

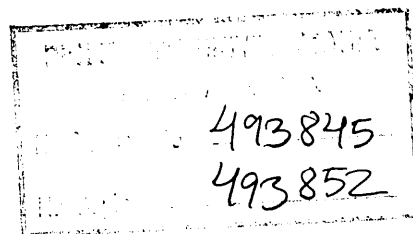
## TESIS DOCTORAL

# VARIACIONES DE LA FLEXIBILIDAD MEDIANTE LA FACILITACION NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA, FLEXIBILIDAD ACTIVA Y PASIVA

AUTORA: MARIA ISABEL DE HARO ROLDAN

DIRECTOR: DR. JUAN CARLOS DE LA CRUZ MARQUEZ

UNIVERSIDAD DE GRANADA



DEPARTAMENTO DE PERSONALIDAD EVALUACION Y TRATAMIENTO PSICOLOGICO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE

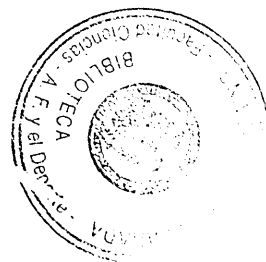
PROGRAMA: MOTRICIDAD HUMANA

GRANADA JUNIO DE 1997



UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD  
FISICA Y EL DEPORTE



### INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

D. Juan Carlos de la Cruz Márquez, Profesor del Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Granada, Director de la Tesis: *Variaciones de la flexibilidad mediante la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva, flexibilidad activa y pasiva*, de la que es autora M<sup>a</sup> Isabel de Haro Roldán.

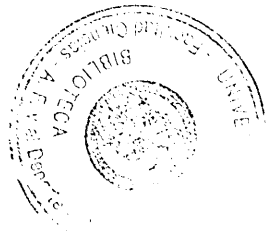
AUTORIZA la presentación de la referida Tesis para su defensa y mantenimiento de acuerdo con lo previsto en el Real decreto 185/1985 de 23 de enero.

INFORMANDO que la presente Tesis Doctoral ha sido realizada por el doctorando en el Laboratorio de Análisis del Movimiento de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Granada y que cumple los requisitos necesarios de originalidad para su defensa.

Granada, 9 de Junio de 1997.

EL DIRECTOR

Fdo. Juan Carlos de la Cruz Márquez



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera agradecer la labor realizada por el Director de Tesis, Juan Carlos, que ha sabido orientar la iniciativa del doctorando, conduciendo sus esfuerzos hasta la culminación de este trabajo.

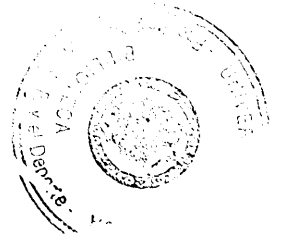
En segundo lugar deseo expresar mi gratitud a todas las personas que han colaborado en esta investigación, tanto a los sujetos experimentales, como a los compañeros de trabajo: profesores, personal de biblioteca, laboratorio, medios audiovisuales y administración, que siempre me han ayudado en todos mis apuros.

A Nicolás un agradecimiento especial por darme la idea sobre este trabajo y estar siempre dispuesto a ayudarme. A Antonio Oña, que nos orientó en todo el proceso estadístico, también agradezco el tiempo e interés que dedicó.

En tercer lugar quiero expresar mi reconocimiento al continuo apoyo y orientación recibida por mis padres, ya que sin su ayuda no habría sido posible llegar hasta aquí.

Y por último, no puedo dejar de apreciar la comprensión y abnegación recibidas por parte de Juan Ant<sup>o</sup>, Juanjo, Javi e Isabel.

## ABREVIATURAS UTILIZADAS



**FNP:** Facilitación neuromuscular propioceptiva

**SS:** Estiramiento estático o pasivo.

**CR, PI:** Método FNP pasivo.

**CRAC, PIC:** Método FNP activo.

**SR:** Estiramiento relajando.

**Flex:** Flexión.

**Ext:** Extensión.

**Pn:** Pierna.

**Tb:** Tobillo.

**Drcho:** Derecho.

**Izdo:** Izquierdo.

**FPd:** Flexión de la pierna derecha.

**FPi:** Flexión de la pierna izquierda.

**EPd:** Extensión de la pierna derecha..

**EPI:** Extensión de la pierna izquierda.

**ABD:** Abducción.

**ETd:** Extensión del tobillo derecho.

**ETi:** Extensión del tobillo izquierdo.

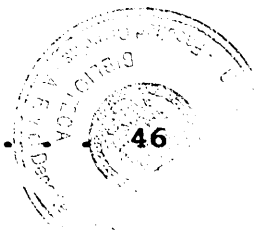
**INDICE**

## INDICE

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>PRESENTACION</b> . . . . . | <b>11</b> |
|-------------------------------|-----------|

### CAPITULO 1

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCION</b> . . . . .   | <b>14</b> |
| <b>1.1. Contexto científico de estudio del movimiento</b> . . . . .                  | <b>16</b> |
| <b>1.2. Análisis conceptual</b> . . . . .  | <b>22</b> |
| 1.2.1. Consideraciones generales sobre el entrenamiento de la flexibilidad . . . . . | 25        |
| 1.2.2. Beneficios del entrenamiento de la flexibilidad . . . . .                     | 26        |
| 1.2.2.1. Influencia en la eficacia motora . . . . .                                  | 30        |
| 1.2.2.2. Prevención de lesiones . . . . .  | 32        |
| 1.2.2.3. Disminución del dolor muscular . . . . .                                    | 36        |
| 1.2.2.4. Relajación muscular . . . . .   | 38        |
| 1.2.2.5. Terapia para las lumbalgias . . . . .                                       | 39        |
| 1.2.2.6. Laxitud y rigidez . . . . .   | 40        |
| 1.2.2.7. Dolor y lesión muscular . . . . .   | 41        |
| 1.2.2.8. Importancia de la flexibilidad en el deporte . . . . .                      | 42        |
| 1.2.3. Posibles inconvenientes del entrenamiento de la flexibilidad . . . . .        | 44        |

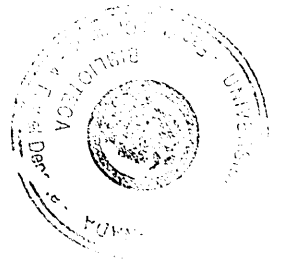


- 1.3. Factores limitantes de la flexibilidad . . . . . 46**
  - 1.3.1. Limitaciones en los componentes  
    contráctiles . . . . . 47
  - 1.3.2. Limitaciones en los componentes elásticos 49
  - 1.3.3. Limitaciones mecánicas en los tejidos  
    blandos . . . . . 51
  - 1.3.4. Limitaciones neurofisiológicas . . . . . 54
  - 1.3.5. Limitaciones osteo-articulares . . . . . 56
  - 1.3.6. La edad como factor limitante de la  
    flexibilidad . . . . . 57
  - 1.3.7. El sexo como factor limitante . . . . . 63
  - 1.3.8. Limitaciones por la temperatura corporal y la  
    hora del día . . . . . 65
  - 1.3.9. Diferencias entre distintas articulaciones 68
  - 1.3.10. Incidencia del entrenamiento de fuerza en la  
    flexibilidad . . . . . 69
  
- 1.4. Tipos y técnicas de movimiento para el entrenamiento  
de la flexibilidad . . . . . 73**
  - 1.4.1. Relajación . . . . . 74
  - 1.4.2. Métodos utilizados para el desarrollo de  
    la flexibilidad . . . . . 75
    - 1.4.2.1. Estiramiento con relajación . . . . . 76
    - 1.4.2.2. Estiramiento activo o dinámico . . . 76
      - 1.4.2.2.1. Estiramiento activo asistido 78
    - 1.4.2.3. Estiramiento pasivo o estático . . . 78

|   |     |
|---|-----|
| 1.4.2.4. Facilitación Neuromuscular   |     |
| Propioceptiva . . . . .   | 79  |
| 1.4.2.5. Stretching . . . . .   | 83  |
| 1.4.3. Técnicas de movimiento . . . . .   | 84  |
| 1.4.3.1. Presiones y tracciones . . . . .   | 85  |
| 1.4.3.2. Rebotes o insistencias . . . . .   | 85  |
| 1.4.3.3. Lanzamientos . . . . .   | 86  |
| 1.4.4. Factores que inciden en la intensidad de los<br>ejercicios de flexibilidad . . . . . | 86  |
| 1.4.5. Movimientos según el tipo de articulación  | 87  |
| <br>  |     |
| 1.5. Principales métodos de registro en flexibilidad .                                      | 88  |
| 1.5.1. Técnicas radiográficas . . . . .   | 89  |
| 1.5.2. Los métodos ópticos . . . . .  | 90  |
| 1.5.3. Los métodos que utilizan goniómetros . . .   | 93  |
| 1.5.4. Otros métodos y aparatos de medición . . .   | 95  |
| <br>  |     |
| 1.6. Principales orientaciones de los estudios<br>sobre la flexibilidad . . . . .           | 96  |
| 1.6.1. Flexibilidad y actividades que resaltan<br>una ejecución de calidad . . . . .        | 98  |
| 1.6.2. Estudios comparativos sobre técnicas<br>de entrenamiento . . . . .                   | 99  |
| <br>  |     |
| 2. MATERIAL Y METODO . . . . .  | 122 |
| 2.1. Población . . . . .  | 122 |
| 2.2. Determinación de la referencia . . . . .   | 123 |

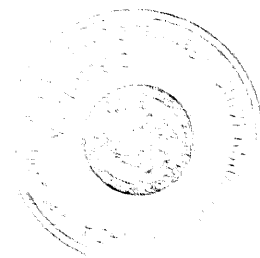


|  |     |
|--|-----|
| 2.2.1. Sistema grabador . . . . .                  | 123 |
| 2.2.2. Sistema reproductor . . . . .               | 123 |
| 2.2.3. Toma de imágenes . . . . .                  | 124 |
| 2.2.4. Tiempos de ejecución . . . . .              | 124 |
| 2.2.5. Toma de datos . . . . .                     | 126 |
| 2.2.6. Procedimiento . . . . .                     | 126 |
| 2.2.7. Descripción de cada sesión . . . . .        | 127 |
| 2.3. Diseño experimental . . . . .                 | 158 |
| 2.3.1. Variables dependientes . . . . .            | 158 |
| 2.3.2. Variables independientes . . . . .          | 158 |
| 3. RESULTADOS . . . . .                            | 160 |
| 3.1. Análisis transversal . . . . .                | 161 |
| 3.2. Análisis de los tests por segmentos . . . . . | 167 |
| 3.3. Análisis longitudinal . . . . .               | 171 |
| 3.4. Análisis de los tests por métodos . . . . .   | 189 |
| 4. DISCUSION . . . . .                             | 226 |
| 4.1. Justificación del material y método . . . . . | 226 |
| 4.2. Tipos de entrenamiento . . . . .              | 234 |
| 5. CONCLUSIONES . . . . .                          | 245 |
| 6. BIBLIOGRAFIA . . . . .                          | 248 |



## PRESENTACION

## PRESENTACION



El presente trabajo se basa en la observación de los efectos de diferentes métodos en la mejora de la flexibilidad.

La flexibilidad es un factor general de la condición física altamente específico, cuyo estudio se ha desarrollado en los últimos años.

No hay duda de que en deportes, la buena flexibilidad está asociada generalmente con una buena realización, con un esquema de movimiento suave y con un aparato locomotor bien desarrollado (Borms, J. 1984).

Las investigaciones recogidas en la bibliografía no aclaran la controversia técnica respecto al tipo de entrenamiento específico para la flexibilidad, la cronología del mismo, los niveles de ejecución, las poblaciones deportivas más ideales o los medios de estudio más eficaces. No obstante, se atisban indicios que nos ayudan a ir perfilando esas cuestiones.

Esta tesis sigue la trayectoria iniciada por algunos autores, como Cornelius y Hinson (1980), Hardy (1985), Wallin, D. et al.(1985), Hardy y Jones (1986), Hortobagy et al.(1987), Etnyre y Lee (1987), Sullivan (1992), Cornelius (1992) etc., cuyos estudios han despertado cierto interés en la búsqueda de los métodos más adecuados para mejorar la flexibilidad.

En este trabajo hemos realizado una investigación en la que se han comparado cuatro grupos de sujetos, tres experimentales y un grupo de control, con el objeto de observar qué método de flexibilidad, de los utilizados, es el más efectivo en la consecución de la máxima amplitud de movimiento en jóvenes deportistas, estudiantes de Educación Física y con buen desarrollo motor que habían superado las pruebas físicas de acceso a dichos estudios.

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCION**

## 1. INTRODUCCION

La línea de trabajo en la que nos movemos trata de observar la eficacia de diferentes métodos de trabajo en la mejora de la flexibilidad. Suponemos que el entrenamiento a través de diferentes sistemas nos mostrará las diferencias existentes.

Los distintos procedimientos de entrenamiento utilizados en esta tesis, ya han dado cuenta a través de una serie de investigaciones: (Hardy y Jones (1986), Cornelius y Hinson (1980), Hardy (1985), Wallin et al.(1985), Etnyre y Lee (1987), Sullivan (1992), Ostering et al.(1992) de su efectividad, pero desconocemos las diferencias que puede haber entre ellos. Sería necesario conocer los métodos más adecuados de flexibilidad en aquellas actividades deportivas donde se requiera una amplitud máxima de movimiento para una buena ejecución técnica.

La flexibilidad, por otro lado, tiene una gran utilidad fuera del campo deportivo, ya que siendo un factor general de la condición física altamente especializado, va a influir en la forma en que una persona se mueve o se relaciona con su medio (Rasch, P.; Burke, R. 1985).

Desde las tareas cotidianas más rudimentarias a los trabajos profesionales más específicos se puede buscar una mejora basada en la adecuada flexibilidad corporal. Incluso para rehabilitación de traumatismos y personas inactivas.

Los especialistas a veces dudan sobre la aplicación más adecuada de la flexibilidad para la obtención de resultados óptimos.

Por tanto, tratamos de realizar alguna aportación a través de nuestro estudio, que pueda ser de utilidad para conseguir mejoras no sólo en deportistas y atletas sino también en quienes intentan paliar las limitaciones articulares que aparecen en la tercera edad o aquellas provenientes de la inactividad, lesión, etc.

A través de los capítulos de la presente introducción hemos intentado situar el problema de estudio:

Inicialmente en el primer capítulo realizamos un análisis del estado actual de la investigación en el campo de la Educación Física y el Deporte comparada con otras ramas de la ciencia, para terminar ubicando nuestro trabajo en el lugar que le corresponde dentro de las perspectivas y áreas científicas.

En el segundo capítulo tratamos de conceptuar y definir los términos de flexibilidad, elasticidad, movilidad y la relación que existe entre ellos. De cómo afectan y modifican el comportamiento no solo motor o motriz sino también a nivel somático. Y de sus beneficios y ventajas.

En el tercer capítulo analizamos los diversos factores que limitan la flexibilidad, sobre todo a nivel interno, aunque también se hace alusión a factores externos que facilitan o limitan en un momento determinado la mayor o menor flexibilidad.

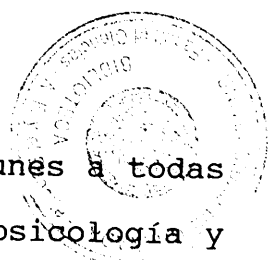
En el capítulo cuarto hacemos alusión a los métodos que más comúnmente se utilizan para mejorar la flexibilidad, dado que en algunos deportes y en actividades altamente especializadas han reconocido la necesidad de aquella en determinadas articulaciones con objeto de prevenir lesiones y mejorar el rendimiento deportivo.

En el último capítulo de la introducción hacemos una breve aportación sobre los métodos de registro en flexibilidad más fiables, así como en sus aplicaciones deportivas.

### 1.1. Contexto científico del movimiento

La ciencia es el conjunto organizado de conocimientos que han sido adquiridos utilizando un método científico (Zimmy, 1961; op. cit. en Pereda, 1987). Es una estructura, y por tanto, una organización con distintos niveles interrelacionados, desde unos componentes más generales a otros más específicos y aplicados (Gutiérrez et al., 1988).





Existen una serie de perspectivas básicas comunes a todas las áreas científicas: Física, química, biología, psicología y sociología, llamadas por Bunge (1983) ramas de la ciencia.

Cada una de ellas se orienta hacia un nivel autónomo con una aproximación peculiar a los problemas, y con unas técnicas y modelos específicos, pero coincidentes con los otros en el método científico general (Gutiérrez et al., 1988)

Cualquier problema puede ser investigado bajo el prisma de las distintas perspectivas básicas, concretamente el área de estudio del movimiento, comunmente llamada motricidad, constituye un núcleo científico. Como expresa Popper (1963) los problemas pueden atravesar los límites de cualquier disciplina científica concreta, de forma que pueden tratarse desde un amplio conjunto de perspectivas, áreas o tecnologías. Para Schmidt (1988) un acto motor puede abordarse desde las distintas perspectivas básicas:

- (a) Física, p.ej., estudiando la fuerza necesaria para cada momento, o la relación eficaz entre los distintos segmentos.
- (b) Química, p.ej., determinando las reacciones y procesos intracelulares concomitantes.
- (c) Biología, p.ej., estableciendo las interacciones de grupos celulares homogéneos (órganos o tejidos) significativos para ese movimiento: grupos musculares, sistema nervioso, etc.
- (d) Psicología, p.ej., analizando los procesos comportamentales básicos en la respuesta motora específica: adquisición (aprendizaje), sistemas de control, sistemas de activación.
- (e) Sociología, p.ej., atendiendo al valor interactivo y comunicativo de ese gesto.

En el ámbito de la motricidad, la aproximación desde esas distintas perspectivas, delinean una serie de áreas especiales de estudio (Gutiérrez et al., 1988): Biomecánica, Fisiología, Ergometría, Comportamiento motor, Sociología del movimiento. Que a su vez determinan otros campos aplicados; Dinámica y Cinemática; Fisiología del ejercicio y Medicina del deporte; Control motor, Desarrollo motor, Psicología del Deporte y Aprendizaje motor; Antropología del juego, Sociología del Deporte y Historia del Deporte. Soportes, así mismo, de una serie de técnicas aplicadas: Análisis mecánico de la técnica deportiva, Técnicas fisiológicas de control del entrenamiento, Técnicas de entrenamiento psicológico, técnicas de enseñanza de gestos, técnicas de entrenamiento para el desarrollo de la condición física, etc. (FIGURA 1).

Uno de los mayores problemas existentes en el ámbito aplicado de la actividad física y el deporte, ha sido, y aun hoy día sigue siendo, la falta de mayor rigor científico en el estudio e investigación del movimiento humano, al menos entre los técnicos de la Educación Física y el Deporte. Estos últimos están divididos en dos ramas claramente definidas, la rama de la Educación Física, y la del deporte de alto nivel. Los primeros, quizás los mas avanzados en el campo de la investigación, no suelen utilizar técnicas experimentales, sus estudios se centran en técnicas observacionales, o a lo sumo correlacionales, quedándose la mayor parte de las veces en estudios documentales, que constituyen simplemente la fase preambular de cualquier



estudio científico, pero no el estudio en sí. Aunque éste puede ser el caso de algunos trabajos históricos no debe tomarse como norma. La rama deportiva suele estar interesada obsesivamente por la eficacia en los campos empíricos, fundamentada en dudosas experiencias particulares y mitificados recursos de autoridad y moda (Gutiérrez et al. 1988). Es difícil encontrar en la bibliografía estudios realizados por especialistas deportivos que no aludan a sus experiencias personales, o a teorías montadas sobre postulados cuyo origen es la perspectiva personal e ideológica.

La Educación Física debe buscar sus ejes de referencia en la metodología científica, lo contrario constituye una lamentable falta, que permite, bajo una especie de mística, la admisión de conocimientos, lenguajes, y prácticas que, con un ropaje pseudocientífico van floreciendo sin límites en terreno abonado para ello (Oña, 1986). No es que no existan criterios o investigaciones científicas en la Educación Física, es que son diepersas y generadas en otras ciencias y, sobre todo, con una trascendencia muy pobre (Oña, 1986). Gutiérrez et al. (1988) enumeran algunas de ellas: Aprendizaje motor, Biomecánica, Fisiología del Ejercicio, etc.

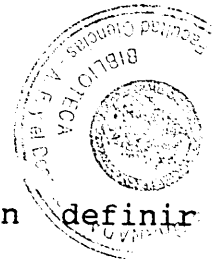
Las estrategias o diseños experimentales tienden a organizarse, según el grado de control y definición operativa, en tres categorías (Campbell & Stanley, 1963): preexperimentales, cuasiexperimentales y experimentales. Este trabajo se entrocaria

dentro de los estudios experimentales, y si nos referimos a los campos científicos de la motricidad, dentro de las perspectivas básicas propuestas por Bunge (1981), se encuadraría en la de la Biología. En las áreas especiales se situaría dentro de la fisiología del ejercicio. Probablemente pueda haber interconexiones con otras áreas de las que anteriormente hemos mencionado, no obstante, parece claro, que la principal orientación de este trabajo se dirige hacia las líneas antes mencionadas, A pesar de todo, como técnica aplicada no parece ofrecer dudas su ubicación dentro de las técnicas de entrenamiento para el desarrollo de la condición física.

| PERSPECTIVAS<br>BASICAS | MOTRICIDAD<br>AREAS<br>ESPECIALES | AREAS<br>APLICADAS<br>(EJEMPLOS) | TECNICAS<br>APLICADAS<br>(EJEMPLOS) |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|

|            |   |                               |  |
|------------|---|-------------------------------|--|
| FISICA     | ◻ BIOMECANICA ◻                           | ◻ CINEMATICA<br>◻ CINETICA    | ◻ ANALISIS DE<br>◻ LAS TECNICAS<br>◻ DEPORTIVAS  |
| QUIMICA    | ◻ ERGONOMIA ◻                             | FISIOLOGIA<br>DEL EJERCICIO   | TECNICAS BIO-<br>LOGICAS DE<br>CONTRO DEL<br>ENTRENAMIENTO                               |
| BIOLOGIA   |   | MEDICINA<br>DEPORTIVA         | ◻ TECNICAS DE<br>ENTRENAMIENTO<br>PARA EL DESA-<br>RROLLO DE LA<br>CONDICION FI-<br>SICA |
|            |   | CONTROL MOTOR                 |  |
| PSICOLOGIA | ◻ COMPORTAMIE-<br>◻ NTO MOTOR ◻           | DESARROLLO<br>MOTOR           | ◻ MODIFICACION<br>◻ DE LA CONDU-<br>◻ CTA COMPETITI-<br>◻ VA                             |
|            |   | ◻ PSICOLOGIA<br>◻ DEL DEPORTE |  |
|            |   | APRENDIZAJE<br>MOTOR          |  |
|            |   |                               | ◻ TECNICAS DE<br>◻ ENSEÑANZA   |
|            |   | ANTROPOLOGIA<br>DEL JUEGO     |  |
| SOCIOLOGIA | ◻ SOCIOLOGIA<br>◻ DE LA<br>◻ MOTRICIDAD ◻ | ◻ SOCIOLOGIA<br>◻ DEL DEPORTE |  |
|            |   | HISTORIA DEL<br>DEPORTE       |  |

FIGURA 1



## 1.2. Análisis conceptual

La mayoría de los autores coinciden en definir la flexibilidad como la capacidad que permite realizar movimientos de gran amplitud (Mora Vicente, (1989).

Es la movilización, libertad de movimiento o amplitud de movimiento obtenible en una articulación o grupo de articulaciones (Alter, M.J. 1990).

Es la capacidad o cualidad que tiene una persona para poder ejecutar movimientos de gran amplitud angular por ella misma o bajo la influencia de fuerzas externas (Harre, 1976; Frey, 1977; 2 previus op. cit. en Weineck, 1988).

Es la capacidad del individuo de alcanzar las máximas amplitudes articulares acompañadas de las elongaciones musculares y ligamentosas correspondientes (Lizaur, P.; Martín, N. & Padial, P.; op. cit. en Antón, J.L. 1989).

Una amplitud de movimiento incrementada puede permitir un mayor estiramiento de los músculos implicados. Como consecuencia de ello, esos músculos pueden generar más fuerza, ya que los músculos preestirados trabajan con mayor eficacia porque la energía elástica se almacena en el tejido muscular durante el estiramiento y se recupera durante la subsiguiente contracción. (Asmusse y Bonde-Peterson, 1974; Boscoe, Tarkka y Kommi, 1982; Cavagna, Dusman y Margaria, 1968; Ciullo y Zarius, 1983; Grieve, 1970; Komi y Bosco, 1978; 6 previus op. cit. en Alter, M.J. 1990).

Todas las actividades físicas necesitan de esta amplitud de movimiento, y especialmente los deportistas, los cuales someten la musculatura y articulaciones a acciones de gran intensidad y amplios recorridos.

La flexibilidad es comunmente aceptada como un importante componente para reducir el potencial de lesiones y para mejorar el rendimiento físico y deportivo (Corbin y Noble, 1980; op. cit. en Etnyre and Lee, 1988).

