes materiales.

*Calentamiento:*

Marcar coreografía básica, desplazamientos hacia delante, atrás, laterales en diferentes intensidades. (10 min).

*Parte principal:*

Poner tobilleras y empezar coreografía: deslazar hacia atrás, brazos empujando adelante; hacia delante, brazos remadas; lateral, brazo remada lateral; adelante, brazos bíceps; atrás, brazos tríceps; lateral, brazos abrir/cerrar, pectorales; péndulo lateral alternado, un solo brazo empuja agua adelante; subir rodillas, tocar mano contraria en la rodilla que sube. Hacer la coreografía en tres intensidades, 8 repeticiones lentas, 4 repeticiones moderadas y dos repeticiones rápidas. Distribuidas por parejas, un churro por pareja, una de frente para la otra, cogidas en el churro, abrir pierna lateralmente, alternando, una con la derecha otra con la izquierda, lentamente, moderado, rápido; empujar pie hacia atrás alternadamente, trabajo de glúteos, lentamente, moderado y rápidamente; zancadas, lentas, moderadas y rápidas. Repetir los movimientos 8 veces para cada intensidad, total 24 repeticiones. Abdominales al bordillo de la piscina, siguen por parejas, deben hacerlo a la vez, traer rodillas al pecho y lateralmente total 50 repeticiones a un ritmo continuo. Controle de la intensidad durante toda la clase. (Total 35 min)

*Vuelta a la calma y estiramientos:*

Estiramientos generales, énfasis en bíceps, tríceps, cuádriceps, cervicales, isqueos, abdominales transversales y gemelos. (10 min)

### **Sesión 24:**

#### **Piscina profunda**

*Objetivo principal:* método interválico, tonificación de abdominales y piernas con diferentes materiales.

*Calentamiento:*

Todas con cinturones, juego del “pilla-pilla”, la persona “pillada” deberá realizar distintas tareas: inmersión, salto, media voltereta, etc., y también será la siguiente que “pilla” a los demás. Establecer consignas para desplazarse: con una mano arriba, con la mano en la nariz, con la cabeza dentro del agua, etc. (10 min).

*Parte principal:*

Poner aletas. Ejercicios: tijeras; tijeras más amplias; patadas adelante; patada atrás tocar pié; abdominales en decúbito dorsal, traer rodillas hacia el pecho en el medio y al lado; desplazamiento lateral, brazos acompañan; pies de espalda. Con dos mini churros, uno en cada mano: corrida, brazos empujan agua adelante a altura de los hombros; abrir/cerrar brazos adelante, pectorales; combinar pectoral al medio y empujar adelante alternadamente; desplazamiento adelante/atrás, brazos remada; corrida, hacer círculos pequeños con los brazos. Hacer dos minutos de cada ejercicio y repetirlos, rápidamente por un minuto. Control de intensidad durante toda la parte principal. (Total 35 min)

*Vuelta a la calma y estiramientos:*

Volver a la piscina poco profunda. Estiramientos generales en la piscina pequeña, énfasis en bíceps, tríceps, cuádriceps, cervicales, isqueos, abdominales y gemelos. (10 min)

## 6. Informe Comité de Ética de la Universidad de Lleida



De: President del CEIC  
A: Sra. Marcia Cristina Filippetto

Assumpte: Projecte de codi CEIC **658** titulat: **“La condición física en el género femenino (rango: 45-55 años), en practicantes de aquafitnes en el club INEF- Lleida”** amb el Dr. Salvador Olaso Climent professor d'INEF i la Sra. Marcia Cristina Filippetto com a investigadora principal

---

Us adjuntem l'aprovació del vostre projecte que va estar avaluat pel CEIC a la reunió de 18 de junio de 2008, acta 9/2008.

Cal informar al CEIC de l'inici de l'estudi, de la marxa del projecte, dels resultats i de l'acabament de l'estudi.

Atentament,

---

A handwritten signature in black ink, appearing to read "JA Schoenenberger", written over a horizontal line.

Joan Antoni Schoenenberger Arnaiz  
Lleida, 11 d'agost de 2008

El Comitè Ètic de Investigació Clínica en la reunió de 18 de junio de 2008, acta 9/2008, informó favorablement la sol·licitud del projecte de investigació titulat: "**La condició física en el gènere femení (rango: 45-55 anys), en practicants de aquafitnes en el club INEF- Lleida**", con la Sra. Marcia Cristina Filippetto como investigadora principal en INEF de Lleida, y consideró que:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación a los objetivos del estudio y que estan justificados los riesgos y molestias previsibles para los sujetos participantes.
- La capacidad del investigador y los medios de que dispone son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado de los sujetos que participan en el estudio.

Lleida, 11 de agosto de 2008



Joan Antoni Schoenenberger Arnaiz  
Presidente

**INEFC**Institut Nacional  
d'Educació Física  
de Catalunya  
Lleida

De: Investigadora - *Marcia Cristina Filippetto* ; Tutor - *Dr. Xavier Peirau Teres*

A: Sr. Presidente del Comité de Ética de Investigación Clínica Joan *Antoni Schoenenberger Arnaiz*

Asunto: Informe de la marcha del Proyecto de código **CEIC 658** titulado “**Fitness acuático y entrenamiento vibratorio: efectos en el equilibrio, la fuerza y la flexibilidad en mujeres de media edad**”.

---

Conforme vuestro comunicado, informamos el andamio de referido estudio. Actualmente tiene finalizada la fase de intervención y recogida de datos. Se encuentra en fase de análisis estadística de los mismos (recogidos en enero y mayo de 2009; pre y post test).

El título original “*La condición física en el género femenino (rango: 45-55 años), en practicantes de aquafitnes en el Club Inef Lleida*” ha sido cambiado por ilustrar de manera más clara tal estudio, manteniendo sus objetivos y procedimientos. De la misma manera, ha sido cambiado el tutor de tesis, Dr. Salvador Olaso Climent, por el profesor Dr. Xavier Peirau Teres, del mismo centro de enseñanza.

Atentamente,

*Dr. Xavier Peirau Teres*

Profesor, INEFC-Lleida

*Marcia Cristina Filippetto*

Investigadora, INEFC- Lleida