Podemos hablar de flexibilidad general cuando afecta conjuntamente a los principales sistemas articulares (columna vertebral, articulación escápulo-humeral y coxo-femoral) y de flexibilidad especial cuando nos referimos a uno de ellos concretamente. Sin embargo existe acuerdo unánime acerca de que la flexibilidad es específica para cada articulación. La cantidad o grado de amplitud de movimiento no tiene por qué estar relacionada una con otra (Bryant, 1984; Corbin & Noble, 1980; Harris, 1969; Sigersteth, 1971; 4 previus op. cit. en Alter, M.J. 1990).

Aunque sí tiene una característica global, y los laxos y los rígidos extremos tienden a serlo en todos los niveles de un aparato locomotor. También se pueden observar casos de hipermovilidad localizada en determinadas zonas corporales a veces unilaterales y que son el resultado de repetir durante años un gesto deportivo con exigencias en ese nivel. (Editor, 1986-

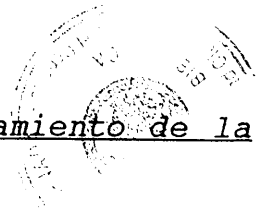
Palestra-).

Los conceptos de movilidad articular y elasticidad muscular, que algunas veces se utilizan en lugar de flexibilidad, tienen su diferencia bien determinada. Pero la flexibilidad depende de ambos conceptos, ya que la amplitud de movimiento de una articulación está restringida por el hueso y la estructura de la articulación y además por los ligamentos, músculos y demás tejidos que de una u otra forma pueden limitarla. Por lo tanto el estiramiento no será efectivo cuando la pérdida de movimiento se deba a un hueso o a una estructura de la articulación anormales.

En consecuencia, es conveniente el conocimiento de las articulaciones principales y del potencial de movimiento de cada articulación. La forma y el contorno de la superficie de las articulaciones determinan el recorrido disponible de los huesos, actuando como factores restrictivos los cartílagos, ligamentos, tendones, y otros tejidos conectivos.

Hay dos tipos de flexibilidad: La flexibilidad estática, que se refiere a la amplitud de movimiento respecto a una articulación, sin poner énfasis en la velocidad, es decir, llevando una articulación al máximo recorrido posible sin esfuerzo. Y flexibilidad dinámica, que corresponde a la amplitud de movimiento al ejecutar un ejercicio a velocidad normal o acelerada (Corbin & Noble, 1980; op. cit. en Alter, M.J. 1990).





### 1.2.1. Consideraciones generales sobre el entrenamiento de la flexibilidad

En las disciplinas deportivas en las que son necesarias una flexibilidad elevada se puede introducir un entrenamiento específico de dicha cualidad física. Sin embargo, incluso en dichas especializaciones, es el desarrollo general de la flexibilidad, el que debe tener prioridad, a fin de evitar una mejora unilateral y el riesgo de sobrecarga sobre ciertas articulaciones.

Para elaborar un programa de entrenamiento de flexibilidad debemos tener en cuenta que, el aumento de ésta, puede conllevar lesiones y deterioro funcional si no conocemos los factores que inciden en el buen desarrollo de esta cualidad física. También es necesario determinar si el programa de flexibilidad es para entrenamiento o calentamiento, ya que, en el primer caso, estará planificado para el aumento progresivo de la flexibilidad, y en el segundo, para reducir el riesgo de lesión en cualquier actividad física (Alter, M.J. 1990).

La flexibilidad es reconocida como un factor crucial en el movimiento, aumenta y optimiza el aprendizaje, la práctica y el rendimiento del movimiento. Algunas habilidades pueden ser intensificadas por medio del aumento o disminución intencionado de la amplitud de movimiento en torno a determinadas articulaciones hasta alcanzar la flexibilidad óptima (Sigerseth, 1971; op. cit. en Alter, M.J. 1990).

Permite al individuo dar la sensación de movimiento desenvuelto y relajado, de coordinación, autocontrol y libertad total. Ayuda también a actuar con más destreza y mayor confianza en sí mismo, elegancia y facilidad (Alter, M.J. 1990).

La importancia de la flexibilidad y su contribución a los deportes, actividades recreativas y prácticas terapéuticas, no ha sido bien discutida. Diferentes investigadores han llegado a la conclusión de que para que un músculo sea alargado de forma eficaz, se debe reducir la tensión del haz de músculo y guardarse en un mínimo la actividad sensorial de los receptores de la elongación (Hortobagay, T. et al. 1985).

### 1.2.2. Beneficios del entrenamiento de flexibilidad

Las ventajas potenciales son ilimitadas al iniciar un programa de entrenamiento de la flexibilidad. La calidad y cantidad de dichas ventajas están determinadas por dos factores, el primero son los fines del individuo, es decir las metas u objetivos biológicos, psicológicos, sociológicos, filosóficos, y el segundo, por los medios que determinan cómo y qué fines se logran a través de los métodos y técnicas empleadas (Alter, M.J. 1990).

La falta de una adecuada movilidad ocasiona:

- Deterioro de la coordinación,
- Facilita las lesiones músculo-articulares,
- Deteriora la calidad de movimiento impidiendo perfeccionar las técnicas deportivas,

- Limita la amplitud de movimiento,
- Predispone a la adquisición de defectos posturales (Mora Vicente, J. (1989)).

La flexibilidad en las articulaciones y el potencial de los músculos del esqueleto son necesarios para ser libremente elongados cuando los movimientos se llevan a cabo dentro de una gama normal. Debido a sus efectos beneficiosos globales sobre los eficientes mecanismos del músculo, los ejercicios de "stretching" gozan de gran popularidad (Hortobagy et al., 1985).

Hay estudios en los que solo se relaciona el efecto de los ejercicios de flexibilidad en el campo de movimiento de articulaciones diferentes. Otros autores señalan que la flexibilidad de las articulaciones femeninas no exceden originariamente el promedio, como se había pensado, y ellos mismos sugirieron que el aumento de edad está acompañado por el campo decreciente de movimiento (Hortobagy, T. et al. 1985).

Existe un elevado número de argumentos para justificar el lugar de la flexibilidad en el esquema del buen estado físico. Primero, reconocer que una condición física general debilitada pasa por una flexibilidad disminuida. Observación que realizó McCue (1973) y Erich (1981) en jóvenes holandeses. Los sujetos inactivos no solo carecían de flexibilidad sino que además, les faltaba un campo adecuado de movimiento para muchas actividades cotidianas, lo cual puede significar menor eficacia en el

trabajo, empobrecimiento de las expresiones motoras (2 previous op. cit. en Borms, J. 1984).

Wilmore (1982), tiene un estudio donde el 82% de 233 pacientes con dolencias de la parte trasera baja de la espalda, informaron sobre sustanciales mejoras terapéuticas siguiendo un programa de ejercicios que hacían hincapié en el desarrollo de la fuerza y la flexibilidad. Se siguió a los pacientes durante un periodo de ocho años (op. cit. en Borms, J. 1984).

También Stanistski (1972), anima a los médicos y terapeutas, en un artículo de una revista sobre lesiones y enfermedades específicas de la columna vertebral del adolescente, a utilizar los ejercicios de flexibilidad y fuerza para corregir el dolor de la parte posterior baja de la espalda (op. cit. en Borms, J. 1984).

El gran interés por la flexibilidad tiene un ejemplo muy claro en el aumento de los programas de entrenamiento entre los atletas y adultos que se ejercitan para encontrar una mejora en su aptitud física, en su salud o simplemente porque les gusta.

Investigaciones de los Doctores Kraus, Raab y otros, exponen su preocupación por el cuidado de la espalda y sus prevenciones, y han significado que muchos de los problemas de dicha región están asociados a músculos demasiado cortos o demasiado débiles. De hecho, fue la alta incidencia de problemas

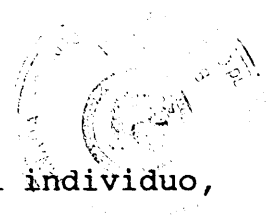
músculo-esqueléticos entre los adultos, lo que inspiró que se midiera a jóvenes con el test de Kraus-Weber y se lanzara un breve grito de alarma (Corbin y Noble, 1980).

Otro problema que podemos unir al desequilibrio muscular y a la falta de flexibilidad es la mala postura corporal, el adoptar hábitos posturales que no son correctos con respecto al aspecto fisiológico del cuerpo. Algunos trabajos realizados sobre la materia señalan que la flexibilidad es muy útil en la disminución de lesiones musculares y en el alivio de algunos tipos de dolores musculares (Corbin y Noble, 1980).

La elasticidad, clasificada dentro de las técnicas de dominancia muscular, requiere una adaptación cardiovascular y respiratoria pobre en relación a otras técnicas de entrenamiento con predominio orgánico (Grave, E. et al. 1993).

Este mismo autor realiza un estudio con cinco hombres y cinco mujeres en el que se aprecia un aumento de la frecuencia cardiaca tras una sesión de 11 estiramientos. Este aumento es del 15-30% con respecto a la frecuencia cardiaca en reposo. Los estiramientos se realizaban de manera lenta y armónica porque eran especiales para personas con dorsalgias.

Señalar, pues, que los ejercicios de flexibilidad no perjudican la salud y además que son recomendables para la tercera edad y para personas con problemas de espalda.



También el estrés afecta de formas diferentes al individuo, y puede ser bueno si no se convierte en intenso y permanente, en cuyo caso, al intensificarse la tensión, se vería afectada la salud (úlceras, jaquecas, dolores articulares y musculares, y otras dolencias).

Existen diversos estudios que demuestran que el ejercicio terapéutico alivia el estrés (de Vries, 1975; Wiswell, Bulbulion & Moritani, 1981; Levarlet-Joye, 1979; Morgan and Horstman, 1976; Sime, 1977). Del mismo modo la evidencia empírica señala que el entrenamiento individualizado de flexibilidad puede ser igualmente beneficioso (5 previous op. cit. en Alter, M.J. 1990).

#### 1.2.2.1. Influencia en la eficacia motora

Al aumentar la amplitud de movimiento, con su práctica y entrenamiento, va a influir positivamente sobre las demás destrezas o aptitudes físicas, ya que aquel resultará más estético y coordinado. El sujeto se moverá con mayor libertad y autocontrol aumentando así su eficacia motora. De igual modo, como hemos expresado anteriormente, a mayor flexibilidad mayor estiramiento de los músculos. Como consecuencia de ello, esos músculos podrán ejercer mayor tensión (Alter, M.J., 1990).

Por otro lado la amplitud de movimiento elevada permite aplicar las fuerzas sobre distancias mayores y durante periodos de tiempo más largos, incrementando así las energías, velocidades e impulsos implicados en el ejercicio físico (Ciullo Zarius,

1983; op. cit. en Alter, 1990).

Los deportistas de alto nivel deben alternar el trabajo de flexibilidad con el de fuerza, y que dichas cualidades mantengan la apropiada relación entre sí, ya que si alguna de ellas tiene un nivel de desarrollo inferior, no va a permitir a la otra cualidad manifestarse plenamente (Platonov y Bulatova, 1993).

En un trabajo de Hortobagay, T. et al., (1985), cuyo objetivo era, primero, descubrir los efectos de la extensibilidad pasiva en el perfil mecánico de los extensores de la rodilla, y segundo, resaltar los efectos de los ejercicios de flexibilidad en el campo del movimiento de las articulaciones de la cadera, se estudiaron además, los cambios en las propiedades mecánicas: Extensión máxima de la rodilla, tiempo de relajación media, rápida contracción isométrica y contracción concéntrica de los extensores de la rodilla.

La muestra para el estudio involucró a doce estudiantes varones voluntarios no especialmente entrenados y se les aplicó el método de estiramiento pasivo durante tres semanas, tres veces a la semana. Las mejoras significativas, además de atribuirse y estar relacionadas con los cambios de tejido mioeléctrico, reflejo y de conexión, nos llevan a la conclusión de que los ejercicios de extensión pasiva tienen un efecto positivo sobre algunas de las características mecánicas de los extensores de la rodilla humana estudiados al igual que sobre el campo de

movimiento de las articulaciones de la cadera. Es decir que este procedimiento influye al carácter mecánico muscular intrínseco junto con una mejora simultánea en el campo de movimiento de las articulaciones ejercitadas.

Los nervios aferentes, como los nervios que inician el reflejo miotáctico, responden menos intensamente a la elongación estática que a la elongación dinámica.

#### 1.2.2.2. Prevención de lesiones

El estiramiento muscular juega un papel integral en la prevención y rehabilitación de lesiones en el deporte y es usado extensivamente en planes de calentamiento y acondicionamiento (Ostering, L.R. et al. 1987).

Los ejercicios de flexibilidad pueden disminuir la incidencia, intensidad o duración de la lesión músculo-tendinosa y articular (Arnheim, 1971; Aten and Knight, 1978; Bryant, 1984; Corbin y Noble, 1980; 4 previus op. cit. en Alter, M.J. 1990).

Se podría plantear que existe en el deportista una amplitud de flexibilidad óptima para evitar lesiones. No obstante, los requerimientos son distintos, dependiendo de las características del deporte. Mientras un gimnasta debe alcanzar la máxima amplitud de movimiento sin que se aprecie daño en los tejidos circundantes, sin embargo un corredor no requiere la amplitud extrema. En este sentido Hubley-Kazey y Stanish (1984) plantean



que la mayor parte de los atletas no necesitan, y no deberían intentar alcanzar, amplitudes de movimiento máximas o extremas (op. cit. en Alter, M.J. 1990). Se deben mantener siempre cercanos los límites de la flexibilidad activa y pasiva para evitar el riesgo de lesión (Torres y Moras, 1990).

La mayoría de los atletas y población normal realizan ejercicios de "stretching" junto a los tradicionales movimientos balísticos para impedir la lesión (Hortobagy, T. et al., 1985).

En deportes de élite, así como en todas las actividades deportivas, la flexibilidad es un importante factor para el rendimiento, especialmente para prevenir lesiones (Wallin et al., 1985).

La flexibilidad tiene un papel muy importante dentro del deporte, no solo incide en la mejora de la ejecución y rendimiento deportivo, sino también en la prevención de lesiones musculares, articulaciones y tejidos conectivos.

Ya Cureton en 1941 señalaba muy significativamente la importancia de la flexibilidad para prevenir lesiones musculares (Corbin y Noble, 1980).

Aparentemente es mucho más probable que un músculo reducido se exceda en su capacidad normal de extensión que uno que haya sido estirado por medio del entrenamiento.

Sí existe un buen número de estudios que muestran una alta

tasa de lesiones en pies y piernas justo entre aquellos que acaban de comenzar un programa de entrenamiento. De manera opuesta, esta tasa disminuye sensiblemente entre aquellos que la práctica del ejercicio físico ha sido mas continua.

Remitiéndonos a una especialidad deportiva, el esquí, hay algunos estudios realizados que demuestran que existe menos riesgo de lesión, a nivel de la articulación de la rodilla y coxo-femoral, en personas que han seguido un entrenamiento de flexibilidad en sus programas de aprendizaje y ejercicios preparatorios, que aquellas que se limitaron a esquiar, sin realizar ningún tipo de acondicionamiento físico (Corbin y Noble, 1980).

Entre los deportistas, se ha calculado que más del 50% de las lesiones son torceduras, distensiones y esguinces que tienen su mayor localización en los miembros inferiores.

Otro aspecto relacionado con las lesiones deportivas es la excesiva movilidad articular, que puede ser tan peligrosa como el carecer de ella, porque hace inestable a la articulación. Por eso la importancia del fortalecimiento junto a los estiramientos, siempre con cuidado de que éstos sean los más idoneos en determinados tejidos conectivos y que no sean excesivos en músculos no adecuados, lo cual puede ser contraproducente (Corbin y Noble, 1980).

Tenemos el apoyo clínico para señalar la necesidad de los entrenamientos de flexibilidad como modo de prevenir las lesiones musculares y en los tejidos conectivos, especialmente en las piernas, tobillos, brazos, hombros y caderas (Corbin y Noble, 1980).

En el hospital Universitario de Linköping (Suecia) se realizó un experimento con ocho voluntarios varones, sobre la duración del efecto de la extensión contracción relajación en el campo de movimiento de las extremidades inferiores (Möller et al., 1985).

El procedimiento de extensión se realizó con una contracción isométrica, seguida de relajación y luego una extensión pasiva del músculo que está siendo extendido.

Uno de los objetivos, además de observar si había aumento de elasticidad, era ver que la tensión del músculo que delimita el campo de movimiento, predispone a lesiones tales como rotura (hernia) del músculo y tendinitis, además de otros daños y deterioros en deportes donde la flexibilidad es importante. La deformación de los isquiotibiales, por ejemplo, es más corriente en equipos que no utilizan ejercicios especiales de flexibilidad para estos músculos.

Los resultados de la investigación fueron los siguientes: Justo tras el procedimiento de extensión todos los músculos que



delimitan el campo de movimiento habian **aumentado** significativamente, salvo la extensión de la cadera.

Noventa minutos mas tarde el procedimiento de extensión habia incluso aumentado más para todos los movimientos, excepto para la dorsiflexión de tobillo.

Está claro, partiendo de los resultados, que seria beneficioso el incluir en el calentamiento, para jugar un partido de fútbol, de hockey sobre hielo, esquí, carrera etc, una sesión de extensión con el fin de incrementar la flexibilidad durante el juego o actividad a realizar y evitar así el riesgo de lesión (Möller, M. et al., 1985).

La lesión de los isquiotibiales es muy frecuente debido a un desequilibrio muscular, pérdida de flexibilidad, inadecuado calentamiento y fatiga muscular. Sin embargo, muchas veces estos músculos se lesionan mientras se están estirando, por lo que es conveniente conocer los métodos de estiramiento (Sullivan et al., 1992).

#### 1.2.2.3. Disminución del dolor muscular

Los ejercicios de estiramiento gradualmente reducen e incluso pueden llegar a eliminar el dolor muscular.

Otro de los pretendidos beneficios en salud es la disminución de dolores musculares a través del desarrollo de ciertos tipos específicos de flexibilidad. Todos aquellos que corren y se ejercitan, incluyendo atletas de todas las

categorías, están siendo alentados a hacer regularmente ejercicios de flexibilidad antes y después de las sesiones de entrenamiento a fin de reducir tanto el dolor como las lesiones musculares (Corbin y Noble, 1980).

Los resultados de las investigaciones parecen señalar que efectivamente a causa de los ejercicios de estiramiento se produce una reducción y, a veces, una eliminación del dolor muscular, si bien, no existe acuerdo en lo que respecta a la explicación del dolor, particularmente de dolores localizados (espasmos musculares, irritación de los tejidos conectivos).

Existen opiniones acerca de que algunos casos de dismenorrea pueden evitarse o reducir su intensidad por medio de ejercicios de estiramiento, sobre todo de la zona pélvica (Corbin y Noble, 1980).

El estiramiento estático puede reducir el dolor muscular agudo inmediatamente tras el ejercicio y puede ser igualmente efectivo en el alivio del dolor localizado. También parece ser aconsejable en casos de dismenorrea. Al menos, así los demuestran los estudios de Billig y Lowendahl (1949), que indican que el dolor menstrual puede ser evitado o reducido mediante estiramiento sistemático de la región pélvica (op. cit. en Alter, M.J., 1990).

El ejercicio físico es recomendado ya a todos los niveles y a cualquier edad. Un programa de entrenamiento de la flexibilidad dentro de un programa general de aptitud física mejora las condiciones físicas y la salud.

#### 1.2.2.4. Relajación muscular

Los entusiastas del estiramiento muscular a menudo enfatizan la importancia de la relajación del músculo durante la aplicación del estiramiento, además, mejoras en el rango de movimiento son atribuidas normalmente a técnicas que son aplicadas para disminuir la resistencia de los músculos estirados (Ostering et al., 1987).

Una de las ventajas más importantes del entrenamiento de la flexibilidad es la de estimular la relajación, es decir, el cese de la tensión muscular desde el punto de vista fisiológico.

La tensión muscular excesiva disminuye la percepción sensorial y eleva la tensión sanguínea (Larson & Michelman, 1973; op. cit. en Alter, M.J. 1990).

Los músculos tensos y contraídos requieren más energía que los músculos relajados. Pueden llegar a obstruir su propio riego sanguíneo, lo cual produce la falta de oxígeno y de las sustancias nutritivas esenciales, provocando así la formación de residuos tóxicos que se acumulan en las células. Por lo tanto, esto nos predispone a la fatiga e incluso al dolor (Alter, M.J., 1990).

De Vries y Adams (1972) sostienen que para disminuir la tensión muscular, el ejercicio es más efectivo que la medicación (op. cit. en Alter, M.J. 1990).

La flexibilidad está con frecuencia relacionado con un estado relajado del sistema muscular (Borms, J. 1984).

El estiramiento estático es recomendado por algunos para reducir la actividad refleja, es un ejemplo clásico de la relajación-estiramiento (Taylor, D.C. et al., 1990).

#### 1.2.2.5. Terapia para las lumbalgias

No solo por datos clínicos, sino porque casi es la enfermedad del siglo. ¿Quién no conoce a alguna persona que no se queje del dolor de espalda?, concretamente de la parte inferior, región sacro-lumbar. En la mayoría de los casos la causa fundamental es la debilidad y rigidez muscular.

El remedio para tales problemas viene dado por un programa de estiramiento-alargamiento para los músculos y tejidos conectivos (Corbin y Noble, 1980).

Si bien muchos de los indicios son teóricos o clínicos, la mayoría de los expertos están de acuerdo en que, además de fortalecer los músculos abdominales y de la espalda, un programa de flexibilidad para el alargamiento del psoas iliaco y de los músculos de la región inferior de la espalda, es beneficioso e

influye positivamente en la recuperación del estado fisiológico normal de la persona (Corbin y Noble, 1980).



Un desequilibrio en el desarrollo muscular y una falta de flexibilidad en determinados grupos musculares pueden provocar una mala postura, con lo que se aconseja que la práctica del ejercicio físico sea casi diaria para retrasar en lo posible las dolencias y cuadros de flojedad (Corbin & Noble, 1980; op. cit. en Alter, M.J., 1990).

#### 1.2.2.6. Laxitud y rigidez

Los individuos, dependiendo de su mayor o menor flexibilidad, tienen unas características posturales:

Las personas rígidas tienden a la exageración de las curvaturas fisiológicas de la columna vertebral. Los laxos, a la disminución de las mismas, lo cual influye sobre la morfología corporal.

En la patología ortopédica, los laxos presentan a menudo escoliosis, simultáneamente con la atenuación, desaparición o inversión de la curvatura dorsal fisiológica. Los rígidos en cambio, suelen convertirse en cifóticos o cifoescolióticos, predominando en este último caso el componente cifótico.

Los rígidos tienden a la flexión de rodillas, en bidestación (genu-flexum), al pie cavo, y a la "garra" de los dedos del pie. Los laxos tienden a la hiperextensión de las rodillas (genu-



recurvatum), al pie algo plano y a los dedos desplegados, especialmente el hallux o dedo gordo (Editor, 1986 -Palestra-).

Un desarrollo excesivo de la flexibilidad da lugar a la deformación de las superficies articulares (Matveev, L. 1980) y se produce un menor rendimiento de las palancas mecánicas, hiperlaxitud ligamentosa y tendencia a la osteoartritis (Alter, M.J. 1988). (2 previus op. cit. en Ortega Santana, F. et al., 1990).

En un estudio de Wilson, G.J. et al. (1992) el entrenamiento de flexibilidad produjo una reducción significativa en la máxima rigidez del tejido elástico y mejoró la resistencia de la unidad músculo-tendinosa.

#### 1.2.2.7. Dolor y lesión muscular

Hay grupos musculares que requieren un desarrollo máximo de la flexibilidad para evitar lesiones, como es el caso de los aductores y lumbares.

A mayor diferencia entre la amplitud de movimientos pasivos y activos mayor es el riesgo de lesión, por lo tanto se deben tener muy cercanos los límites de la flexibilidad activa y pasiva (Torres y Moras, 1990).

Si los ejercicios de estiramiento son pasivos se desarrollará la flexibilidad pasiva y así aumentará la diferencia entre ambas flexibilidades y el riesgo de lesión.

Sin embargo, si los ejercicios son activos aumentará la flexibilidad activa aunque siempre dentro de los límites de la flexibilidad pasiva, que en este caso poco se modifica (Torres y Moras, 1990).

#### 1.2.2.8. Importancia de la flexibilidad en el deporte

¿Mejora la flexibilidad la ejecución en el deporte y la actividad física?

Dado que la flexibilidad es una característica específica, cada deporte tiene características únicas e impone demandas únicas a los que lo practican. Incluso dentro de cada deporte existen exigencias específicas en cuanto a flexibilidad para los que juegan en diferentes posiciones o modalidad practicada. Por esta razón es difícil generalizar acerca de las características de flexibilidad en los deportistas, ya que tienden a adquirir las pautas de flexibilidad específicas para ese deporte en el cual se desenvuelven (Torres y Moras, 1990).

Hay técnicas deportivas que reclaman gran velocidad de ejecución y poca amplitud de movimiento, en esta situación solo será necesario desarrollar una flexibilidad residual que disminuya el riesgo de lesión. Las técnicas dinámicas, en tal caso, que estimulan el reflejo miotático, son las más convenientes.

Otros deportes exigen gran amplitud de movimiento y poca velocidad segmentaria, como por ejemplo los nadadores; se

utilizarán fundamentalmente técnicas estáticas.

Existen otras modalidades donde es imprescindible gran movilidad articular y una elevada velocidad segmentaria, como la gimnasia artística por ejemplo, entonces es importante desarrollar al mismo tiempo la flexibilidad activa y pasiva, de forma que no se anule la acción del reflejo miotático que disminuye paulatinamente la capacidad contráctil del músculo (Torres y Moras, 1990).

Los jugadores de beisbol y atletas en general sobresalen, pero no en todas las medidas de flexibilidad. Los levantadores de peso, gimnastas y nadadores destacan en otras pruebas de flexibilidad distintas a la de los atletas y jugadores de beisbol. Los luchadores son los menos flexibles de todos los deportistas.

Aunque los indicios nos demuestran que los deportistas tienen unas características de flexibilidad predecibles, no podemos establecer una relación causa-efecto. No sabemos con seguridad si aquellos que desarrollan estas características de flexibilidad lo hacen como resultado de la actividad o es que realizan la actividad porque poseen dichas características.

### 1.2.3. Posibles inconvenientes del entrenamiento de la flexibilidad

Se puede asumir que la flexibilidad y la relajación pueden reducir el riesgo de lesiones, pero hay algunos investigadores que opinan que el entrenamiento de la flexibilidad puede aumentarlas. Varios expertos (Bird, 1979; Nicholas, 1970; Lichtor, 1972) sostienen que un aumento de laxitud o relajación incrementa las probabilidades de lesión en ligamentos, separación de articulaciones y dislocaciones. (3 previous op. cit. en Alter, M.J. 1990).

Ahora, es importante plantearnos si la relajación muscular o el entrenamiento de la flexibilidad pueden ser perjudiciales para algunas personas. Hay expertos que creen que la excesiva amplitud de movimiento es tan peligrosa como una inadecuada flexibilidad. (Barrack, Skinner, Brunet & Cook, 1983; Corbin & Noble, 1980; Bird, 1979; Gomolak, 1975; Nicholas, 1970; 5 previous op. cit. en Alter, M.J., 1990).

El fundamento de esta hipótesis es que la excesiva flexibilidad puede desestabilizar las articulaciones (Balaftsalis, 1982/83; Corbin & Noble, 1980; Nicholas, 1970; 3 previous op. cit. en Alter, M.J., 1990).

Hay otros investigadores (Grana & Moretz, 1978; Kalenak & Morehouse, 1975; Moretz, Walters & Smith, 1982) que opinan que al estar involucrados tantos factores, es imposible establecer

una correlación entre flexibilidad y lesión (3 previous op. cit. en Alter, M.J., 1990).

Basados en la evidencia empírica, son posibles tres cursos de acción:

Primeramente, en las articulaciones donde aparece una excesiva flexibilidad, se debería reducir la amplitud de movimiento (Sigerseth, 1971; op. cit. en Alter, M.J., 1990).

Segundo, se deberían incorporar al entrenamiento ejercicios preventivos y de compensación para asegurar la estabilidad en las articulaciones y mejorar su fortaleza (Arnheim, 1971; Corbin & Noble, 1980; Javurek, 1982; Kalenak & Morehouse, 1975; Moretz, Walter & Smith, 1982; Sigerseth, 1971; 6 previous op. cit. en Alter, M.J., 1990).

Y tercero, suprimir todo tipo de entrenamiento de la flexibilidad cuando las articulaciones son hipermóviles (Corbin & Noble, 1980; Sigerseth, 1971; 2 previous op. cit. en Alter, M.J., 1990).

El desarrollo de un programa de flexibilidad debe guardar una proporción absoluta con las necesidades mecánicas de cada articulación, pues el exceso de flexibilidad puede acarrear lesiones irreversibles que disminuyan el rendimiento en actividades específicas (Ortega Santana, F. et al., 1990).

### 1.3. Factores limitantes de la flexibilidad

Los factores que afectan a la flexibilidad son internos y externos. Entre los factores internos puede hacerse una distinción entre aquellos que influyen el rango o amplitud de movimiento en una situación no patológica articular, y aquellos factores que pueden ser responsables de amplitudes anormales en articulaciones patológicas. En ambos casos, factores intra-articulares tales como estructura ósea de la articulación o del tejido articular, así como factores extra-articulares, como tejidos periféricos o la elasticidad muscular, cápsula articular y ligamentos, pueden tener un papel muy importante.

Una hipermovilidad extrema puede ser debida a una osteogénesis imperfecta o a un intenso entrenamiento antes de la calcificación de la zona de crecimiento. Este último factor ha sido conocido en una revisión anterior pero no aporta referencias específicas del estudio Reilly (1981). Podría ser que el esfuerzo de la articulación (en un factor externo) pudiera influenciar la flexibilidad via deformación del cartílago intra-articular. Aunque el cartílago es edad-dependiente, la edad por si misma es un factor determinante de la flexibilidad articular (op. cit. en Borms, J. 1984).

La tensión muscular puede reforzar la rigidez del movimiento debido a los ligamentos. Este factor es conocido como insuficiencia pasiva o acción ligamentaria del músculo, (Drukker y Jansen, 1975). Los datos obtenidos por Johns y Wright (1982)

indican que el estiramiento en rango medio de movimientos libres puede ser explicado en un 47% por la cápsula articular, en un 41% por las cubiertas faciales, en un 10% por el tendón y un 2% por la piel. Un exceso de tejido celular subcutáneo graso puede dificultar la movilidad especial de la región cadera-tronco (Reilly, 1981). (3 previous op. cit. en Borms, J. 1984).

Los movimientos también pueden ser limitados por factores neuromusculares tales como el reflejo miotático.

En una extensa revisión de la literatura, Holland (1968) apunta que la flexibilidad también puede ser influenciada por el daño o lesión del cartílago y oseo, retracción capsular, volumen anormal y viscosidad del líquido sinovial, hemorragias, depósitos cristalinos, callosidades, formaciones de pliegues, etc (op. cit. en Borms, J. 1984).

### 1.3.1. Limitaciones en los componentes contráctiles del músculo

La capacidad de la célula muscular (del sarcómero) para estirarse y mantener al menos un puente cruzado entre los miofilamentos de actina y miosina excede el 50%. Por lo tanto, los elementos contráctiles del músculo son capaces de aumentar más de un 50% desde su longitud en reposo y permitiendo el movimiento de los músculos en una vasta amplitud de movimiento.

Las investigaciones demuestran que el tejido muscular es muy adaptable y que el número y longitud de sarcómeros y la



longitud de las fibras se ajustan a la longitud funcional de todo el músculo. Así, por ejemplo, si un músculo adulto es inmovilizado en una posición estirada, se adapta a la nueva longitud y genera más sarcómeros en serie, los cuales se agrupan sobre los extremos de los miofilamentos existentes. Si el músculo es inmovilizado en una posición encogida pierde sarcómeros en serie (Alter, M.J., 1990).

El reglaje de la longitud del músculo se realiza por aumento o disminución del número de elementos contráctiles dispuestos en cada fibrilla muscular. Esta adaptación, dará al músculo inmovilizado su mejor eficacia en la única posición (encogido o estirado) que puede actuar. Si las estimulaciones más intensas tienen lugar cuando el músculo está estirado, regula su longitud aumentando el número de sus elementos contráctiles (sarcómeros) en cada una de sus fibrillas musculares, y al contrario, si las estimulaciones son más fuertes disminuirá su número.

Todo estiramiento mejora la extensibilidad del músculo, o sea, sus posibilidades de estiramiento y la de sus elementos contráctiles. Cuanto más estirado está un sarcómero más pierde sus capacidades contráctiles.

Para que el músculo pueda estirarse sin que se produzca un estiramiento demasiado acusado de sus sarcómeros, se debe aumentar el número de éstos en sentido longitudinal. Las contracciones fuertes y repetidas en estado de estiramiento del músculo parecen favorables para este aumento. Estas contracciones



fuertes atenúan de inmediato el reflejo de contracción que normalmente resulta de todo estiramiento (Lambert, G. 1993).

La importancia fisiológica de este proceso podemos resumirlo en que el músculo adapta su número de sarcómeros para dar la superposición funcional máxima de los puentes miosina y los miofilamentos actina. Este ajuste no parece estar bajo control neural parece más bien ser una respuesta miogénica a la cantidad de tensión pasiva a la que está sujeta el músculo (Alter, M.J. 1990).

### 1.3.2. Limitaciones en los componentes elásticos del músculo

El tejido conectivo puede determinar significativamente la amplitud de movimiento, como resultado de la fusión e integración del tejido conectivo elástico, formado mayoritariamente de fibras elásticas, y el tejido conectivo fibroso que está formado principalmente de colágeno.

Cuando predominan las fibras colágenas sobre las fibras elásticas la amplitud de movimiento es menor, y viceversa.

Los tejidos que están compuestos de tejido conectivo son los tendones, ligamentos y fascia (Alter, M.J. 1990).

Los tendones son los que unen los músculos al hueso y transmiten tensión a éstos. Gracias a su inextensibilidad podemos realizar movimientos suaves y precisos. Están compuestos de haces colágenos paralelos que varían en longitud y grosor. Los tendones

quedan, debido a las fibrillas, orientados hacia la dirección de la tensión fisiológica normal. Así, el tendón, está dispuesto para resistir el movimiento. Por lo tanto, cuanto mayor número de colágeno haya en las fibras elásticas más fuerte es el tendón (Alter, M.J. 1990).

Los ligamentos soportan las articulaciones y mantienen los huesos en su lugar apropiado uniendo a éstos entre sí. Están compuestos también de haces de fibras colágenas paralelas. Son fuertes y resistentes.

La fascia envuelve los músculos en grupos separados y les otorga la capacidad de cambiar de longitud. Desde las láminas de tejido conectivo, epimisio, perimisio, endomisio y sarcolema, se origina la elasticidad latente o la resistencia a la tensión. Si el músculo es estirado, el tejido conectivo se vuelve tenso. Este, constituye más del 30% de la masa muscular y además permite alterar la longitud del músculo.

Al ser, el tejido conectivo, el componente de mayor influencia en la limitación de la amplitud de movimiento, debe ser estirado por completo, con el músculo relajado, para desarrollar de forma óptima la flexibilidad.

Se ha determinado que la resistencia al movimiento es de 10% en tendones, 47% en ligamentos y 41% en fascia.

El tejido elástico se presenta en cantidades variadas en todo el cuerpo. Existe una gran cantidad en el sarcolema de la fibra muscular (el tejido conectivo que envuelve al sarcómero).

Es muy importante en la determinación de la extensibilidad de las células musculares. Las fibras elásticas desempeñan muchas funciones, una de ellas, difundir la tensión que se origina en puntos aislados, aumentando así la coordinación de los movimientos del cuerpo y ayudando a los órganos a recuperar su configuración normal una vez que han cesado todas las fuerzas (Jenkins, 1974; op. cit. en Alter, M.J. 1990).

### 1.3.3. Limitaciones mecánicas en los tejidos blandos

Cuando un músculo se contrae disminuye su longitud y cuando se le aplica una fuerza de tensión, la longitud aumenta. La resistencia a esta deformación se llama elasticidad, es decir, la capacidad para volver a su forma después de haber sido deformada. En materias que no son demasiado elásticas existe un "límite elástico". Por debajo de ese límite la materia vuelve a su longitud original al retirar la fuerza. Por encima del límite se produce una deformación permanente, y no vuelve a su longitud original (Alter, M.J., 1990).

Los responsables de la elasticidad en el cuerpo humano son losndos. Estos se encuentran en los tendones, ligamentos, músculos, piel, etc, y están divididos en contráctiles y no

contráctiles, que además a su vez pueden ser distensibles y elásticos.

Los tejidos contráctiles se pueden contraer generando tensión en toda su extensión. La distensibilidad se refiere a la capacidad del tejido muscular para estirarse en respuesta a una fuerza externa aplicada (elongación). Y la elasticidad, a la capacidad que tiene el tejido muscular de recuperar su longitud después de aplicar la fuerza (Alter, M.J., 1990). Aunque los tejidos blandos no son excesivamente elásticos.

Si la deformación sobrepasa el límite elástico, el tejido no vuelve a su longitud de origen sino que adquiere una nueva longitud llamada "deformación permanente".

Nos interesaría pues conocer si para desarrollar la flexibilidad debemos estirar hasta el límite elástico, o, más allá de éste. Según los expertos, el estiramiento debe acercarse a un punto de tensión sin que se produzca dolor. El alargamiento será recuperable o permanente según el tipo de fuerza, de la duración de la fuerza, y de la temperatura del tejido antes y después del estiramiento (Alter, M.J., 1990).

Es importante el estudio de las propiedades mecánicas del músculo para la determinación de los factores que limitan la flexibilidad y los métodos para aumentarla.

El músculo está contituido por tres componentes mecánicos independientes que resisten la deformación y determinan la flexibilidad de la persona. Estos componentes son:

- El componente elástico paralelo, que es el responsable de las tensiones pasivas o en reposo.

- El componente elástico en serie, que suaviza los cambios rápidos en la tensión muscular.

- Y el componente contráctil, que es la capacidad del músculo para aumentar la tensión. Consta de los miofilamentos y de sus puentes cruzados.

Cuando los tejidos son estirados generan tensión, la longitud original aumenta y el ancho del músculo disminuye. Un método de estiramiento de poca fuerza requiere mayor tiempo para producir el mismo alargamiento que otro método que aplique más fuerza y menos tiempo. Este método favorece la deformación elástica, recuperable, pero según algunos cuadros clínicos, favorece la ruptura del tejido. parece más aconsejable el método anterior, aplicar una fuerza débil más tiempo, favoreciendo así la deformación plástica, alargamiento no recuperable o permanente (Warren, 1971-76, op. cit. en Alter, M.J., 1990).

El método balístico o de rebotes, tampoco es aconsejable porque daría paso al reflejo de estiramiento, respuesta del

sistema nervioso central que provoca la contracción del músculo que se estira cuando el movimiento es continuado.

Otras investigaciones realizadas también han demostrado que el estiramiento a niveles de tensión baja a moderada es más efectivo (Glazer, 1980; Light, Nuzik, Personius & Barstrns, 1984, 2 *previus op. cit.* en Alter, M.J., 1990).

#### 1.3.4. Limitaciones neurofisiológicas

La intensidad de estiramiento puede ser diferenciada por dos métodos: La estimulación parcial, cuanto mayor sea el estímulo de estiramiento, mayor será el número de fibras que se ponen en acción. Y la estimulación temporal, cuanto más fuerte sea el estímulo de estiramiento, mayor será el número de impulsos descargados por unidad de tiempo.

Al aplicar un estiramiento, los receptores musculares responden con una alta velocidad de descarga. Si el estímulo es mantenido, la velocidad de descarga se hace progresivamente más débil hasta alcanzar una velocidad estable. Este fenómeno se llama adaptación.

Las unidades de adaptación rápida se caracterizan por un decrecimiento rápido de la velocidad de descarga con estiramiento sostenido. Inversamente, las unidades de adaptación lenta presentan una velocidad continua de descarga con estimulación sostenida.

El huso muscular, principal receptor de estiramiento en los músculos, está compuesto de dos receptores sensoriales: Las terminaciones principales que son sensibles a la longitud más la velocidad del estiramiento. Y las terminaciones secundarias que son sensibles al cambio de longitud. Así, desde el comienzo del estiramiento ambas terminaciones se activan. Aunque si el estiramiento es sostenido se activarán principalmente las terminaciones secundarias.

Cuando se activan los husos musculares se inicia el reflejo de estiramiento que provoca que el músculo estirado se contraiga y disminuya la tensión de aquellos. Como consecuencia, los husos musculares reducen lentamente su velocidad de descarga y el músculo se relaja de nuevo.

Los órganos de golgi del tendón son los receptores sensoriales capaces de verificar todos los umbrales de tensión muscular y se estimulan tanto por el estiramiento pasivo como por la contracción muscular, aunque son más sensibles a las fuerzas de tensión generadas por aquella (Moore, 1984, op.cit. en Alter, M.J., 1990). Se activan cuando la tensión es excesiva; un impulso inhibitorio es enviado al músculo provocando su relajación y eliminando el exceso de tensión, gracias a que el impulso de los órganos de golgi es lo suficientemente potente

como para anular los impulsos excitadores que provienen de los husos musculares. Esto se conoce como el reflejo miotático inverso o inhibición autógena (Alter, M.J., 1990).

#### 1.3.5. Limitaciones osteo-articulares

La amplitud de movimiento de una articulación está restringida por el hueso y la estructura de la articulación. El contorno de la superficie de éstas y la forma determinan el recorrido disponible para los huesos, influidos además por los cartílagos, ligamentos, tendones y tejidos conectivos, los cuales actúan como factores restrictivos.

El movimiento articular está restringido cuando la articulación se encuentra en una posición de "close-packed" o aclosamiento, es decir, donde las superficies articulares se vuelven totalmente concordantes, sus áreas de contacto son máximas y están comprimidas, la cápsula fibrosa y los ligamentos están enrollados y muy tensos, y no es posible movimiento alguno (Williams & Warwick, 1980, op. cit. en Alter, M.J., 1990).

Las superficies de las articulaciones aclosadas pueden ser descritas como las que tienen momentáneamente entrelazados sus huesos, como si no existiera articulación entre ellos.

Cuando las superficies articulares no son concordantes y



algunas partes de la cápsula articular son laxas, la articulación se define como aflojada (Alter, M.J., 1990).

#### 1.3.6. La edad como factor limitante de la flexibilidad

Además de los trastornos derivados de la falta de actividad física, las causas que limitan el movimiento articular están determinadas por la propia estructura biomecánica y que se hacen más patentes con la edad. Estas son: la osificación, la pérdida de elasticidad de los ligamentos y de la cápsula articular, el aumento de la masa corporal (Roselló, J. 1984).

La flexibilidad no se desarrolla de modo idéntico en los distintos periodos de la vida de una persona, y no es igual para los diversos movimientos.

Hay un periodo crítico en el que se puede desarrollar la flexibilidad de forma rápida y óptima, y aunque se pueda mejorar a cualquier edad, sin embargo, la velocidad de progresión y el potencial de mejoramiento no serán iguales en toda edad, parece más favorable en la juventud.

En una investigación de Sermeev (1966) sobre la movilidad de la articulación de la cadera, demostró que la movilidad en esta articulación no está desarrollada en forma idéntica en los diferentes periodos de edad y que es distinta para cada movimiento. Observó que el desarrollo más importante tiene lugar entre los siete y los once años. Sin embargo, para los quince

años los índices de movilidad en la cadera alcanzan una cantidad máxima, y en los años sucesivos decrece. A los cincuenta años hay un descenso significativo, que se hará más pronunciado entre los sesenta/setenta años (op. cit. en Alter, M.J., 1990).

También, algunos trabajos de Corbin y Noble (1980) acusan que la flexibilidad aumenta hasta la adolescencia, en la cual comienza a estabilizarse o a decrecer.

Según Cotta (1978), con la edad, los ligamentos, tendones y vainas musculares pierden progresivamente las células, los mucopolisacáridos, agua y una buena parte de su elasticidad (op. cit. en Weineck, J. 1988).

Los estudios de Jones, Docherty y Brante, que utilizan el test de "sentado-erguido" descrito por la AAHPERD para evaluar la flexibilidad, determinó que conforme aumenta la edad, disminuye la flexibilidad (op. cit. en Gabbard and Tandy, 1988).

El envejecimiento de las fibras colágenas y elásticas contribuyen a la pérdida de flexibilidad. El envejecimiento está asociado a la calcificación, deshidratación, fragmentación, aumento de la cristalinidad e incremento del número de enlaces cruzados intra e intermoleculares (Alter, M.J., 1990).

También el envejecimiento afecta a la musculatura, que es

el sistema mayor del organismo, y a sus funciones, como son la fuerza, resistencia, agilidad y la capacidad de extensión. Un entrenamiento regular podría frenar estos fenómenos pero no eliminarlos. La reducción de fibras musculares, tanto en número como en tamaño, produce atrofia muscular, y tiene lugar la sustitución del tejido adiposo y fibroso (colágeno). También decrece el número de células nerviosas en el sistema músculo-esquelético. Los cambios que se producen depende de los músculos implicados y de su utilización cuando se tiene más edad (Alter, M.J., 1990).

Las investigaciones parecen indicar que los niños pequeños son bastante dúctiles e incluso pueden aumentar su flexibilidad en los primeros años. Sin embargo, con la adolescencia, suele estabilizarse para después ir disminuyendo.

Con el crecimiento del organismo se producen grandes cambios en el esqueleto y el tejido cartilaginoso se convierte en tejido óseo. La planificación del trabajo para el desarrollo de la flexibilidad ha de tener en cuenta las transformaciones en la movilidad articular y el nivel de desarrollo de los tejidos cutáneo, conjuntivo y muscular, así como las particularidades artrológicas en los distintos periodos de la vida del niño.

En edad preescolar el aparato locomotor presenta buena flexibilidad (Formin y Filin, 1975), pero los sistemas óseo y

muscular son todavía débiles (Bringmann, 1975). Los ejercicios para mejorar la flexibilidad a esta edad no son necesarios e incluso durante el primer cambio morfológico (5-6 años) y del crecimiento simultáneo de las extremidades, sería perjudicial un entrenamiento abusivo de la flexibilidad para el aparato de sostén y apoyo, que ya es inestable (2 previus op. cit. en Weineck, 1988).

Hacia los 7-8 años se produce la formación de la curva de la columna vertebral dorsal y cervical; la longitud de las piernas aumenta tres veces más que las de un niño pequeño y la longitud de los brazos aumenta solamente dos veces (Filin y Formin, 1980; op. cit. en Platonov y Bulatova, 1993). las fibras musculares adquieren las propiedades estructurales fundamentales que caracterizan a los adultos; hay un intenso crecimiento en tendones y ensanchamiento de aponeurosis y fascias; aumenta el volumen del tejido conjuntivo.

El sistema vascular de los músculos se perfecciona y aparecen nuevos capilares. En las paredes de los vasos aparecen numerosos elementos elásticos, se observa gran elasticidad en los músculos y ligamentos y gran cantidad de líquido sinovial en las articulaciones.

En esta primera edad escolar se encuentran tendencias contradictorias en el desarrollo de la flexibilidad. Por un lado, la capacidad de flexión de las articulaciones coxo-femoral,

escapular y de la columna vertebral siguen creciendo y, por otro lado, se observa una reducción de la capacidad de abducción de las piernas en la articulación coxo-femoral y de la extensión en la articulación escapular (Meinel, 1976, op. cit. en Weineck, 1988).

Por lo tanto hay que incluir ejercicios de distanciamiento de las piernas y de la movilidad de los hombros.

En esta edad se puede trabajar con ejercicios de educación física en forma de juegos.

Hacia los doce años se forma la curva lumbar. En esta segunda edad escolar (10-12 años) la flexibilidad de la columna vertebral, de la articulación coxo-femoral y escapular no aumenta mas que en la dirección en que es trabajada (Meinel, 1976; op. cit. en Weineck, 1988).

Entre los trece y dieciseis años los huesos alcanzan una solidez que les permite soportar ya grandes cargas, la fuerza muscular crece y aumentan las propiedades de resistencia de los músculos. Prosigue el perfeccionamiento de las formaciones del tejido conjuntivo y aumenta el número de fibras elásticas.

Paralelamente, las modificaciones hormonales, bajo la influencia de las hormonas de crecimiento y sexuales, producen una disminución de la capacidad de resistencia mecánica del aparato locomotor pasivo (huesos, cartílagos articulares, meniscos, etc) (Morscher, 1975; op. cit. en Weineck, 1988).

El gran aumento de talla (altura) y la gran sensibilidad a las cargas de trabajo del aparato locomotor pasivo pueden tener diversas consecuencias. Una de ellas es la pérdida de flexibilidad debido a que la extensibilidad de músculos y ligamentos no se ajusta inmediatamente al empuje del crecimiento de los huesos, que es mucho más rápido (Kendall y Kendall, 1948; Leard, 1984; Micheli, 1983; Sutro, 1947). Esto se debe tener en cuenta en los ejercicios de estiramiento, y habrá que elegir cuidadosamente los medios, la intensidad y el volumen de la carga de trabajo para que no se produzcan lesiones y mantener la flexibilidad. (4 *previus op. cit.* en Alter, M.J., 1990).

A la edad de doce/catorce años, el trabajo de desarrollo de la flexibilidad es más eficaz que el que se pueda efectuar más tarde, a los dieciocho/veinte años, ya que aun no se ha producido el estirón fuerte.

Durante el desarrollo del crecimiento la capacidad de soportar una carga por el cartílago del cuerpo vertebral está disminuida (Morscher, 1975). Si la capacidad de carga de los cartílagos vertebrales es sobrepasada puede haber una penetración del tejido conjuntivo discal en la estructura esponjosa del hueso del cuerpo vertebral y formación de nódulos, los cuales contribuyen a la aparición de la enfermedad de Scheuermann (espalda fija redonda, curvada, con dificultad en el mantenimiento de la postura) (*op. cit.* en Weineck, 1988).

La articulación coxo-femoral está igualmente amenazada, en caso de agotamiento crónico, pudiéndose producir eventualmente un aplanamiento de la cabeza del fémur (Morscher, 1976, op. cit. en Weineck, 1988).

Resumiendo, podemos decir que un entrenamiento polivalente general de la flexibilidad es necesario durante la pubertad, pero evitando la sobrecarga del aparato locomotor pasivo (Weineck, J. 1988).

En la adolescencia el esqueleto está casi osificado y el crecimiento en altura casi terminado. Los principios generales del entrenamiento de la flexibilidad válidos para los adolescentes son los mismos que para los adultos (Weineck, J. 1988).

Como hemos dicho más arriba, la flexibilidad puede ser desarrollada a cualquier edad con un entrenamiento adecuado, sin embargo para conseguir resultados rápidos y óptimos deberá coincidir este entrenamiento con el periodo crítico.

#### 1.3.7. El sexo como factor limitante

Las razones por las que la mujer es más flexible que el hombre son las diferencias hormonales entre los dos sexos: Los estrógenos, en mayor cantidad en la mujer, producen una retención de agua superior, un porcentaje más elevado de tejido adiposo y una menor masa muscular que en el hombre (Weineck, J. 1988).

En la mujer, la sección transversal del brazo no muestra más que el 75,7 % de músculo en relación al del hombre y el doble de tejido adiposo. (Fukunaga, 1976; op.cit. en Weineck, 1988).

La capacidad de extensión, en la mujer, es mayor debida a la menor densidad de tejidos. También su amplitud de movimientos, sobre todo a nivel de región pélvica, es mayor, porque sus caderas son más anchas y esto implica un potencial mayor de amplitud de movimiento. Su constitución osea es más liviana y pequeña (Alter, M.J., 1990).

Corbin y Noble en 1980 sugieren que las diferencias de actividad regular entre ambos sexos también pueden explicar las diferencias de flexibilidad entre los sexos (op. cit. en Alter, M.J., 1990).

Un estudio de Gabbard y Tandy (1988) analiza la relación entre la grasa corporal y el rendimiento de jóvenes entre 5 y 6 años en test de flexibilidad. Trataba de conocer si, en efecto, las niñas son más flexibles que los varones en función de su mayor cantidad de grasa corporal, y de aquí su mayor grado de movilidad articular. Se les midió la altura, peso y pliegues corporales. En los resultados no hubo diferencias significativas entre el sexo y la edad, altura y peso corporal.

Dos factores subyacen en el problema básico de este estudio: Las mujeres son más elásticas y poseen mayor cantidad de grasa



corporal que los varones. Las mujeres pueden ser más flexibles debido a su mayor nivel de grasa corporal. Los resultados de este estudio indican que cuatro localizaciones para medir la grasa corporal son muy pocas para relacionarla con la flexibilidad.

Algunos autores comentan una interesante sugerencia de Dyer (1983), el cual afirma, que las mujeres son más flexibles debido a sus mayores niveles de relaxina, que concierne a la consistencia y elasticidad de los ligamentos (op. cit. en Gabbard and Tandy, 1988).

En general, los estudios que intentan relacionar la flexibilidad con características corporales son insuficientes, especialmente cuando los tamaños corporales son similares.

#### 1.3.8. Limitaciones por la temperatura corporal y la hora del día

La sensibilidad de las fibras musculares en respuesta a la extensión, puede variar en función de la temperatura corporal y hora del día. Por la mañana, el umbral de sensibilidad de los husos musculares es elevado y por lo tanto menos sensible; en días fríos y húmedos hay que buscar la intensidad del calentamiento.

El ejercicio muscular eleva la temperatura en el tejido, es decir, aumenta la temperatura corporal, con lo que el estiramiento resulta más seguro y productivo. Este aumento de temperatura, además, implica un incremento en la extensibilidad

y es importante para la prevención de lesiones (Weineck, J. 1988).

También reduce la viscosidad del tejido relajando así la viscosidad de los tejidos colágenos (Sapega et al., 1981; op. cit. en Alter, M.J. 1990), ésto confiere menos resistencia al movimiento y se traduce en un aumento de la flexibilidad.

El calentamiento es muy útil para elevar la temperatura corporal y de los músculos, facilitando la actividad enzimática. Esta elevación de temperatura corporal y muscular hace que aumente la cantidad de sangre y de oxígeno que llega a los músculos estriados y mejora los tiempos de contracción y los reflejos de los músculos estriados (Fox, E.L. 1984).

Mejora el rendimiento, reduce las posibilidades de lesión y debe ser lo suficientemente intenso como para subir la temperatura del cuerpo, pero no debe producir fatiga.

En un estudio realizado por Williford et al., (1986), para evaluar los efectos del calentamiento sobre los incrementos de la flexibilidad, se aplica un programa de estiramiento pasivo a dos grupos, uno de los cuales realiza trote corte (jogging) durante cinco minutos antes de estirar y el otro grupo sin trote previo. Los resultados de ambos grupos fue un aumento de flexibilidad en todos los ángulos de articulación evaluados.

Este aumento de flexibilidad pudo ocurrir como resultado del programa aplicado de estiramiento estático. Los resultados no apoyan la afirmación de que calentar los músculos con anterioridad a la extensión, mediante trote corto, daría aumentos significativos para todos los ángulos de articulación evaluados, ya que ambos grupos mejoran en la flexibilidad de las articulaciones (Williford et al., 1986).

Antes de toda competición o fuerte entrenamiento se realiza un calentamiento, en el que la flexibilidad ocupa un tiempo importante. Es conveniente saber si ese calentamiento de flexibilidad se mantiene durante el partido o entrenamiento.

Así Möller et al. (1985), estudian la duración del efecto de extensión sobre la amplitud de movimiento en las extremidades inferiores, con ocho varones voluntarios. El programa de entrenamiento consistió en un calentamiento general en un ergómetro, seguido de un proceso de extensión, cuya técnica utilizada fue la FNP: Extensión pasiva máxima, contracción isométrica, seguida de relajación y extensión pasiva del músculo.

En los resultados obtenidos no se encontraron diferencias entre la pierna derecha e izquierda, por eso se utilizó el promedio entre las dos piernas para representar la amplitud de movimiento. Justo tras el procedimiento de extensión todos los movimientos, salvo la extensión de cadera, habían aumentado significativamente. Noventa minutos más tarde, el procedimiento

de extensión había incluso aumentado más para todos los movimientos, excepto para la dorsiflexión de tobillo con la rodilla recta. La abducción de cadera mostró el mayor aumento y la extensión de cadera el más pequeño.

Partiendo de los resultados, podemos observar que el aumento de amplitud puede durar un periodo de tiempo considerado para un juego o partido normal, por ejemplo fútbol. Por lo tanto, el introducir una sesión de flexibilidad en el calentamiento, aunque solo sea por el hecho de reducir las lesiones, ya es importante y de gran utilidad. Aunque al recomendar la extensión como parte de un programa de calentamiento, sería necesario saber si la respuesta se modifica o es abolida por la actividad física. Si esto es así, la utilidad de la extensión en el entrenamiento deportivo tal vez esté limitada (Möller, M. et al., 1985)

#### 1.3.9. Diferencias entre distintas articulaciones

Diferentes investigaciones han intentado relacionar la flexibilidad con las proporciones corporales, con la superficie corporal, la piel, el peso, etc. Los resultados no son constantes, pero lo que sí se afirma casi unánimemente, es que la flexibilidad es específica para cada articulación (Bryant, 1984; Corbin y Noble, 1980; Harris, 1969; Sigerseth, 1971), así por ejemplo, la amplitud de movimiento del hombro no tiene nada que ver con la de la cadera ni tiene por qué estar relacionada. (4 *previs op. cit.* en Alter, M.J., 1990).

Este concepto está basado en el hecho de que para los distintos movimientos de una articulación, intervienen músculos, están implicadas estructuras óseas y tejidos conectivos diferentes. Por lo tanto, la flexibilidad no dependerá solo de estas características sino también del tipo de movimiento que se realiza.

#### 1.3.10. Incidencia del entrenamiento de fuerza en la flexibilidad

La flexibilidad y la fuerza general constituyen uno de los principales objetivos del mantenimiento de la condición física. En la edad adulta, cuando la flexibilidad empieza a disminuir, la fuerza todavía puede mantenerse con valores significativos.

Aunque las capacidades de la flexibilidad-elasticidad y de la fuerza motriz disminuyen con el paso de los años, es evidente que el grado de movimiento articular empieza a disminuir con la entrada a la edad adulta, mientras que la fuerza natural aumenta hasta los 25 años y se consideran los 30-35 años como la edad ideal en la obtención de la fuerza máxima, pudiéndose mantener con un trabajo adecuado hasta los 40-45 años.

Por ello es interesante que se combinen adecuadamente los ejercicios de flexibilidad y fuerza, teniendo en cuenta que ambas cualidades son las integrantes y responsables del aparato de sostén y del movimiento, y por tanto de toda la cadena cinética. Así, el exceso o defecto del trabajo de una sola de estas dos cualidades repercutiría en el normal desenvolvimiento de la

persona, produciéndose un desequilibrio lógico (Roselló, J., 1984); (Platonov y Bulatova, 1993).

El tamaño y grosor de los músculos no tiene nada que ver con la flexibilidad, es más, un adecuado entrenamiento de la resistencia, puede ayudar al aumento de aquella.

En varios estudios sobre el tema, los autores siguientes (Leighton, 1956; Massey & Chaudet, 1956; Wickstrom, 1963; Wilmore et al. 1978) demuestran que el entrenamiento con pesas no disminuye la flexibilidad, sino que, en algunos casos la mejora. (4 previous op. cit. en Alter, M.J., 1990).

En un estudio realizado por Tumanyan y Dzhanyan (1984) demostraron que combinando ejercicios de estiramiento y fortalecimiento aumentaba la flexibilidad activa (op. cit. en Torres y Moras, 1990).

Para desarrollar una amplitud de movimiento mientras se trabaja con la resistencia es importante: Primero ejercitar todo el músculo o conjunto muscular en su amplitud total de movimiento. Y segundo, enfatizar gradualmente la fase negativa del trabajo, es decir, la contracción excéntrica que se produce cuando un músculo es estirado, y durante la cual, decrece el número de fibras musculares contráctiles, con lo que la tensión aumenta produciéndose un estiramiento mayor sobre las fibras respectivas, intensificándose así la flexibilidad.

Pero es preciso tener cuidado, porque si el entrenamiento excéntrico se realiza de forma inadecuada, producirá dolor y además disminuirá realmente la flexibilidad (Alter, M.J. 1990).

En un estudio de Rians (1987), 18 varones prepubescentes son sometidos a un entrenamiento de fuerza, exclusivamente concéntrico, durante catorce semanas, con sesiones de 45 minutos tres veces a la semana.

El presente estudio fue diseñado para proveer y evaluar la seguridad de un tipo de programa de entrenamiento de fuerza en varones prepubescentes, en un esfuerzo para aportar datos acerca del análisis y de los riesgos-beneficios del entrenamiento de fuerza.

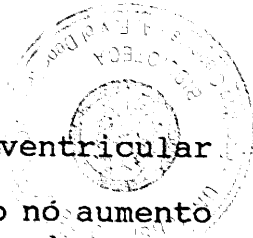
Los resultados mostraron que en este entrenamiento, trabajo concéntrico de fuerza, hubo una menor tasa de lesiones y no mostró efectos adversos en la masa ósea, muscular o en la epífisis. Por lo tanto no debió mostrar ningún efecto contraproducente en el crecimiento, desarrollo, flexibilidad o rendimiento motor. Como la cuestión de la eficacia es multifactorial, esto podría no tener conclusiones definitivas en el sentido de que, el entrenamiento de fuerza en prepubescentes, es uniformemente satisfactorio, y por tanto serian necesarios otros estudios (Rians et al., 1987).

El entrenamiento de fuerza en prepubescentes es un problema muy controvertido que afecta a padres, entrenadores, médicos y comunidad científica. Los prepubescentes cada día más, están envueltos en entrenamientos rigurosos y vigorosos y en competiciones tanto individuales como colectivas. Los beneficios potenciales del entrenamiento de fuerza son: La eficacia en el rendimiento deportivo y posibilidad de reducir lesiones relacionadas con el deporte (Rians et al., 1987).

En el mismo artículo anterior aparecen dos trabajos. El primero es de Sewall y Micheli (1986), los cuales estudiaron diez prepubescentes, ocho chicos y dos chicas, usando una máquina de presión isotónica y dos máquinas de resistencia neumática, bajo supervisión, para realizar un entrenamiento de fuerza durante nueve semanas. Encontraron que el grupo de entrenamiento tuvo una significativa mejor ganancia de fuerza comparada con los niños de su edad, sexo y edad de maduración que el grupo control. Sin embargo, ellos observaron que no existieron además lesiones en el entrenamiento de fuerza ni disminución en la flexibilidad (op. cit. en Rians et al., 1987).

El segundo trabajo es de Servedio, Bartels, Hamlin et al., (1985). En ocho semanas de entrenamiento de pesas en estilo olímpico a seis varones prepubescentes, no se produjeron lesiones en el grupo de tratamiento, ni hipertensión en dicho grupo ni en el de control.





El ecocardiograma demostró aumento de la masa ventricular izquierda y de los diámetros diastólicos finales, pero no aumento de la pared ventricular izquierda, tanto en los niños control como en los que realizaban pesas. No hubo tampoco cambios en la frecuencia cardiaca de reposo, en la composición corporal o en la flexibilidad (op. cit. en Rians et al., 1987).

#### 1.4. Tipos y técnicas de movimiento para el entrenamiento de flexibilidad

Aunque los criterios expuestos en los factores mecánico-funcionales constituyen el primer paso para fijar el grado de intensidad, el tipo de movimiento y la técnica del mismo que se emplee puede variar la flexibilidad. Aclaradas, por tanto, las interrogantes anteriores, se elegirán los tipos y técnicas de movimiento más adecuados para cubrir las necesidades que en cada caso convenga.

Los beneficios de los distintos métodos de entrenamiento de la flexibilidad deberían incluir:

- El aumento de la movilidad articular
- La reducción del riesgo de lesión
- El mantenimiento de la elasticidad del músculo
- La lubricación de las articulaciones
- La reducción del dolor muscular y la fatiga.

Independientemente del método que se emplee, la posibilidad de sobreestiramiento depende de la cantidad o intensidad de

estiramiento, de la duración, de la frecuencia de movimientos realizados en un periodo dado y de la velocidad o naturaleza del estiramiento (Alter, M.J. 1990).

Cada método tiene ciertas ventajas e inconvenientes, aunque las justificaciones que conciernen a las diferentes técnicas son a menudo contravertidas. Es labor de los técnicos descifrar qué métodos son más efectivos, encontrar las necesidades de su actividad y cuándo y cómo usar cada método eficazmente.

#### 1.4.1. Relajación

La relajación, dentro del ámbito del aprendizaje motriz, es la capacidad para ejercer el control muscular, de modo que los músculos no requeridos específicamente para una tarea estén inactivos y aquellos que son requeridos sean activados al nivel mínimo que se necesita para alcanzar los resultados necesarios (Coville, 1979, op. cit. en Alter, M.J., 1.990).

La relajación implica un consumo económico de energía y resistencia a la fatiga. También puede ayudar a reducir el riesgo de lesión.

La relajación, referida a la reducción de la tensión muscular, debe considerarse como medio preventivo para evitar el acortamiento muscular causado por una hipertonicidad persistente. Pero a su vez, posibilita y conduce a un posterior aumento de la amplitud, para lograr el alargamiento de los músculos rígidos.

La relajación o ausencia de tensión muscular, debe existir antes de comenzar el estiramiento. Un mínimo de tensión, desarrollada por los componentes contráctiles, hace que la persona pueda trabajar más efectiva y eficientemente en el estiramiento del tejido conectivo que verdaderamente limita la extensibilidad (Alter, M.J. 1990).

#### 1.4.2. Métodos utilizados para el desarrollo de la flexibilidad

Debido a que la mayoría de actividades físicas organizadas son precedidas de entrenamiento de flexibilidad, puede ser beneficioso conocer los efectos de diferentes métodos de flexibilidad para incrementar el rango de movimiento (Etnyre and Lee, 1988).

Para impedir estos problemas son necesarios ejercicios que lleven a la musculatura y a las articulaciones a sus máximos recorridos. Metodológicamente son muchas las formas empleadas para mejorar la flexibilidad (Mora Vicente, J. 1989).

Según el método y la técnica de estiramiento que se empleen, los individuos pueden mejorar su agilidad, coordinación, flexibilidad y fuerza muscular (Alter, M.J. 1990).

Se pueden clasificar en dos categorías generales: balísticos y estáticos, según se asocie a movimientos de balanceos, o al mantenimiento de una posición respectivamente.

#### 1.4.2.1. Estiramiento con relajación

Este método requiere que el atleta se coloque en una posición de estiramiento capaz de producir una sensación de relajación del músculo en tensión. El movimiento se detiene en este punto y el atleta se concentra relajando el punto de tensión creado por el estiramiento.

Cuando la tensión está creada, el atleta se mueve hacia un punto más alejado manteniendo el grado de tensión, después repite el ejercicio. El tiempo recomendable para mantener la posición final, es como mínimo de seis segundos, aunque puede haber practicantes que la mantengan más tiempo (Weineck, J. 1989).

El estiramiento con relajación combate el dolor muscular si se realizan los ejercicios después del entrenamiento (Reynolds, G. 1988).

#### 1.4.2.2. Estiramiento activo o dinámico

También muy conocido por balístico. Se caracteriza por los movimientos continuos realizados por la acción muscular de los grupos que afectan a la articulación dada. La mejora de la flexibilidad se obtiene por la contracción de los agonistas y el estiramiento simultáneo de los antagonistas. Implican una combinación de fuerza y velocidad, que asegura y estabiliza la regulación del movimiento (Weineck, J. 1988).

Con estos ejercicios se alcanza simultáneamente la movilidad articular y la tonificación de los músculos que producen el movimiento. También la temperatura generada por la actividad dinámica muscular reduce la resistencia de articulaciones y músculos.

Parece ser un método menos beneficioso que otros regímenes de entrenamiento. El efecto inhibitorio del reflejo de estiramiento es frecuentemente mencionado como una razón de la escasa eficacia de este método. También se han asociado, la facilidad de lesión de la unidad músculo-tendinosa, especialmente en rehabilitación (Taylor et al., 1990).

Los ejercicios de estiramiento dinámico pueden ser:

**Estáticos:** Los antagonistas de los músculos al estirar se contraen isométricamente en la posición final de estiramiento y la mantienen.

**Activos:** Los antagonistas se contraen de manera auxotónica y producen estímulos de estiramiento claramente superiores en razón de la fuerza de inercia engendrada y de la mayor intensidad de ejercicios (Weineck, J. 1988).

El utilizar una u otra forma depende de los elementos que limitan la flexibilidad. Si es la elasticidad de los músculos, debe ser preferente el estiramiento dinámico-estático. Si es el bajo nivel de resistencia de los músculos lo que limita la

flexibilidad, debemos utilizar el dinámico-activo (Pechtl, 1982, op. cit. Alter, M.J., 1.990).

#### 1.4.2.2.1 Estiramiento activo asistido

Es realizado por la contracción inicial activa de los grupos musculares opuestos. Cuando se alcanza el límite de capacidad, entonces la amplitud de movimiento es completada por el compañero. Con este método se puede activar o fortalecer el músculo agonista sobreestirado, débil, que se opone al músculo tirante y ayuda a determinar el patrón para el movimiento coordinado (Alter, M.J., 1990)

#### 1.4.2.3. Estiramiento pasivo o estático

En los ejercicios de estiramiento pasivo no hay participación de los grupos musculares, realizándose el movimiento como consecuencia de agentes externos. Con esta técnica, el movimiento forzado restituye la amplitud de movimiento normal cuando es limitado por la pérdida de extensibilidad del tejido blando.

Su efecto sobre el músculo es el alargamiento en forma pasiva de la parte elástica. La mayor longitud permitirá una mayor amplitud de movimiento de las articulaciones implicadas.

Cuando estos ejercicios se realizan por parejas, ambos deben estar familiarizados con cada uno de los ejercicios y atender a la señal del compañero para cuando le indique detener o continuar el estiramiento.

No es bueno utilizar este método para el tratamiento de la rigidez (Cherry, 1980) o para recuperar la amplitud de movimiento después de una lesión (Jacobs, 1976). (2 previous op. cit. en Alter, M.J., 1990).

Los ejercicios de estiramiento pasivo pueden ser:

**Estáticos:** Cuando la actitud de estiramiento máximo se mantiene unos segundos.

**Activos:** Cuando después de utilizar una fuerza externa para el estiramiento, el individuo intenta mantener la posición mediante contracción isométrica de los músculos durante varios segundos. Esto fortalece al músculo agonista sobrestirado, débil, que se opone al músculo (Weineck, J. 1988).

#### 1.4.2.4. Facilitación Neuromuscular Propioceptiva

Es otra forma pasiva de entrenar la flexibilidad. Surge y se desarrolla en Estados Unidos (1946-1951) en el instituto Kabat-Kaiser. Aparece este método orientado hacia la fisioterapia y su objetivo fundamental era la rehabilitación de minusválidos, enfermos o personas lesionadas (Corbin y Noble, 1980; Taylor et al., 1990).

Las técnicas de FNP comunmente incluyen contracción isométrica de un músculo alargado seguido por otra nueva elongación (Etnyre and Lee, 1988). Comprenden una serie de técnicas de manipulación corporal coordinada con el movimiento

del propio individuo, encaminadas a mejorar la fuerza, la resistencia, la amplitud de movimiento y la función articular del sistema músculo-esquelético. Los términos de la denominación del método se definen como sigue:

- Facilitación: Agilización de un proceso natural.
- Neuromuscular: Perteneciente a los nervios y músculos.
- Propioceptivo: Que recibe estímulos del interior de los tejidos.

La FNP es por tanto, la agilización de una función corporal mediante la estimulación interna de nervios y músculos. El método se basa en gran medida en el aprovechamiento del reflejo de alargamiento (reflejo miotático) y del principio de la inervación recíproca (Editor, (1986)- Palestra-).

La FNP la definen Knott & Voss (1968), como un método que favorece o acelera el mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de los propioceptores. En la actualidad, algunas técnicas de FNP son utilizadas como métodos nuevos y más avanzados para desarrollar la flexibilidad (op. cit. en Alter, M.J., 1990).

La FNP está basada en varios mecanismos neurofisiológicos importantes, que incluyen la facilitación y la inhibición, la resistencia, la irradiación, la inducción sucesiva y los reflejos.



Las acciones facilitadoras son las que incrementan la excitabilidad neuronal, y son por ejemplo, todos los estímulos que disminuyen el umbral de las motoneuronas. Por el contrario, las acciones inhibitorias disminuyen la excitabilidad. Sin embargo, la facilitación y la inhibición son inseparables: Una técnica que favorece la facilitación del músculo agonista, o movilizador principal, promueve simultáneamente la relajación o inhibición del antagonista.

La facilitación y la inhibición son producidas predominantemente por la resistencia muscular (por las contracciones activas). La efectividad de las técnicas de FNP también involucra el reflejo de estiramiento (Alter, M.J., 1990), el cual es atenuado e incluso anulado durante un momento por la fase de contracción (Lambert, G. 1993).

Las técnicas de FNP más comunmente usadas son:

La FNP pasiva, que consiste en realizar un movimiento de extensión en toda su amplitud, hasta el punto en que los músculos lo soporten sin dolor. En este punto, el sujeto contrae el músculo isométricamente durante 6-8 segundos (esta contracción tiene la ventaja de incrementar la fuerza muscular), mientras una fuerza externa bloquea cualquier movimiento articular.

Esta tensión isométrica acorta el vientre del músculo, mientras que las fibras de colágeno y tendones se encuentran en situación de estiramiento.

A continuación, se relaja la extremidad y cuando la tensión cede se vuelve a extender. La amplitud de movimiento será mayor que antes de la contracción. Es importante para el sujeto que ayuda, no forzar el recorrido articular, no debe doler en ningún momento. Y el que estira tiene que proceder también con precaución al realizar la fase de contracción, ésta debe efectuarse lenta y deliberadamente y aproximarse al máximo sin ser repentina o violenta. Así se evitarán molestias o lesiones durante los ejercicios de extensión.

La FNP activa es parecida a la anterior excepto en que durante la fase de extensión final, el músculo contrario al que ha sido extendido (agonista) se contrae concéntricamente. (Etnyre and Lee, 1987).

Se han realizado estudios comparativos de los distintos métodos. Muchos investigadores no han encontrado diferencias significativas entre los diversos tipos.

De Vries, generalizó sobre la base de muchos de sus estudios, siendo preferidos los métodos de stretching porque requieren menos gasto de energía que el método balístico, hay menos peligro de inflamación del músculo y trauma del tejido de unión, y los músculos antagonistas están totalmente relajados (op. cit. en Borms, J., 1984).



#### 1.4.2.5. Stretching

Stretching (palabra inglesa que significa extender y que se utiliza como método de estiramiento): Extensión controlada y lenta del músculo hasta el punto que no produce dolor, y mantener dicha posición entre 10-60 segundos (Borms, J. 1984). Fue divulgado en 1971 por Holt, y lo utilizó como método de estiramiento muscular para el deporte (Harichaux, P. 1984).

Las técnicas de stretching derivan directamente de la FNP de Kabat, como indica Anderson, creador del stretching sistemático (Viel, E. 1989).

Fue considerada como una moda venida de E.E.U.U. y Moreau (1982) lo considera como un conjunto de posturas de auto-estiramientos, los cuales facilitan la contracción de los planos musculares medios y profundos, que favorece una regulación tónica, y cuyos elementos esenciales son la respiración y la función muscular. Se trata de una técnica corporal sin desplazamiento dinámico, donde existe un equilibrio entre las contracciones musculares isométricas, los estiramientos profundos y la respiración.

Durante la postura, la respiración consiste en cortas inspiraciones (nasales)-expiraciones (bucales), eliminando al máximo el juego abdominal para que el diafragma sirva de punto de apoyo al auto-estiramiento e imprime rápidamente un ritmo que sirve de señal a la postura en lo que concierne a la intensidad,

velocidad o a la colocación. Al final de la sesión se practica una gran respiración lenta, que pone en juego de forma voluntaria todos los volúmenes respiratorios (Moreau, J.P. 1982).

En el sistema del profesor Anderson, diferencia tres fases del proceso de estiramiento. Las dos primeras fases activan el reflejo extensor y no provocan dolor, como sí ocurre en la última fase a la cual no se debe llegar. En la primera fase se busca una tensión fácil que se mantiene de 10 a 30 segundos hasta llegar a una tensión media. En la segunda fase, la tensión de desarrollo es consiguiente y se debe forzar y mantener entre 10 y 30 segundos. De esta fase se obtiene el incremento de flexibilidad (op. cit. en Cianti, G. 1991).

Para Tommaso Assi (1981) la ejercitación del stretching no sólo induce modificaciones positivas en la actividad refleja de los músculos, sino que tiene una acción, que llama biológica activa, en la prevención de las tendinopatías y lumbalgias tan frecuentes en la práctica de algunos deportes (Bravo Ducal, J. 1985).

#### 1.4.3. Técnicas de movimiento

Las técnicas de movimiento que deben emplearse para el desarrollo de la flexibilidad tenderán a alcanzar el máximo recorrido de los movimientos, llegando hasta sus posiciones límites, lográndose simultáneamente la movilización de la articulación y el alargamiento de los ligamentos y músculos que

afectan a la misma (Mora Vicente, J. 1989).

#### 1.4.3.1. Presiones y tracciones

Consisten en una fuerza adicional aplicada en el momento de máxima amplitud, para hacer llegar la trayectoria a los límites de recorrido superiores a los permitidos por el propio esfuerzo. Es la técnica propia de los estiramientos pasivos y asistidos (Mora Vicente, 1989).

#### 1.4.3.2. Rebotes o insistencias

Cuando se insiste en los finales del movimiento, es decir hay una aceleración que se suma a mitad de la trayectoria del movimiento esencial, y que lo lleva hasta el límite del recorrido, permitiendo una reacción elástica que de nuevo lo traslada a la posición inicial (Mora Vicente, 1989).

Esta técnica puede efectuarse individualmente o bien por un compañero, de forma que se combina con las presiones y tracciones. A pesar de su uso y su abundante predicamento en las escuelas deportivas anglosajonas, estos movimientos producen demasiada inercia y movimientos anárquicos incontrolados por el sujeto, produce microrroturas de los capilares tendinosos, especialmente a la altura de la vaina tendinosa, así como en los peri y endomisios musculares. Todo ello produce zonas inflamatorias y de isquemia, que conducen a un precoz envejecimiento téndino- muscular.

En efecto, aumentan la temperatura local en los músculos estirados, pero no por la acción descrita anteriormente en el apartado de beneficios del calentamiento, sino por, como hemos señalado, procesos inflamatorios que, ocasionalmente pueden ser irreversibles.

#### 1.4.3.3. Lanzamientos

Son movimientos ejecutados a una velocidad uniformemente acelerada, de modo que la inercia del miembro lleva a la articulación hasta la amplitud máxima (Mora Vicente, 1989).

Es característica la relajación de la musculatura en las proximidades de recorrido final del movimiento. Esta técnica es propia de los estiramientos activos.

#### 1.4.4. Factores que inciden en la intensidad de los ejercicios de flexibilidad

Desde el punto de vista gimnástico, el objeto del desarrollo de la flexibilidad es mantener o aumentar el grado de movimiento existente en las articulaciones, aplicando ejercicios que elonguen los músculos y hagan que los recorridos articulares alcancen su máxima amplitud.

En el mejoramiento de la flexibilidad es muy importante no llegar a perjudicar el normal funcionamiento de los tejidos implicados. Un entrenamiento excesivo de flexibilidad puede llegar a disminuir la estabilidad de una articulación. Para que esto no ocurra existen procedimientos específicos de aplicación

de ejercicios que refuerzan, estabilizan y regulan el control muscular sobre los movimientos.

Son muchos los factores que influyen en la intensidad de los ejercicios de flexibilidad. Se pueden reunir en dos grandes grupos:

En el primero se recogen todos los que afectan a los aspectos mecánicos y funcionales de las articulaciones.

En el segundo, el que agrupa a las diversas técnicas que modifican la intensidad en función de la aplicación de los ejercicios.

Existen también una serie de factores adicionales que pueden incidir sobre el grado de flexibilidad y elongación como son la edad, el deporte específico, la posición de partida, la dirección aplicada, la fuerza aplicada, etc.

#### 1.4.5. Movimientos según el tipo de articulación

Los principales tipos de movimientos que puede recorrer un segmento del cuerpo son:

La flexión, movimiento que generalmente disminuye un ángulo y son movimientos de repliegue.

La extensión, alargamiento o estiramiento hasta una longitud mayor. Cuando se prolonga más allá de la posición anatómica se llama hiperextensión.

La abducción, movimiento de un segmento corporal para alejarse de la línea central del cuerpo.

La adducción, es lo contrario de la abducción. Movimiento de un segmento corporal hacia la línea media del cuerpo.

La rotación, es el giro o movimiento de un segmento corporal alrededor de su propio eje.

La circunducción, movimiento que permite al extremo del segmento describir un círculo.

Otros movimientos especiales son la supinación y pronación del antebrazo, rotación hacia fuera y hacia dentro respectivamente.

Inversión y eversión, giro de la planta del pie hacia dentro y hacia fuera respectivamente.

Y protracción y retroacción refiriéndose al movimiento hacia delante y hacia atrás respectivamente de un gran segmento corporal (Alter, M.J., 1990).

### 1.5. Principales métodos de registro en flexibilidad

Para evaluar el nivel de desarrollo de esta cualidad motora, es necesario medir la amplitud de los movimientos, con objeto de observar las máximas posibilidades de cada una de las articulaciones (Zatsiorski, 1989). Son varias las técnicas que se suelen utilizar en la medición del grado de flexibilidad en el cuerpo humano. A continuación exponemos las más significativas ordenadas por su grado de fiabilidad.



### 1.5.1. Técnicas radiográficas

Se basan en la producción de una imagen fotográfica de una muestra opaca, mediante la transmisión de un haz de rayos X o de rayos gamma a través del mismo, sobre una película fotográfica adyacente; la imagen resulta de las variaciones de espesor, densidad y composición química de la muestra (Lapedes, 1981).

Sobre la placa fotográfica se van a reproducir los órganos y aparatos internos de nuestro organismo, opacos a los rayos X o que se hacen opacos mediante especiales medios denominados de contrastes (Corrado, 1983). La placa fotográfica es impresionada y obtenida mediante la acción de un haz de rayos X que atraviesa una parte del cuerpo humano, interpuesta entre la fuente de los rayos y la placa misma.

El principio es el siguiente: los rayos X atraviesan cualquier obstáculo no mecánico, pero son parcialmente retenidos en medida mayor o menor según la densidad y espesor del mismo.

Por tanto interponiendo el tórax del sujeto entre una fuente de rayos X y una placa fotográfica podremos ver que el corazón, que es un órgano muscular lleno de sangre, retiene más rayos que los pulmones, órganos ligeros llenos de aire. Sobre la placa se verán claros contornos del corazón, con los vasos sanguíneos que de él salen, y una mancha clara sobre el fondo oscuro correspondiente a los campos pulmonares, que son, por el contrario, mucho más transparentes.

En el cuerpo humano los órganos más radiopacos son los segmentos óseos, por su alto contenido en sales de calcio (Corrado, 1983). Ésto último facilita la medición de la flexibilidad con la utilización de esta técnica, dado que podemos determinar con exactitud la estructura de la articulación y colocación de sus segmentos óseos en una posición determinada.

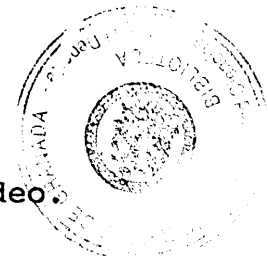
Esta técnica sería la más exacta y de mayor fiabilidad, teniendo la característica de poder determinar las amplitudes de de las diferentes articulaciones en un movimiento multiarticular, incluso de cada una de las articulaciones intervertebrales, esto último es imposible realizarlo con exactitud con el resto de métodos de medición que vamos a ver a continuación.

No obstante, la utilización de esta técnica presenta serias limitaciones, por un lado, el coste económico es muy alto, y por otro, la exposición de forma continua a los rayos X puede producir serias enfermedades, depresión inmunológica, dermatitis, eszemas y alteraciones sanguíneas como leucopenia.

#### 1.5.2. Los métodos ópticos

Los métodos ópticos se destinan al control a distancia y sin contacto con el deportista. No interfieren el desarrollo natural de los entrenamientos y las competencias (Zatsiorski, 1989).

Los métodos ópticos están basados en la fotografía. La fotogrametría (registro lumninoso) es el conjunto de métodos para la obtención de las imágenes sobre un material fotosensible. Se



distinguen la toma fotográfica, cinematográfica y vídeo.

En la fotografía la imagen se enfoca sobre una placa fotográfica o papel fotográfico inmóviles; en la toma cinematográfica las diferentes posturas del sujeto se fotografían en cuadros consecutivos sobre una película móvil fotosensible (película cinematográfica); con el vídeo la grabación se realiza en una cinta magnética, también móvil, para posteriormente poder observar la imagen en una pantalla de televisión.

Los resultados de la toma fotográfica, cinematográfica y vídeo se destinan o al estudio visual del movimiento, o a la determinación de las características cinemáticas (las posiciones, desplazamientos, velocidades y aceleraciones). En el análisis de posturas conseguidas en los máximos grados de amplitud articular se basan las técnicas ópticas de medición de la flexibilidad.

Los métodos ópticos van a permitir el análisis de la mayor parte de las articulaciones del cuerpo humano de forma simultánea.

La posterior elaboración de las fotografías y las películas fotográficas permite determinar el nivel de desarrollo de la flexibilidad.

La precisión de los métodos ópticos va depender de: 1) la precisión del trabajo del equipo registrador, 2) el método de fijación de los orientadores (en caso de utilizarse) en los puntos articulares y de las magnitudes de su desplazamiento al

ejecutarse el movimiento, 3) de los errores del análisis de los materiales fotográficos y cinematográficos (visual o con la ayuda del computador).

Una vez obtenidos los registros, el análisis de los datos puede realizarse:

1) trazando la colocación de los segmentos articulares en la fotografía, fotograma, y parada de imagen en la pantalla de televisión, en la posición de máxima excursión articular, para posteriormente realizar manualmente la medición con un transportador de ángulo o goniómetro.

2) Utilizando las técnicas de digitalización para la introducción de las imágenes dentro del ordenador facilitando su posterior proceso matemático, para ello existen dos sistemas tecnológicos: a) Digitalización externa para la cual es necesario la utilización de dispositivos externos como pueden ser una tableta digitalizadora o un digitalizador sónico; b) Digitalización interna en la que se realiza la determinación de los distintos puntos articulares una vez que la imagen está dentro del ordenador, para ello se utiliza un soporte lógico específicamente desarrollado para la utilización del ratón con este fin. La introducción de la imagen dentro del ordenador puede realizarse, bien escaneando imágenes estáticas, o con una tarjeta capturadora de vídeo.

Para facilitar el análisis de los movimientos, sobre todo cuando existen grandes velocidades de ejecución, se pueden colocar en los puntos articulares del cuerpo del sujeto marcas muy contrastadas y de pequeña extensión (p.e. los puntos de la piel a través de los que pasan los ejes de articulación) (Beyer, 92; Zatsiorski, 89). El contraste más fuerte puede indicarse mediante marcas auto-luminosas (que deben entonces ser alimentadas mediante electricidad), pero también son posibles marcas reflectantes (con un contraste más débil pero también con una reacción reducida sobre el sujeto). Para mantener el contraste, hay que adoptar medidas especiales que permitan reducir la luminosidad del entorno (Beyer, 1992).

### 1.5.3. Los métodos que utilizan goniómetros

Teniendo en cuenta que lo que pretendemos medir son posiciones angulares los goniómetros parecen ser aparatos adecuados para ello, dado que sirven para medir ángulos y determinar, en su caso, los grados de movimiento de una articulación.

Podemos distinguir dos tipos de goniómetros: los goniómetros manuales y los electrogoniómetros.

Los goniómetros manuales son medidores de ángulos formados por dos reglas o vástagos, de las que una se encuentra fijada a un transportador de ángulos. Para la obtención del registro directo con este aparato sería necesario que el ejecutante realice el movimiento con poca ropa e incluso se le dibuje en la

piel la posición del centro de giro de la articulación y la dirección de los ejes longitudinales de los segmentos articulares con objeto de facilitar y evitar las imprecisiones que puede haber en el momento de colocar el goniómetro (Fetz y Kornexl, 1976; Litwing y Fernández, 1982).

En los electrogoniómetros o potenciómetros eléctricos de rotación, la posición angular de los brazos del potenciómetro ligado al eje de rotación y a una bobina de inducción resistente sólidamente fijada a una caja, está asociada a la resistencia eléctrica entre dos bornes de salida. Esta resistencia se puede medir cuando se acopla a una tensión (batería) (Beyer, 1992). De esta forma la magnitud de los desplazamientos angulares se convierten en valores proporcionales de voltaje eléctrico.

Para medir los ángulos corporales, el eje y la caja se unen sólidamente entre sí por medio de una palanca. Los dos brazos se alinéan paralelamente a los ejes longitudinales de los segmentos de la articulación considerada y se fijan, p. e. con cinta adhesiva, con un cordón elástico perforado o material similar.

La posición del eje del goniómetro debería corresponder lo más posible al eje articular. En el caso ideal, los brazos del goniómetro siguen los cambios de posición relativos de los segmentos corporales y permiten así realizar una medición continua del desarrollo temporal del ángulo articular.

Al variar el ángulo articular varía el voltaje eléctrico tomado en el potenciómetro. La calibración de la instalación goniométrica permite calcular en grados los valores obtenidos de los ángulos articulares. Para realizar la calibración se colocan en un transportador, uno tras otro, diferentes valores de ángulo comprendido entre los brazos del transductor goniométrico y se miden las correspondientes magnitudes del voltaje eléctrico (Zatsiorski, 1989).

#### 1.5.4. Otros métodos y aparatos de medición

Existen otras técnicas y aparatos de medición de la flexibilidad. Algunos autores han inventado aparatos especiales como por el ejemplo el flexómetro de Leighton que es un cilindro metálico, dentro del cual hay dos partes móviles: un disco graduado de 0° a 360° y una aguja. Ambos tienen contrapeso, por lo cual, cuando el cilindro es desplazado de la vertical, ambos, disco y aguja, se mueven. A su vez hay dos tornillos que permiten fijar tanto el disco como la aguja con respecto al cilindro. (Litwin & Fernández, 1982; McDougall, J.D., Wenger, H.A. & Green, H.J., 1988; Bosco, J.S. & Gustafson, W.F., 1983).

Otro aparato similar es el flexómetro de Moras y Torres (1989), que reduce a escala centesimal la posición que adquiere el sujeto. Es un compás de grandes dimensiones (1,5 m. de brazo) en el que en su parte superior se encuentra una barra graduada soldada a uno de los brazos del compás, y deslizante en el otro. Esta disposición delimita un triángulo isósceles que mantiene

siempre la longitud de sus lado iguales (1,5 m.).

Otra barra también graduada y de menores dimensiones permite tomar medidas en la escala centesimal y acoplarse fácilmente al flexómetro.

Las medidas de lóngitud a veces son utilizadas para determinar el grado de flexibilidad de un individuo. Si tenemos en cuenta que estamos midiendo posiciones angulares los registros se verán modificados según los parámetros antropométricos de los distintos individuos. Para que esto no ocurra deben utilizarse una serie de coeficientes correctores, p.e.: 1) medir siempre a la misma distancia del centro de giro de la articulación, 2) determinar las máximas posibilidades de recorrido y describir a través de percentiles el recorrido realizado, 3) utilizar funciones trigonométricas hallando por ejemplo el seno de alfa.

#### 1.6. Principales orientaciones de los estudios sobre la flexibilidad

La flexibilidad es consecuencia de la movilidad de la articulación involucrada, de la elasticidad y extensibilidad de la musculatura antagonista, de la fuerza de la musculatura agonista y de una coordinación suficiente para realizar habilidades motrices complejas, las cuales, solo podrán ser ejecutadas con la adecuada combinación de todos los componentes de habilidad y aptitud física requeridos.



La flexibilidad ha sido considerada durante mucho tiempo como componente importante de la forma física y en la salud. Es anecdótico el interés que despertó el trabajo de la flexibilidad cuando al terminar la Primera Guerra Mundial se habían incrementado el número de casos ortopédicos (Corbin y Noble, 1980).

Otro dato que influyó también en la concepción del trabajo de flexibilidad, fue la publicación de un artículo que detallaba la incapacidad de un elevado número de niños americanos para realizar tareas sencillas de fuerza y flexibilidad muscular. Dicho trabajo apareció en la revista "Sports Illustrated" publicado por el Doctor Kraus y sus colaboradores (Corbin y Noble, 1980).

El estudio de Kraus fue el responsable directo de la creación del Consejo Presidencial sobre la aptitud física y los deportes. Poco a poco fue creciendo el interés por el desarrollo y pruebas de flexibilidad, aunque en aquel momento no se pudieron incluir en el conjunto de pruebas que la AAHPERD (Alianza Americana para la salud, educación física, recreación y danza) presentó al Consejo Presidencial en 1980. (Jackson and Baker, 1986; Corbin y Noble, 1980).

Ha sido únicamente en los últimos años cuando se ha notado el interés por incluir pruebas de flexibilidad en el conjunto de las dedicadas a aptitud física, no solo por razones referentes

al deporte sino por la importancia que tiene en la salud.

### 1.6.1. Flexibilidad y actividades que resaltan una ejecución de calidad

En los deportes y actividades como gimnasia, patinaje sobre hielo, danza, salto de trampolín etc, el énfasis está en los juicios estéticos de la calidad de la ejecución y no en la cantidad de ejecución.

Si bien las investigaciones han señalado que la ejecución gimnástica no puede ser predecida a partir de los resultados en las pruebas de flexibilidad entre gimnastas de primera calidad, esto no significa que la flexibilidad no sea importante para una ejecución gimnástica correcta.

No es difícil adivinar que los componentes específicos de flexibilidad son necesarios para la realización de movimientos técnicos variados, y que si todos los deportistas tuvieran la mínima cantidad necesaria de flexibilidad, la realización de sus ejecuciones sería mas positiva y de mayor calidad técnica.

No es necesario, pues, pruebas científicas ni datos estadísticos para asegurar que las actividades que requieren una exquisita calidad de ejecución a menudo necesitan un significativo grado de flexibilidad. Este es el caso del bailarín que si no puede levantar el pie por encima de la barra, lógicamente no destacará. Igualmente ocurre con un saltador de



trampolín que no llega a tocarse la punta de los dedos del pie, o un gimnasta que no llega a realizar un espagart completo (Corbin y Noble, 1980).

### 1.6.2. Estudios comparativos sobre técnicas de entrenamiento

La importancia de la flexibilidad en deportes está muy generalizada, tanto por los beneficios que aporta como para la prevención de lesiones. Una cantidad considerable de investigaciones se han llevado a cabo para observar el modo más eficaz de incrementarla. Sin embargo, mientras se ha concentrado mucha más atención en la flexibilidad estática, la investigación en el campo de la flexibilidad dinámica está más limitada (Hardy and Jones, 1986).

Una excepción de esta tendencia fue el estudio de Hartley O'Brien (1980) en la eficiencia relativa de diferentes técnicas de estiramiento para mejorar la flexibilidad activa. Razonaba que la flexibilidad activa es el máximo rango de movimiento no asistido, siendo posible mejorarla aumentando la fuerza de los músculos agonistas o disminuyendo la resistencia de los antagonistas. Consecuentemente, argumentó que las técnicas de estiramiento basadas en la FNP que han sido propuestas para mejorar la flexibilidad pasiva también podrían ser eficaces para mejorar la flexibilidad pasiva (op. cit. en Hardy and Jones, 1986).

Utilizando una medida de criterio de la flexibilidad estática que era esencialmente pasiva por naturaleza, Cornelius y Hinson (1980) examinaron la influencia de las diferentes duraciones para la contracción isométrica empleada en un entrenamiento de FNP (op. cit. en Hardy and Jones, 1986).

Se tuvieron en cuenta seis tratamientos diferentes de FNP. Tres grupos utilizaron la contracción isométrica de los antagonistas más contracción concéntrica del agonista (PIC). Los otros tres grupos usaron el procedimiento de FNP pasivo (PI). Las abreviaturas representan: (P) maniobra pasiva, (I) contracción isométrica del antagonista y (C) contracción concéntrica del agonista.

Por lo tanto los grupos quedaron determinados de la siguiente manera: Grupos de FNP activa

0-PIC

3-PIC

6-PIC

Grupos de FNP pasiva 0-PI

3-PI

6-PI

Refiriéndonos con 0, 3, 6, a los segundos de duración del dominio isométrico.

No encontraron diferencias significativas entre los dos métodos de FNP para aumentar la amplitud de movimiento. (Cornelius and Hinson, 1980; op. cit. en Hardy and Jones, 1986 y en Etnyre and Lee, 1987).

Sólo el grupo 0-PI fue significativamente inferior a todos los otros (Hardy and Jones, 1986)

Hardy en 1985 examinó los efectos de siete tratamientos sobre el campo activo del movimiento de la cadera. Seis de estos grupos asistieron a una sesión diaria de ejercicios durante seis días. El otro grupo de control no recibió tratamiento. El tiempo se mantuvo constante para todos los tratamientos experimentales, que fueron como sigue: 0-PI, 3-PI, 6-PI, 0-PIC, 3-PIC, 6-PIC.

Los resultados indicaban una interacción entre la presencia y ausencia de la contracción concéntrica de los agonistas y la duración de la contracción isométrica de los antagonistas. De forma que los aumentos más amplios en la flexibilidad activa estaban asociados con los periodos más largos de contracción isométrica en los grupos activos, pero no en los grupos pasivos (Hardy and Jones, 1986).

Estos resultados, además, prestan un fuerte apoyo a la hipótesis original de Hartley O'Brien, según la cual, la flexibilidad activa mejora más por la utilización de técnicas que maximizan la ganancia de fuerza en los agonistas y relajación en los antagonistas (op. cit. en Hardy y Jones, 1986).

En el siguiente estudio de Hardy y Jones en 1986, se investiga a través de dos experimentos, si los resultados de flexibilidad estática se transfieren a la flexibilidad dinámica. Se utilizaron dos experimentos:

En el primero, se intenta determinar el efecto de tres técnicas de estiramiento para una posterior medida de la flexibilidad dinámica de la articulación de la cadera derecha.

Y en el segundo, se intenta determinar la relativa eficacia de dos técnicas de estiramiento para mejorar la flexibilidad dinámica en la articulación de la espalda.

**Experimento 1:** 24 mujeres estudiantes entre 18-22 años y que realizan ejercicio físico, fueron asignadas al azar a uno de los tres grupos de tratamiento o a un grupo de control. Los tres grupos de tratamiento recibieron una sesión diaria de entrenamiento durante siete días, con un calentamiento modelo de minuto y medio aproximadamente antes de comenzar a estirar.

Tratamiento del grupo A: Estiramiento de FNP (6-PIC), extensión pasiva de la pierna, seis segundos de contracción isométrica del antagonista, más contracción concéntrica de los agonistas. Se eligió este tratamiento a causa del descubrimiento de la investigación de Hardy (1985), y que era uno de los mejores tratamientos estáticos.

Tratamiento del grupo B: Extensión balística enfatizando la velocidad (velocidad dinámica).

Tratamiento del grupo C: Extensión balística enfatizando la amplitud (flexión dinámica)

El grupo de control no recibe tratamiento.

**Experimento 2:** 18 estudiantes varones entre 18-20 años que no realizaban actividad física regularmente. Cada sujeto era asignado al azar a uno de los tres grupos. Dos de los grupos recibieron un tratamiento experimental diario durante siete días mientras que el otro era un grupo de control que no recibía ningún tratamiento. Todos los sujetos realizaban un calentamiento modelo antes de estirar. Su diseño fue similar al anterior pero utilizaba solo dos técnicas de entrenamiento diferentes.

Resultados: ANOVA reveló diferencias significativas en los puntos de mejora entre los cuatro grupos de tratamiento. Otros test posteriores indicaban que los puntos medios de mejora para el tratamiento de FNP (6-PIC) y los grupos flexo-dinámicos eran significativamente mayores que la puntuación media de mejora para el grupo de control.

Tratamiento del grupo A: Tratamiento de FNP (6-PIC), igual que el grupo A del experimento 1.

Tratamiento del grupo B: Extensión balística enfatizando la amplitud (flexión dinámica), igual que el grupo C del experimento 1.

Resultados: El análisis ANOVA reveló que había diferencias significativas entre los grupos y el test posterior que indicaba mejoras significativas con respecto al grupo de control.

Discusión: Este estudio investigó los efectos de las técnicas FNP y balística sobre el desarrollo de la flexibilidad dinámica. Mientras que los grupos de control en ambos experimentos mantuvieron casi idénticas puntuaciones pretest y posttest, se obtuvieron diferencias significativas entre los diversos tratamientos y los controles.

En el experimento 1, la especificidad del entrenamiento sugeriría que el grupo de velocidad dinámica debía mostrar las mayores mejoras en flexibilidad dinámica, ya que este entrenamiento fue diseñado para desarrollar la velocidad angular mediante el movimiento de amplitud estática activa. Sin embargo los resultados en ese grupo eran peores que los demás.

Hardy y Jones (1986) descubrieron que las velocidades medias y los tiempos de desplazamiento decrecen con el uso de la balística o de los métodos FNP comparados con un grupo de control, los incrementos comparativos en la amplitud de movimiento no fueron señalados (op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).



En general, las mejoras obtenidas con pocos días de entrenamiento se mantienen muy pocos días después, por lo tanto sería interesante emplear un diseño experimental que evaluara el desarrollo de la flexibilidad por un periodo más largo de tiempo siguiendo FNP y la flexo-dinámica basada en los programas de entrenamiento.

También se interpretaron los resultados como sugiriendo que para la mejora de la amplitud de movimiento dinámica, la elección de técnicas de estiramiento balísticas pueden ser tan eficaces como las técnicas basadas en FNP (Hardy and Jones, 1986).

En otro estudio de Wallin et al. (1985) comparan dos técnicas para la mejora de la flexibilidad muscular. Cuarenta y siete varones deportistas randomizados en cuatro grupos:

Tres grupos de diez sujetos que entrenan tres veces a la semana para la mejora de la flexibilidad muscular, mediante métodos de contracción relajación (estiramiento del músculo hasta su máxima elongación, contracción isométrica durante 7-8 segundos, relajar entre 2-5" y estirar pasivamente hasta el máximo rango de movimiento durante 7-8").

Y diecisiete sujetos que entrenan el mismo tiempo mediante elongación balística (llegar a la máxima amplitud de movimiento a través del alargamiento de los antagonistas).



Después de treinta días (14 sesiones de entrenamiento) hubo mejoras significativas en los grupos de (CR) respecto al balístico en cuatro grupos musculares bilaterales diferentes.

Los cuatro grupos volvieron a entrenar otros treinta días pero de la siguiente manera:

Los tres grupos de diez sujetos entrenaron 1,3 y 5 veces por semana respectivamente durante otros treinta días. Los resultados mostraron que una vez por semana fue suficiente para mantener la mejora de flexibilidad, y que 3/5 veces a la semana incrementa algo más.

Los diecisiete sujetos que habían entrenado balística pasaron a la técnica (CR), y en los siguientes días de entrenamiento, la mejora fue la misma que en los otros tres grupos, durante los primeros treinta días de tratamiento.

Sin duda la técnica (CR) en todos los grupos musculares estudiados, fue significativamente mejor en el aumento de la amplitud de movimiento, que la técnica balística.

Usando técnicas de contracción relajación se obtienen mejoras vitales en la resistencia del músculo entre los 7-8 segundos en la posición de estiramiento tras la contracción isométrica y relajación.

Como se muestra en otros estudios, la elongación repetitiva del tejido conectivo, puede tener valor para estabilizar la resistencia del tejido conectivo tomando una longitud óptima del tejido, que con otras técnicas de estiramiento puede no tener o ser muy pequeño el valor anatómico o fisiológico (Wallin et al. 1985).

Los métodos de estiramiento pasivos o estáticos utilizan una extensión lenta y prolongada para vencer la influencia del reflejo miotático. La extensión estática produce igualmente la tensión en el tendón que quizás evoque una influencia inhibitoria por medio del órgano del tendón golgi. Los métodos de contracción relajación (CR ó PI) se cree que facilitan las influencias inhibitorias autógenas del órgano del tendón golgi, produciendo mayor tensión en el tendón mediante la contracción y la extensión siguiente.

Producir inhibición recíproca además de inhibición autogénica es la razón fundamental para valorar la contracción concéntrica del método FNP activo (CRAC ó PIC).

Generalmente la extensión balística o activa ha caído en desuso por el miedo al daño que puede ocasionar una extensión rápida, violenta, traumática para el músculo. No se considera, pues, como la opción preferida para aumentar la flexibilidad. Es probablemente más importante en los acontecimientos rápidos, sin que ésto quiera decir que se utilicen las técnicas bálisticas en

el entrenamiento de la velocidad.

La finalidad del artículo de Etnyre y Lee, (1987) es resumir los hallazgos de los estudios previos sobre flexibilidad y hacer observaciones acerca de los descubrimientos de Hardy y Jones (1986) con sugerencias y consideraciones para la futura investigación.

Etnyre y Lee (1987) realizaron una revisión de los estudios que comparaban los efectos de los métodos de estiramiento estático y FNP, principalmente, cuya conclusión fue que no existe una clara evidencia de cual de los dos es más eficaz tanto en mujeres como en hombres para aumentar el rango de movimiento durante un periodo considerable (op. cit. en Etnyre and Lee, 1988).

A continuación aparecen dichos estudios comparativos en los que se incluye al menos una técnica de FNP.

La terminología que se utilizó fue de Moore y Hutton (1980):

**Balístico** que corresponde al estiramiento activo.

**SS** que corresponde al estiramiento pasivo o estático.

**CR** que corresponde a la FNP pasiva, (PI).

**CRAC** que corresponde a la FNP activa, (PIC).

**Autores / Articulación / Métodos / Mayor campo**  
**Año / medida / comparados / de movimiento**

-----  
**Investigación N° 1. (Varones)**

Cornelius / / SS /  
 & Hinson / Cadera / CR / CR  
 1980 / / CRAC / CRAC

-----  
**Investigación N° 2. (Varones)**

Etnyre & / / SS /  
 Abraham / Tobillo / CR / CRAC  
 1986 / / CRAC /

-----  
**Investigación N° 3. (Hembras)**

Hardy / / SS /  
 1985 / Cadera / CR / CRAC  
 / / CRAC /

-----  
**Investigación N° 4. (Hembras)**

Hartley- / / Balístico /  
 O'Brien / Cadera / SS / SS  
 1980 / / CR, CRAC /

-----

**Investigación N° 5. (Varones)**

|        |   |        |   |      |   |      |
|--------|---|--------|---|------|---|------|
| Holt & | / |        | / | SS   | / |      |
| Smith  | / | Cadera | / | CR   | / | CRAC |
| 1983   | / |        | / | CRAC | / |      |

---

**Investigación N° 6. (Varones)**

|           |   |        |   |           |   |      |
|-----------|---|--------|---|-----------|---|------|
| Travis,   | / |        | / | Balístico | / |      |
| Okita &   | / | Cadera | / | SS        | / | CRAC |
| Holt.1970 | / |        | / | CRAC      | / |      |

---

**Investigación N° 7. (Hembras)**

|         |   |        |   |           |   |      |
|---------|---|--------|---|-----------|---|------|
| Lucas & | / |        | / | Balístico | / |      |
| Koslow  | / | Cadera | / | SS        | / | CRAC |
| 1984    | / |        | / | CRAC      | / |      |

---

**Investigación N° 8. (Varones)**

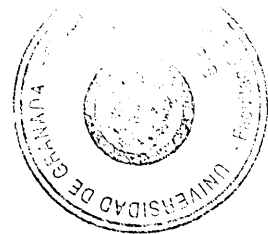
|          |   |        |   |    |   |    |
|----------|---|--------|---|----|---|----|
| Medieros | / |        | / | SS | / |    |
| y otros  | / | Cadera | / | CR | / | CR |
| 1977     | / |        | / |    | / |    |

---

**Investigación N° 9. (Hembras)**

|         |   |        |   |      |   |      |
|---------|---|--------|---|------|---|------|
| Moore & | / |        | / | SS   | / |      |
| Hutton  | / | Cadera | / | CR   | / | CRAC |
| 1980    | / |        | / | CRAC | / |      |

---



**Investigación N° 10. (Varones)**

|           |   |         |   |           |   |    |
|-----------|---|---------|---|-----------|---|----|
| Workman   | / | Cadera  | / | Balístico | / |    |
| Blanke &  | / | tronco  | / | SS        | / | CR |
| Sady.1980 | / | espalda | / | CR        | / |    |

---

**Investigación N° 11. (Varones)**

|          |   |        |   |    |   |    |
|----------|---|--------|---|----|---|----|
| Tanigawa | / |        | / | SS | / |    |
| 1972     | / | Cadera | / | CR | / | CR |

---

Están sin determinar que fueran estadísticamente significativas las investigaciones de Hardy (1985), Hartley O'Brien (1980), Lucas y Koslow (1984), Medeiros et al. (1977) y de Moore y Hutton (1980). (11 previus op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

La mayoría de los estudios experimentales que compararon la extensión balística con la extensión estática no han encontrado diferencia entre las dos técnicas (Hartley-O'Brien, 1980; Holt, Travis & Okita, 1970; Lucas & Koslov, 1984; Sady et al., 1982), (4 previus op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

Basados en aplicaciones prácticas y procedimientos experimentales entre las diversas investigaciones comparativas, los métodos de FNP son más eficaces que las técnicas de extensión balística y estáticas.

De los once estudios comparativos, nueve encontraron que los métodos de FNP producían un mayor campo de movimiento que los métodos de extensión balístico y estático.

Aunque suceda que los métodos de FNP produjeran los resultados más favorables, las investigaciones para determinar la eficacia de las diversas técnicas de flexibilidad, han diferido ampliamente en metodología, diseño experimental y procedimiento, haciendo difícil la comparación directa.

La importancia de incluir un grupo de control es observar los incrementos absolutos en el campo de movimiento relacionado con cada método de extensión. Entre los estudios comparativos que incluyeron un grupo de control (Hardy, 1985; Hartley-O'Brien, 1980; Holt & Smith, 1983; Sady et al., 1982) solo Hartley-O'Brien (1980) no se encontró uno de los métodos de FNP con preferencia a otros, (4 previus op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

Lucas y Koslow (1984) tampoco encontraron diferencias entre los tratamientos ni incluyeron un grupo de control. Ellos sugirieron que espacios totales de tratamiento más largos que en el de Hartley-O'Brien (1980) y en su propio estudio pueden haber dado como resultado la no producción de diferencias significativas (2 previus op. cit. en Etnyre y Lee, 1987).

Otros estudios comparativos que incluían los métodos de FNP activo y pasivo (CRAC ó PIC y CR ó PI respectivamente), comunmente encontraban preferible el método de FNP activo (CRAC



ó PIC) al método de extensión estática para aumentar el campo de movimiento, aunque Cornelius y Hinson (1980) no encontraban diferencia entre los dos métodos de FNP para aumentar la amplitud de movimiento (op. cit en Hardy and Jones, 1986).

Medeiros et al. (1977) no llegaron a la conclusión de que los métodos de FNP fueran los mejores procedimientos comparados con los métodos estáticos.

A pesar de que hubiera más aumento con el primer método, sin embargo la diferencia estadística no era significativa. Las medidas en este estudio se tomaron 24 horas después del tratamiento final. Habría sido más interesante obtener las medidas de forma inmediata al tratamiento y poderlo así comparar con otros estudios. Esta puede haber sido una diferencia importante considerando que Holt y Smith (1983) descubrieron que las diferencias significativas entre las medias de la amplitud de movimiento pre y post tratamiento desaparecieron 20 minutos después de las medidas post tratamiento (2 previous op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

Dos estudios, el de Hardy en 1985 (ya citado anteriormente) y el de Moore y Hutton en 1980, concluyeron que el método de FNP (CRAC ó 6-PIC) era el preferido porque produjo el mayor campo de movimiento comparado con los otros métodos, pero sus conclusiones no se basaban en el apoyo estadístico directo (en el caso de Hardy), sino que los test estadísticos se realizaban con tendencias lineales en las fases de contracción. En el caso de

Hutton, las conclusiones se basaban en valores de promedio y de línea (mayor media de los valores de flexión de cadera, registros electromiograma, dolor percibido y eficacia percibida) (2 previous op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

Puede que estos resultados se hayan visto influidos por la muestra de sujetos que eran gimnastas y que usualmente enfatizaban la flexibilidad en sus entrenamientos.

Hotl y Smith (1983) eliminaron previamente al experimento a los sujetos que tenían más de 120 grados de flexión de cadera, porque creían que esto no les permitiría incrementos significativos en flexibilidad (op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

Resulta interesante resaltar que los estudios que descubrieron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de extensión, con la excepción de Medeiros et al. (1977), emplearon solo varones como sujetos experimentales, y los que no encontraron diferencias estadísticamente significativas incluyeron solo hembras como sujetos experimentales. Ninguno de los estudios comparativos incluían varones y hembras (op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

La descripción más sencilla de todos los descubrimientos previos es que ninguno llegó a la conclusión de que ni la extensión estática, ni la extensión balística fueran

significativamente mejores que las técnicas de FNP para aumentar la amplitud de movimientos. Ni que el método de FNP (CR) era más eficaz que el de FNP (CRAC) (Etnyre and Lee, 1987).

No es posible una diferenciación posterior debido a la inconsistencia metodológica utilizada durante el tratamiento, los controles experimentales y la selección de sujetos.

Además, la efectividad de cada método en un grupo muscular diferente no fue adecuadamente recogida, especialmente para los isquiotibiales y músculos lumbares.

Los futuros estudios comparativos entre métodos de flexibilidad, deberían incluir un programa de extensión que continúe durante un extenso periodo de tiempo, con mediciones regulares para determinar si hay diferencias entre los métodos y cuando tienen lugar dichas diferencias (Etnyre and Lee, 1987).

La mayoría de estudios citados en la revisión de Etnyre y Lee (1987) encontraron que uno de los métodos de FNP produjo un mayor aumento de rango de movimiento (Cornelius y Hinson, 1980; Etnyre y Abraham, 1986; Hardy, 1985; Holt & Smith, 1983; Holt, Travis & Okita, 1970; Lucas & Koslow, 1984; Medeiros, Smidt, Burmeister & Soderberg, 1977; Moore & Hutton, 1980; Sady, Wortman & Blanke, 1982; Tanigawa, 1972) comparado con los métodos SS, aunque la mayoría no recoge diferencias significativas. Una interesante observación realizada en la revisión es que no se publican estudios comparativos sobre los efectos del tratamiento

de flexibilidad entre hombres y mujeres.

Sin embargo, resultados de los pocos estudios que incluyen solo hombres, con una sola excepción (Medeiros, 1977), encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de estiramiento (Cornelius & Hinson, 1980; Etnyre & Abraham, 1986; Holt & Smith, 1983; Holt et al., 1970; Sady et al., 1982; Tanigawa, 1972) respecto a aquellos estudios que solo incluyen mujeres y no encuentran diferencias significativas (Hardy, 1985; Hartley O'Brien, 1980; Lucas & Koslow, 1984; Moore & Hutton, 1980).

También se aprecia que casi todos los estudios recogidos estudian la articulación de la cadera.

La mayoría de las comparaciones incluidas en la revisión con efectos observados de solo una sesión de estiramiento, recogen que uno o ambos métodos de FNP producen un significativo mayor aumento del rango de movimiento que el método SS (Cornelius & Hinson, 1980; Etnyre & Abraham, 1986; Holt et al., 1970).

Moore y Hutton (1980) recogen que el método CRAC produce un mayor rango de movimiento que el método SS y el método CR durante una sesión, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa para el método SS. (4 previous op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

De los estudios que aplican el tratamiento de estiramiento durante más de una sesión, tres no encontraron diferencias entre los métodos (Hartley O'Brien, 1980; Lucas & Koslow, 1984; Medeiros et al., 1977), y cuatro recogen que el método FNP fue más eficaz (Hardy, 1985; Holt & Smith, 1983; Sady et al., 1982; Tanigawa, 1972). (7 previous op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

Un estudio publicado por Hutton y Condon (1987) incluyó tanto a hombres como a mujeres, encontrando que no había diferencias significativas entre el método SS y el de FNP, pero encontró una interacción significativa entre sexos. Las mujeres tuvieron menos ganancia de movilidad en el tobillo que los hombres como resultado de la selección del método de estiramiento (op. cit. en Etnyre and Lee, 1988).

Etnyre y Lee (1988) comparan el rango de movimiento agudo y crónico de la flexión de la cadera y extensión del hombro entre hombres y mujeres usando tres técnicas diferentes de estiramiento y un grupo de control durante un programa de doce semanas.

Los grupos de tratamiento realizaron las siguientes técnicas de estiramiento: estiramiento estático (SS), contracción-relajación (CR) y contracción-relajación con contracción del agonista (CRAC). El rango de movimiento fue obtenido antes y durante el tratamiento, cada tres semanas. Todos los grupos de tratamiento aumentaron significativamente su rango de movimiento comparando con el grupo control. Aunque las mujeres obtuvieron

un mayor rango de movimiento que los hombres durante el programa, sus incrementos comparativos no fueron significativos respecto a los del hombre.

Se concluye que las técnicas de FNP (CR) y (CRAC) fueron más eficaces que el método de estiramiento (SS) para aumentar la amplitud de movimiento tanto de la flexión de la cadera como de la extensión del hombro en ambos sexos. En los varones sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron con el método CRAC, mientras que las mujeres no mostraron diferencias significativas entre ninguno de los métodos de FNP (Etnyre and Lee, 1988).

El propósito del estudio de Ostering et al. (1987) fue investigar el efecto de tres técnicas de FNP sobre la activación de los músculos isquiotibiales y sobre la extensión de la rodilla. Las tres técnicas fueron: Estiramiento relajado (SR), contracción-relajación (CR) y contracción-agonista-relajación (ACR). Fueron aplicados a diez hombres y mujeres de 23-36 años, en los que se midió de forma aislada la extensión de la rodilla. La posición de la articulación de la rodilla y la activación electromiográfica fue controlada mediante una técnica de computarización aplicada.

Los resultados mostraron que la activación electromiográfica de los músculos isquiotibiales mejoró entre un 8-43% mediante las técnicas ACR y CR respectivamente. La técnica SR produjo una disminución del 11% en la media de activación electromiográfica

de los isquiotibiales.

La técnica ACR produjo de 3-6% mayor extensión de la rodilla que las técnicas CR y SR respectivamente, a diferencia de un 71-155% mayor actividad electromiográfica de los músculos isquiotibiales durante la técnica ACR.

Los datos sugieren que las técnicas CR y ACR no evocan suficiente relajación en los músculos opuestos a la extensión de la rodilla por producir una facilitación de la tensión generada durante el estiramiento. Por ello, incrementos en la amplitud de movimiento son obtenidos mediante la disminución de la tensión en los músculos isquiotibiales. Tal tensión aumenta sin embargo la vulnerabilidad para producir roturas y estiramientos patológicos en los músculos estirados. El grado de extensión de la rodilla producido via SR, aunque 3-6% menos que la técnica CR y ACR respectivamente, fue obtenida durante reducciones simultáneas en la actividad de los isquiotibiales y puede ser una técnica de estiramiento segura (Ostering et al. 1987).

Cornelius hace un estudio sobre el efecto de la aplicación de frío en el entrenamiento de flexibilidad. Utilizó tres técnicas de FNP y un método pasivo (SS). No existieron diferencias en la amplitud de movimientos entre la aplicación o no de frío, aunque sí existieron diferencias en cuanto a los métodos, a favor de la FNP Cornelius et al., 1992).

Cornelius et al. afirman que hay otros estudios que señalan el aumento del grado de movilidad al aplicar frío antes de realizar técnicas de FNP (Cornelius et al., 1992).

En un estudio, Sullivan et al. comparan el estiramiento estático con la FNP manteniendo la pelvis en dos posiciones: Anteversión y retroversión. No hubo diferencias entre SS y FNP en posición de anteversión. No hubo mejora de la flexibilidad con ninguna técnica en la posición de retroversión. El resultado sugiere que la posición de entrenamiento debe ser en anteversión (Sullivan et al. 1992).



## **CAPITULO 2**

### **MATERIAL Y METODO**

## 2. MATERIAL Y METODO

Con este trabajo hemos pretendido aplicar métodos o formas de entrenamiento de la flexibilidad y comprobar cual de ellos es más efectivo. Conocer también si los efectos producidos por esos entrenamientos mantienen alguna relación entre sí.

### 2.1. Población

Cuarenta deportistas jóvenes de nivel medio elegidos entre los estudiantes de primer y segundo curso de Educación Física.

Además del entrenamiento propio del diseño experimental, los sujetos realizaban dos horas semanales de clases teórico-prácticas de natación, voleibol, gimnasia rítmica, atletismo y sistemática para los de primer curso (10 horas semanales en total), y de balonmano, baloncesto, gimnasia artística y fútbol para los de segundo curso (8 horas semanales en total). Ninguna de estas clases era precedida de un entrenamiento específico de flexibilidad, por lo que la interrelación con el trabajo realizado en el estudio no se veía interferido.

El margen de edad (18-21 años) nos permitía trabajar con sujetos en los que la cualidad básica condicional "flexibilidad" ya empieza a deteriorarse si no se realiza un trabajo específico (Docherty, 1985). Las características biotipológicas se encuentran en el phantom medio de alumnos de Educación Física (De la Cruz, 1987).

Ninguno de ellos presentaba, de forma aparente o clínica, patología del aparato locomotor, si bien cuidamos que no interfirieran el desarrollo del trabajo los frecuentes traumatismos típicos de cualquier actividad física.

## 2.2. Determinación de la referencia

### 2.2.1. Sistema grabador

Se utilizó un sistema de videoscopia TIPO BETA con las siguientes características técnicas:

Grabadora de una sola cabeza de doble AZIMUT.

Velocidad de cinta de 18,73 mm/seg.

Tubo video captador trinicon SMF de 1/2 pulgada.

Objetivo zoom motorizado de 6 aumentos f9 mm (F1,2)-  
54 mm (F1,4) y macro correspondiente.

Diámetro de filtro de 52 mm.

Sistema de enfoque automático TCL.

Visor óptico TTL (a través del objetivo), corrección de la visión ajustable (+2 a -4 dioptrías).

### 2.2.2. Sistema reproductor

Sistemas helicoidal de dos cabezas grabadoras.

Definición horizontal de 280 líneas.

Velocidad de cinta de 18,73 mm/seg.

Sistema de JOG/SHUTTLE para visión de cámara lenta o localización precisa.

Este sistema fué el elegido por la nitidez de parada en imagen fotograma a fotograma. Esto es muy importante ya que al realizar movimientos máximos o submáximos, siempre existen movimientos que a simple vista son inapreciables y que permiten valorar los movimientos de máxima inercia.

### 2.2.3. Toma de imágenes

El sujeto se situaba sobre una plataforma situada a ochenta centímetros del suelo siendo el fondo blanco. El sistema grabador situaba su foco de diafragma también a ochenta centímetros del suelo para evitar la distorsión angular.

Al sujeto se le marcaban los centros articulares en proyección transversa-lateral y fronto-sagital.

### 2.2.4. Tiempos de ejecución

1º\_ La toma de referencia se realizaba tras el calentamiento descrito en el diseño, ahora más largo (5-6 minutos). Al sujeto se le especificaba que adoptara la actitud más erguida posible sin llegar a encontrar tensión anormal en ninguna de las estructuras trabajadas.

2º\_ Para la flexión y extensión de caderas se le pedía al sujeto que realizara un movimiento activo a la velocidad de la inspiración para evitar:

- a\_ que el propio peso del miembro activara la inercia.
- b\_ que la potencia de la contracción muscular de los músculos agonistas forzara a los músculos que estaban

siendo evaluados.

c\_ Que la relajación consecuente al punto anterior de los músculos antagonistas pudiera aumentar la amplitud de movimiento.

Al realizar el movimiento con la inspiración se consigue una homogenización de la velocidad de movimiento y simultaneamente se fija el tronco evitando movimientos de basculación pelviana y lumbar.

3°\_ En el movimiento de abducción de caderas el sujeto iba descendiendo el centro de gravedad manteniendo las manos fijas en una espaldera para evitar el desequilibrio del tronco, para facilitar la orientación del pie hacia adelante y para que dicho centro descendiera verticalmente. Se producía, por tanto, la abducción simultanea de ambas caderas. De esta forma se medía la angulación global para ambas articulaciones y se calculaba la bisectriz.

4°\_ Para el movimiento de extensión del tobillo, el sujeto se colocaba sentado con las piernas extendidas y el pie de forma que consiguiera un ángulo recto con la plataforma donde se encontraba, y forzaba al máximo el movimiento de desplazamiento plantar, independientemente de la mecánica ventilatoria.

### 2.2.5. Toma de datos

La medición se realizaba mediante un sistema video-fotométrico con transparencias. Para cada sujeto y test se utilizaba una transparencia acoplada a un monitor plano de videoscopio. Se marcaba en la transparencia la posición de referencia y los extremos articulares que sirvieran de lado angular. Posteriormente se volvía a marcar el centro articular y los lados angulares en el movimiento final del test. Si el centro articular se movía o la pierna contraria realizaba algún tipo de desplazamiento en la posición final, se marcaban los puntos articulares del fotograma anterior. Las angulaciones se median con un goniómetro manual.

### 2.2.6. Procedimiento

**Cronología:** Los entrenamientos se llevaron a cabo durante los meses de Enero y Febrero para el grupo de FNP, Marzo y Abril para el grupo que entrenaba flexibilidad activa y Mayo y Junio para los del grupo pasivo. Cada grupo realizó 34 sesiones de flexibilidad de lunes a viernes. Las sesiones duraban 45 minutos aproximadamente, comenzando a las 16 horas salvo el mes de Junio que pasaron a ser a partir de las 12 horas, con objeto de mantener la misma temperatura media en el gimnasio. La comida se realizaba con tiempo suficiente para que no interfiriera en el entrenamiento.

Antes de cada sesión se realizaba un calentamiento entre 2-3 minutos, con los objetivos siguientes:

- a- Prevención de posibles lesiones musculares o articulares.
- b- Control de las molestias osteo-articulares que pudieran presentarse durante la sesión.
- c- Aumento de la frecuencia cardiaca.
- d- Disminución de los reflejos propioceptivos.
- e- Aumento de la vascularización muscular.

Dichos ejercicios consistían en: Trote suave durante un minuto aproximadamente, rotaciones de tronco y cadera, torsiones de tronco, circunducciones de brazos adelante y atrás con saltitos, rotaciones de rodillas y tobillos, flexiones de tronco con piernas abiertas y semiflexionadas, etc.

#### 2.2.7. Descripción de cada sesión

##### **A) Grupo que utilizó el método FNP.**

Después del calentamiento comenzaba el entrenamiento de flexibilidad. El orden establecido para la realización de los ejercicios era cráneo- caudal, para entrenar los grupos musculares más voluminosos al principio de la sesión, así como para estirar los músculos biarticulares al comienzo de la sesión, ya que estos suelen representar el factor limitante más importante de los movimientos flexibles.

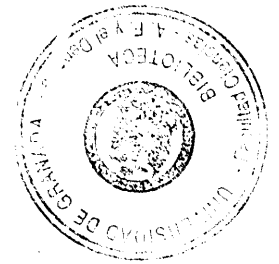
Por tanto, el orden era el siguiente: Primero los de flexión de cadera, después los de extensión y abducción, y por último los de extensión de tobillo, todos ellos se ejecutaban solos o con ayuda.

Según el método FNP se procedía primeramente a la máxima elongación del músculo sin que produjera dolor, seguidamente se realizaba una contracción isométrica durante 6 segundos, después se relajaba el músculo durante el mismo tiempo aproximadamente y se procedía de nuevo a la extensión pasiva durante 10 segundos o más.

El tiempo de contracción y relajación se mantuvo durante las 34 sesiones, el tiempo de extensión fue aumentando progresivamente hasta mantener 20 segundos.

En el calendario que a continuación se expone aparece dicha progresión además de los días de entrenamiento y test:





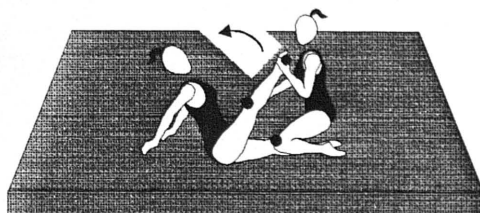
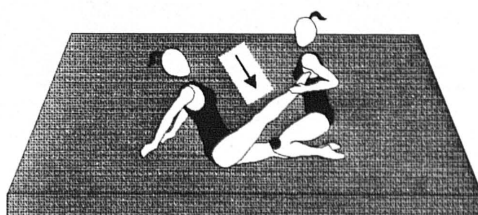
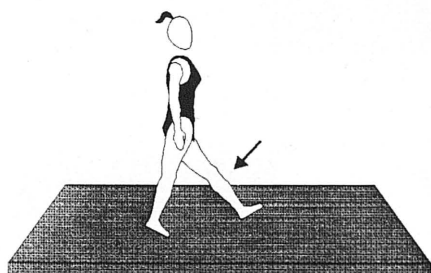
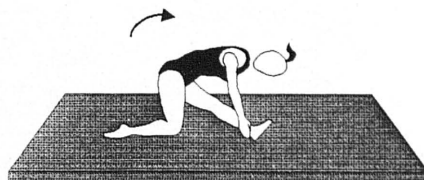
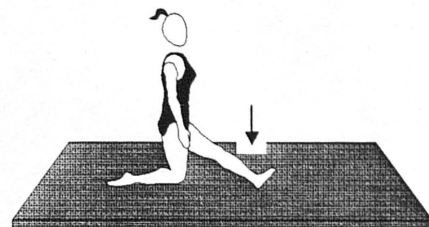
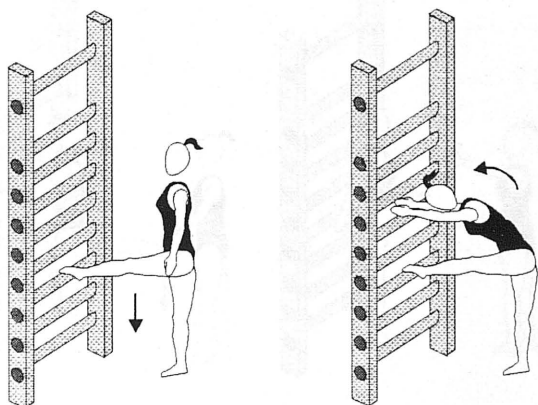
**ENERO-FEBRERO**

| Lunes  | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
|--------|--------|-----------|--------|---------|
| test / | 10" /  | 10" /     | 10" /  | 10"     |
| /      | /      | /         | /      |         |
| 10" /  | 10" /  | 10" /     | 10" /  | -       |
| /      | /      | /         | /      |         |
| 12" /  | 12" /  | 12" /     | 10" /  | -       |
| /      | /      | /         | /      |         |
| 12" /  | 12" /  | 10" /     | 12" /  | -       |
| /      | /      | /         | /      |         |
| 12" /  | 15" /  | 15" /     | 15" /  | 10"     |
| /      | /      | /         | /      |         |
| 15" /  | 15" /  | 12" /     | 15" /  | -       |
| /      | /      | /         | /      |         |
| 15" /  | 20" /  | 15" /     | 20" /  | 15"     |
| /      | /      | /         | /      |         |
| 20" /  | 15" /  | 20" /     | 20" /  | test    |

Los ejercicios que se realizaron en dichas sesiones son los que aparecen a continuación y por el orden en que se ejecutaban: Flexión, extensión y abducción de cadera, y extensión de tobillo.

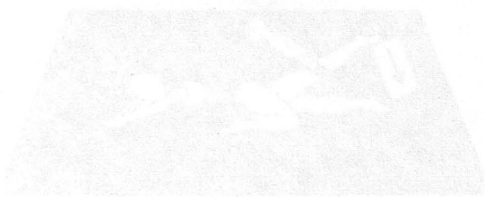
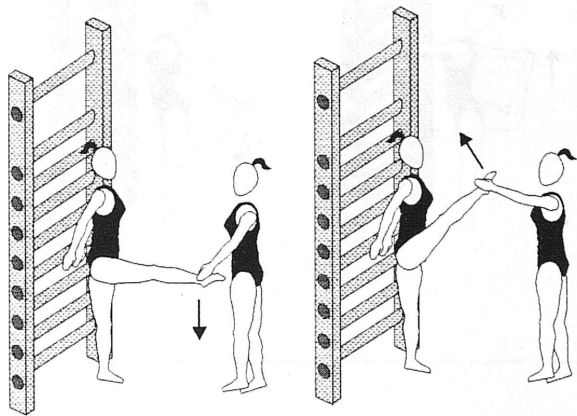
# EJERCICIOS DE F. N. P.

## FLEXORES DE LA CADERA



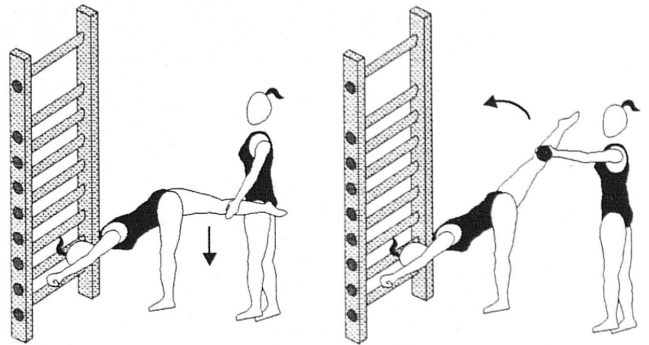
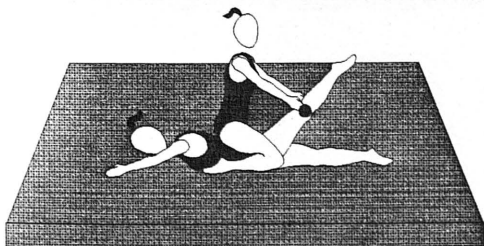
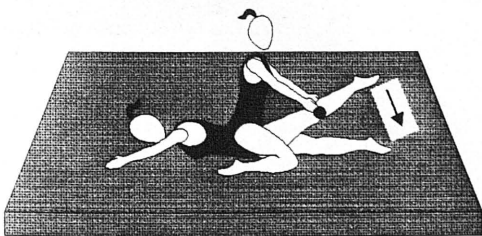
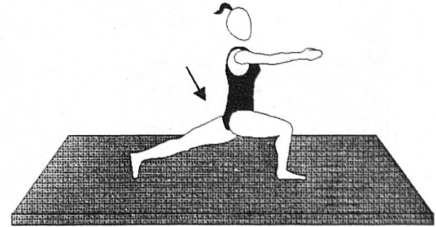
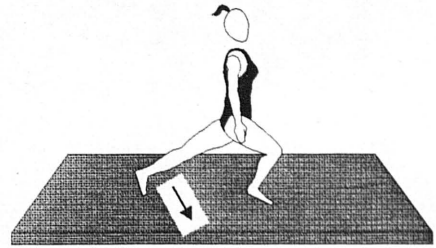
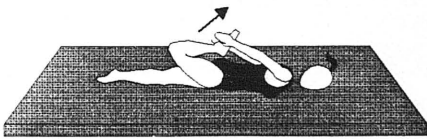
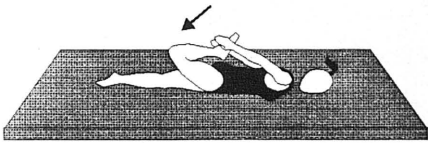
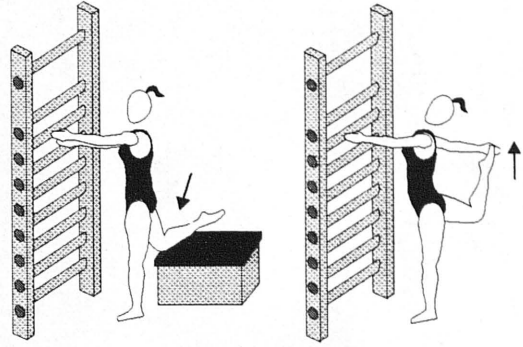
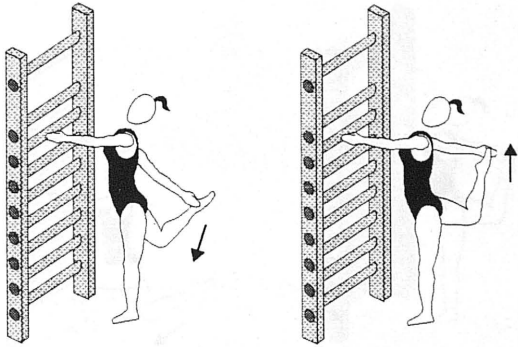
# EJERCICIOS DE F. N. P.

## FLEXORES DE LA CADERA



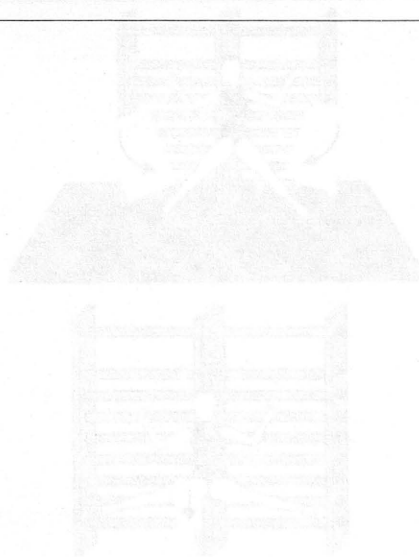
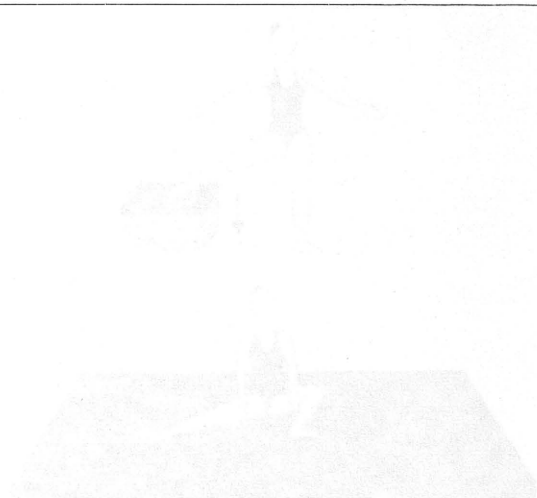
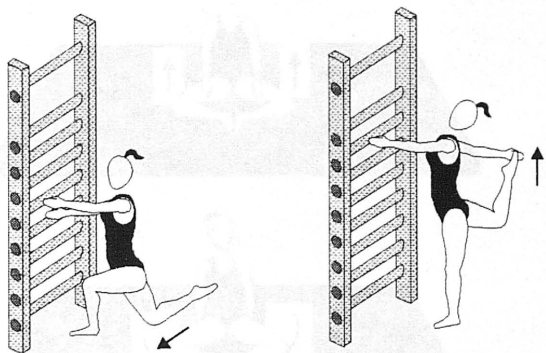
# EJERCICIOS DE F. N. P.

## EXTENSORES DE LA CADERA



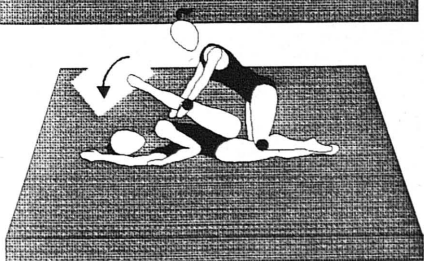
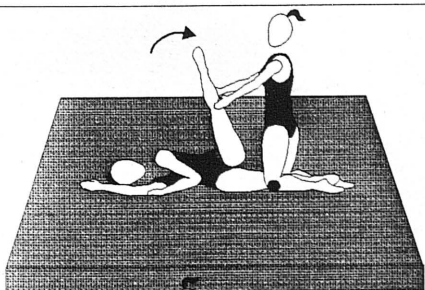
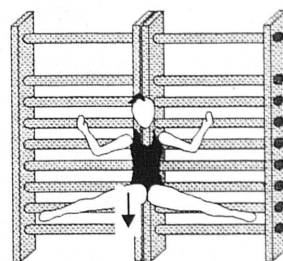
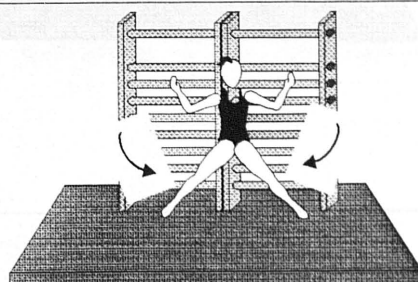
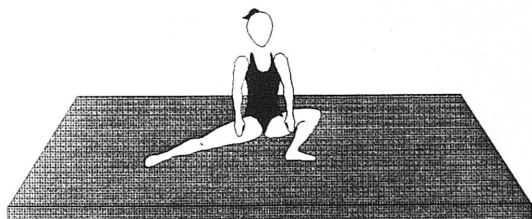
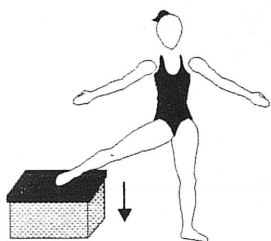
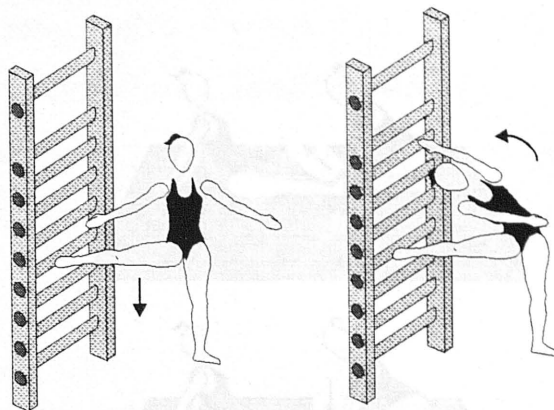
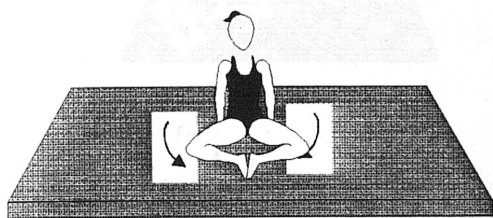
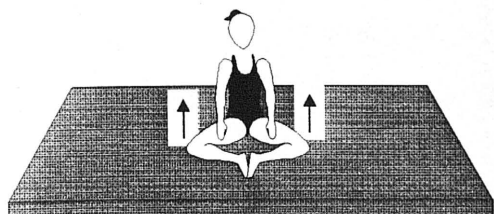
# EJERCICIOS DE F. N. P.

## EXTENSORES DE LA CADERA



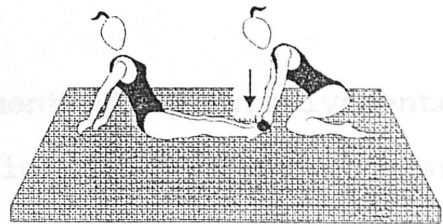
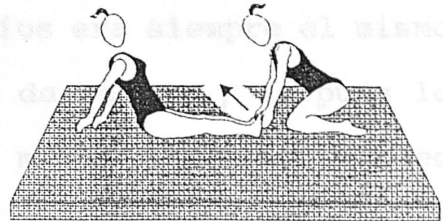
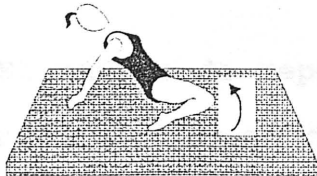
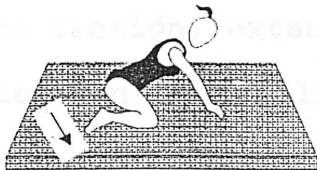
# EJERCICIOS DE F. N. P.

## ABDUCTORES DE LA CADERA



# EJERCICIOS DE F. N. P.

## EXTENSORES DEL TOBILLO



## **B) Grupo que utilizó el método activo**

Realizaban igualmente un calentamiento de 2-3 minutos antes de comenzar la sesión. Los ejercicios se realizaban de forma individual y partiendo siempre de una posición inicial y final establecida. El orden de dichos ejercicios era siempre el mismo, primero flexión, extensión y abducción de cadera y después los de extensión de tobillo, siguiendo el mismo principio cráneo-caudal antes señalado.

El número de repeticiones fue aumentando progresivamente, los primeros días se realizaban 5 repeticiones de cada uno hasta intercalar entre 10-15 repeticiones los últimos días, según el tipo de ejercicio.

A continuación se expone el calendario donde se refleja el número de repeticiones diarias:



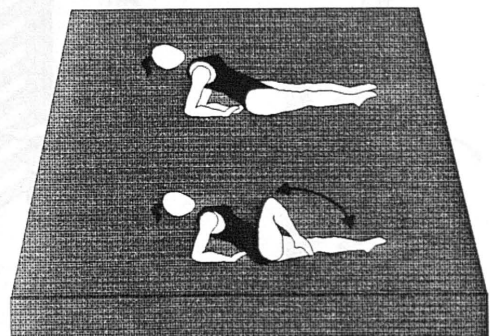
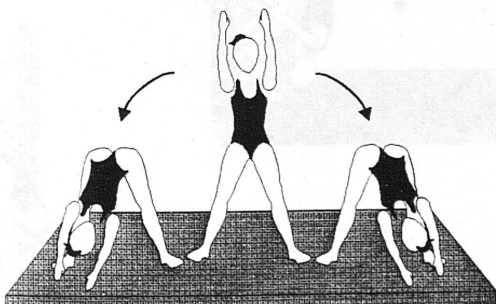
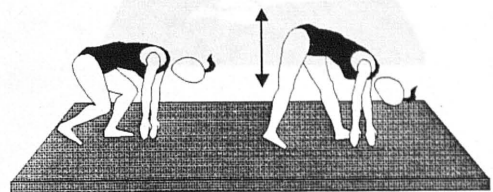
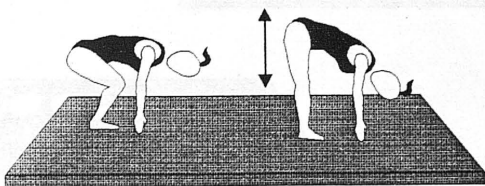
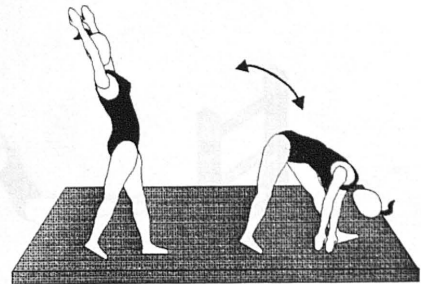
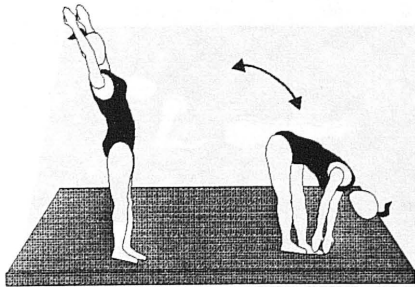
**MARZO-ABRIL**

| Lunes   | Martes    | Miércoles | Jueves    | Viernes   |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| test    | / (5)     | / (5)     | / (5)     | / (5)     |
|         | /         | /         | /         | /         |
| (5)     | / (5)     | / (5)     | / (5)     | / -       |
|         | /         | /         | /         | /         |
| (7)     | / (7)     | / (7)     | / -       | / -       |
|         | /         | /         | /         | /         |
| (7)     | / (10)    | / (10)    | / (10)    | / -       |
|         | /         | /         | /         | /         |
| (10)    | / (10)    | / (7)     | / (10)    | / (10)    |
|         | /         | /         | /         | /         |
| (10)    | / (10-12) | / (10-12) | / (7-10)  | / -       |
|         | /         | /         | /         | /         |
| (10-12) | / (10-12) | / (7-10)  | / (10-12) | / (7-12)  |
|         | /         | /         | /         | /         |
| (7-10)  | / (10-15) | / (7-10)  | / (10-15) | / (10-15) |
|         | /         | /         | /         | /         |
| test    | /         |           |           |           |

Los ejercicios que se realizaron en dichas sesiones son los que aparecen a continuación y por el orden en que se ejecutaban: Flexión, extensión y abducción de cadera, y extensión de tobillo.

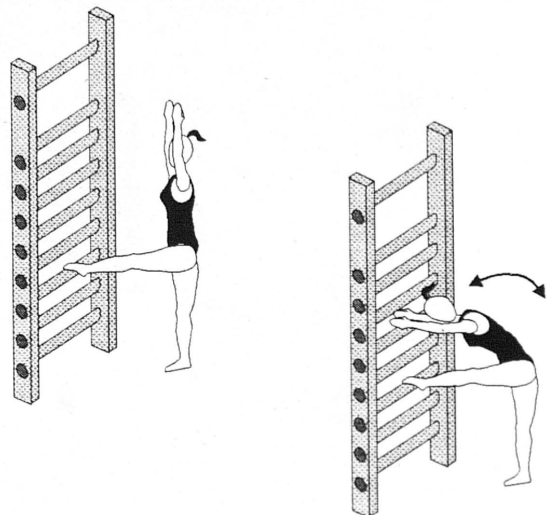
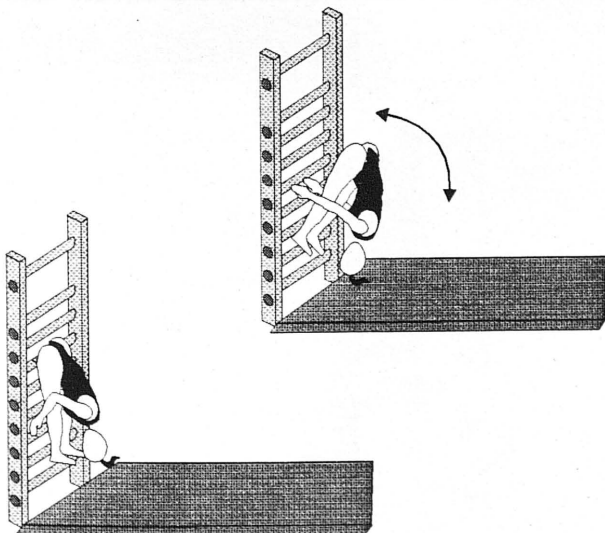
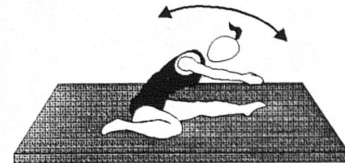
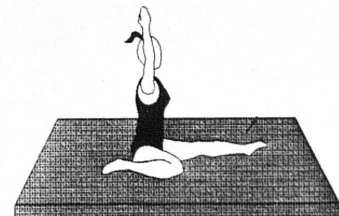
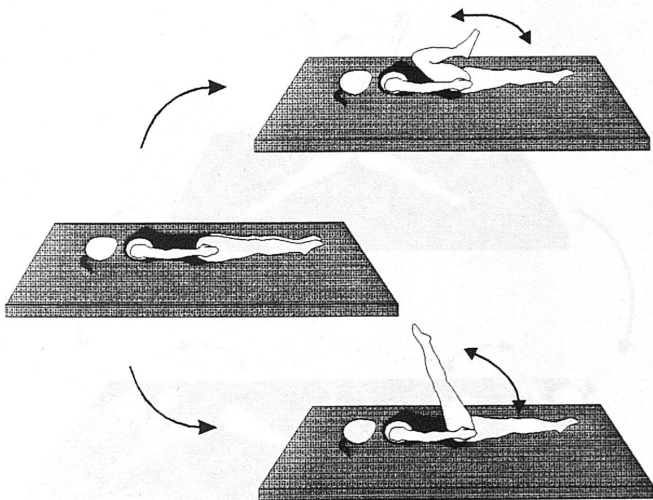
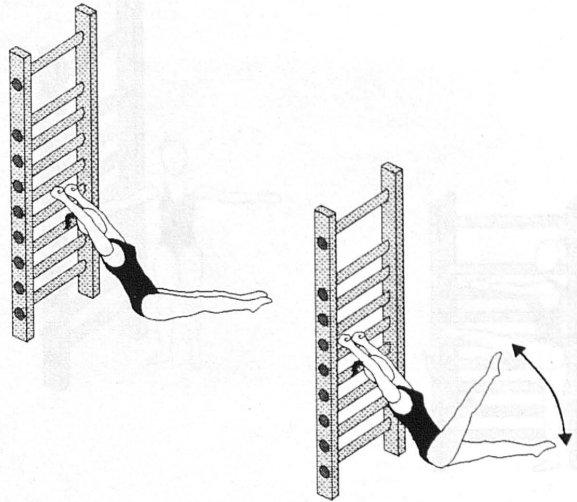
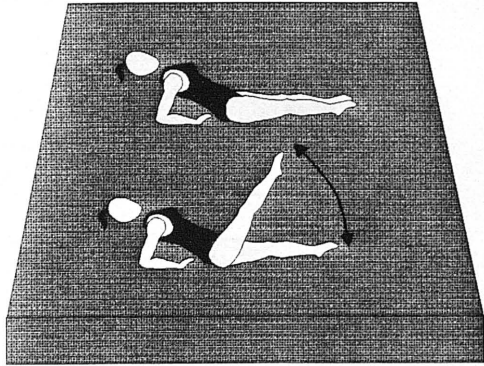
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD ACTIVA

## FLEXORES DE LA CADERA



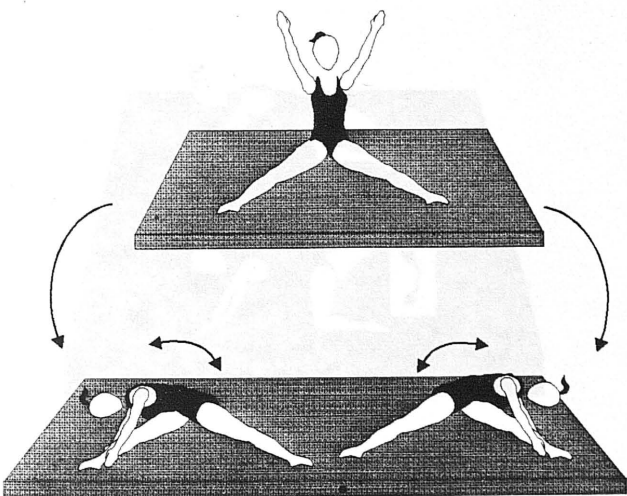
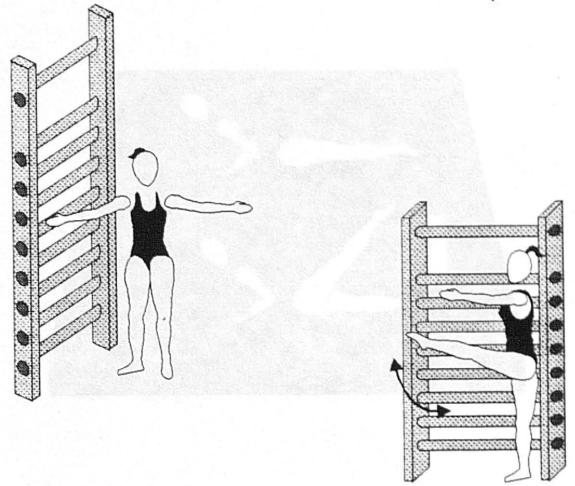
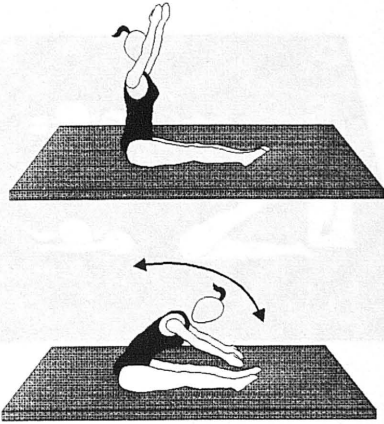
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD ACTIVA

## FLEXORES DE LA CADERA



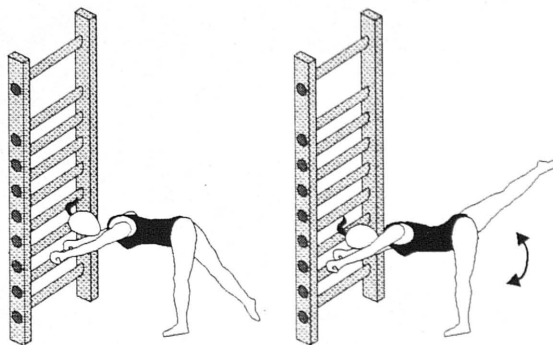
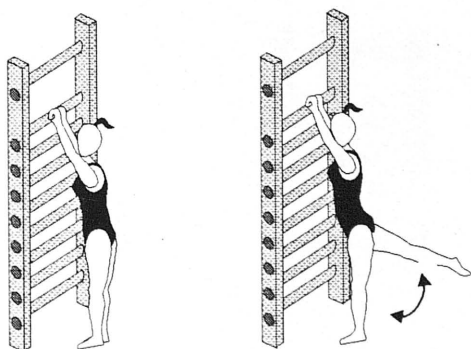
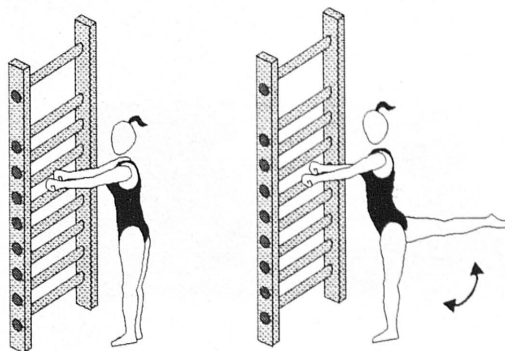
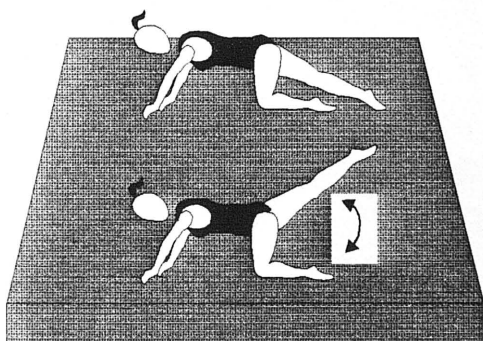
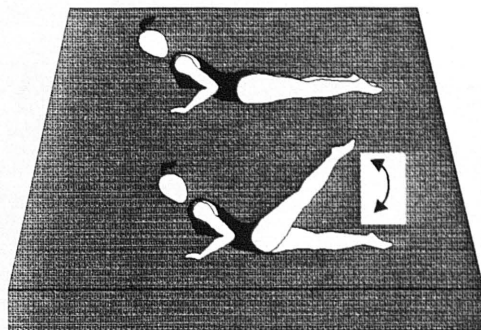
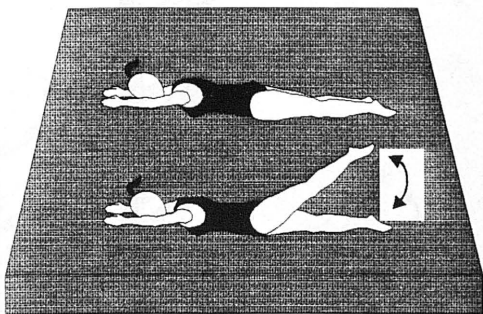
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD ACTIVA

## FLEXORES DE LA CADERA



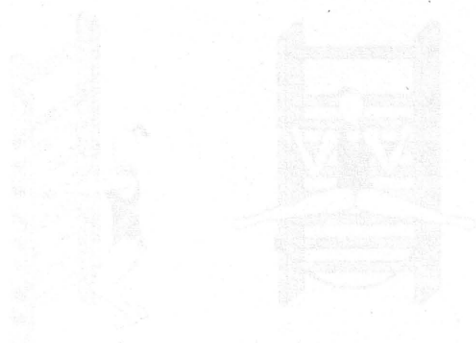
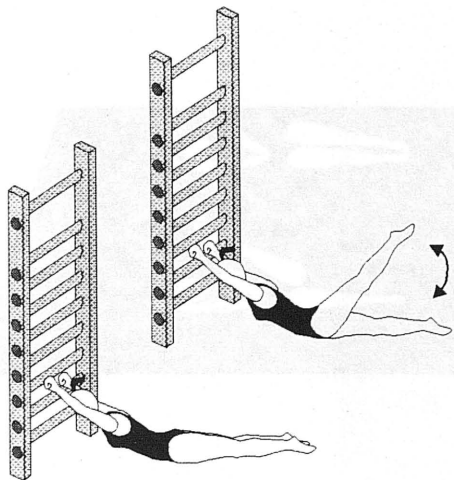
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD ACTIVA

## EXTENSORES DE LA CADERA



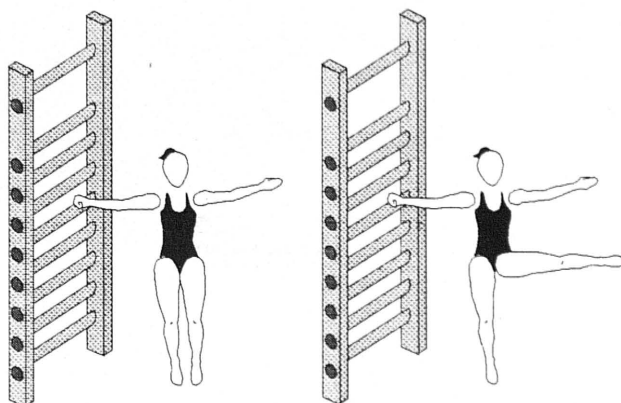
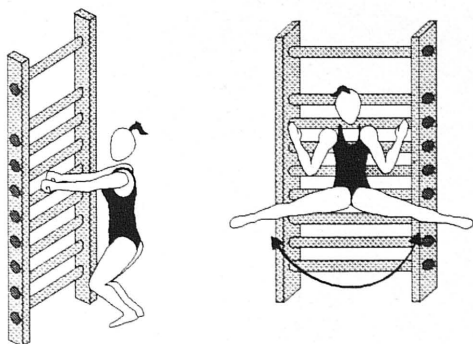
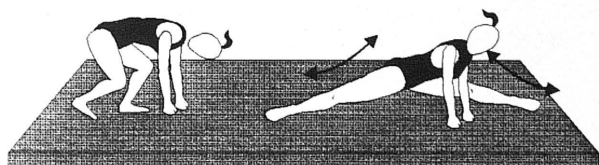
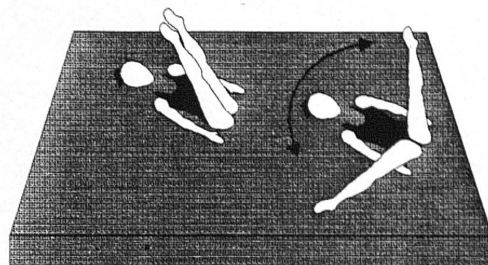
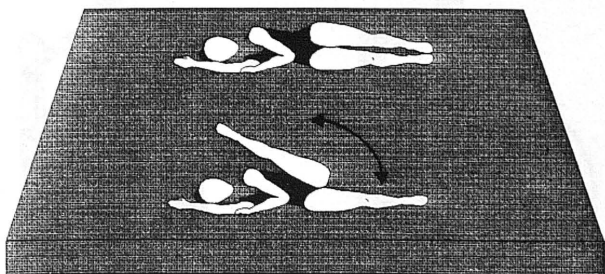
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD ACTIVA

## EXTENSORES DE LA CADERA



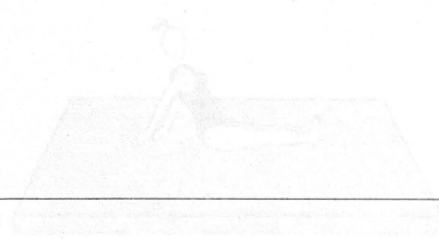
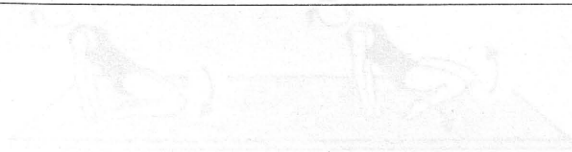
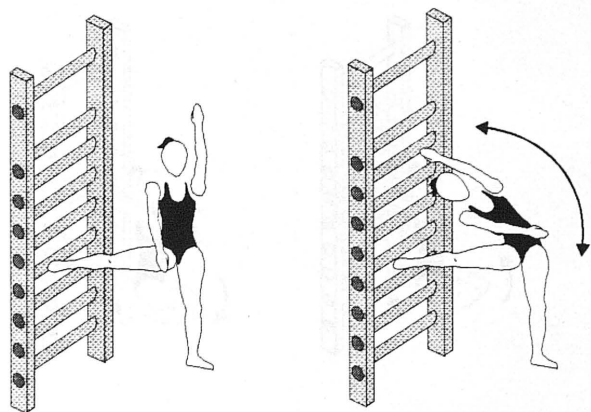
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD ACTIVA

## ABDUCTORES DE LA CADERA



# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD ACTIVA

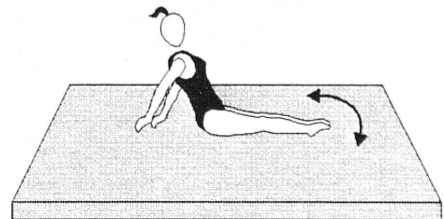
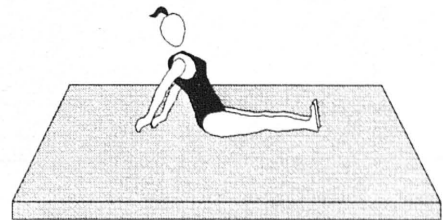
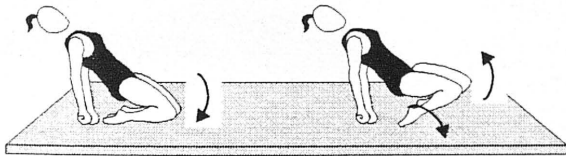
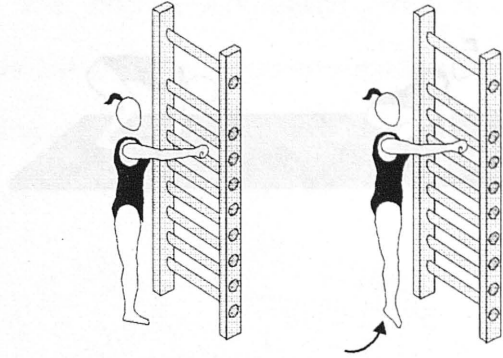
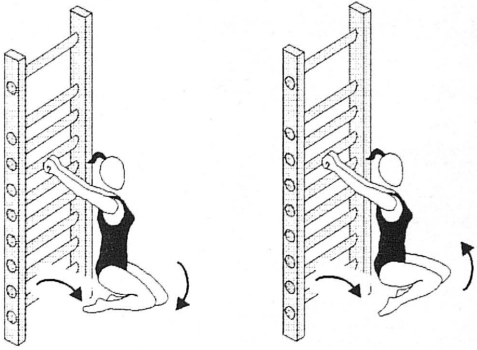
## ABDUCTORES DE LA CADERA





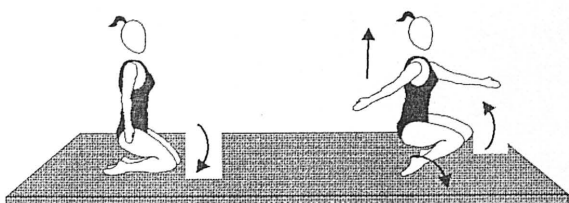
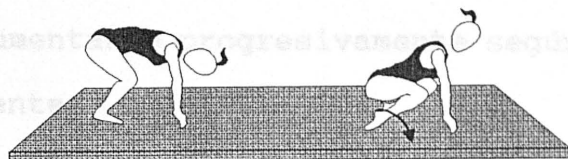
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD ACTIVA

## EXTENSORES DEL TOBILLO



# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD ACTIVA

## EXTENSORES DEL TOBILLO



### **C) Grupo que utilizó el método pasivo**

Después de realizar el calentamiento se procedía al entrenamiento de flexibilidad pasiva directamente, solos y con ayuda, según los ejercicios. Estos consistían en mantener la posición de estiramiento que cada uno podía alcanzar, durante un tiempo determinado, el cual iba aumentando progresivamente según se indica en el calendario siguiente:

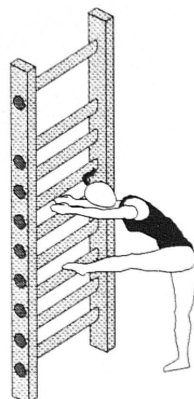
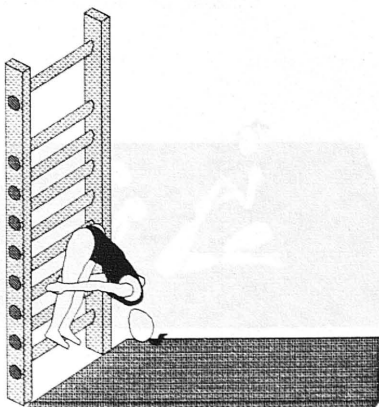
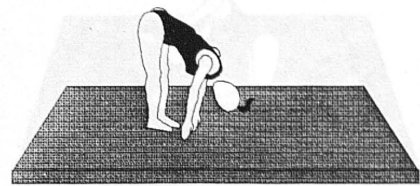
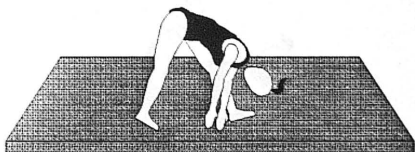
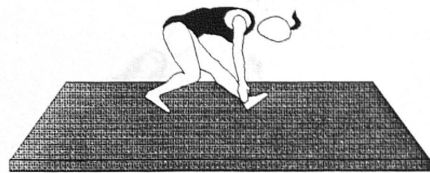
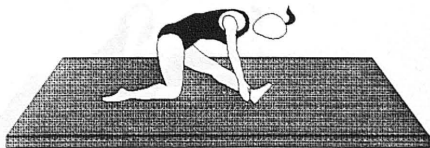
MAYO-JUNIO

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado |
|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| -     | / test | / 10"     | / 10"  | / 10"   | /      |
|       | /      | /         | /      | /       | /      |
| 10"   | / 10"  | / 10"     | / 10"  | / -     | /      |
|       | /      | /         | /      | /       | /      |
| 10"   | / 12"  | / 12"     | / 10"  | / 10"   | / 7"   |
|       | /      | /         | /      | /       | /      |
| 12"   | / 12"  | / -       | / -    | / -     | /      |
|       | /      | /         | /      | /       | /      |
| 10"   | / 12"  | / 15"     | / 10"  | / 12"   | /      |
|       | /      | /         | /      | /       | /      |
| 12"   | / 12"  | / 10"     | / 12"  | / -     | /      |
|       | /      | /         | /      | /       | /      |
| 15"   | / 15"  | / 12"     | / 15"  | / 10"   | /      |
|       | /      | /         | /      | /       | /      |
| 15"   | / 20"  | / 20"     | / 20"  | / 20"   | /      |
|       | /      | /         | /      | /       | /      |
| test  | /      |           |        |         |        |

Los ejercicios que se realizaron en dichas sesiones son los que aparecen a continuación y por el orden en que se ejecutaban: Flexión, extensión y abducción de cadera, y extensión del tobillo.

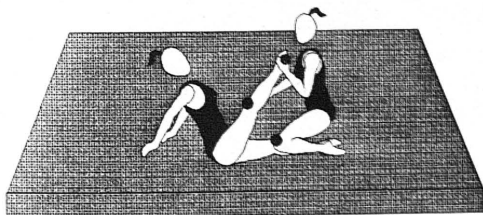
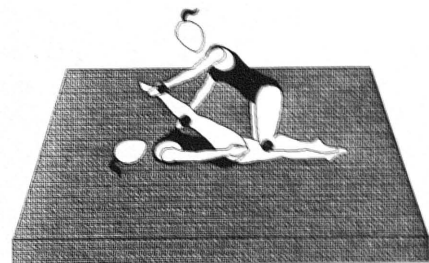
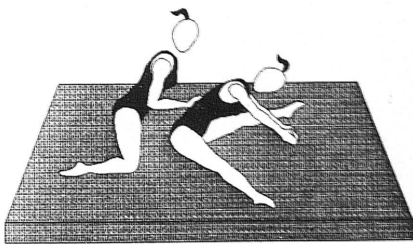
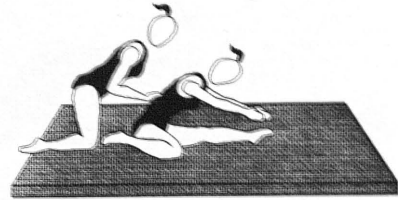
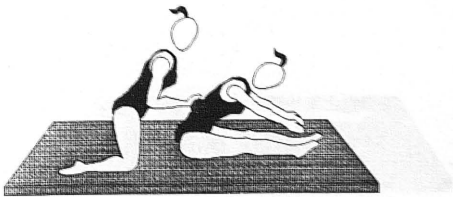
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD PASIVA

## FLEXORES DE LA CADERA



# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD PASIVA

## FLEXORES DE LA CADERA



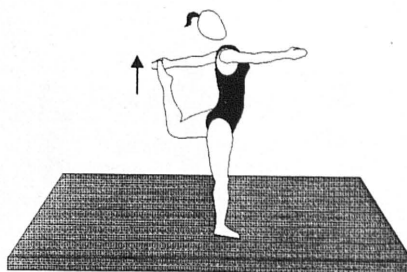
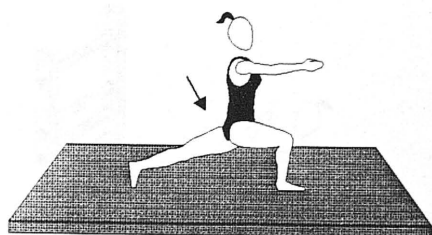
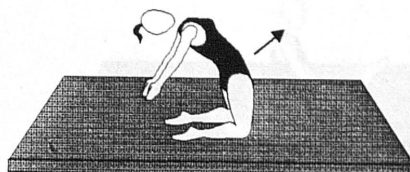
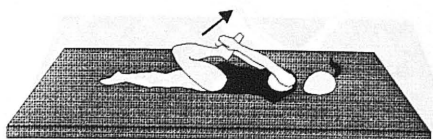
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD PASIVA

## FLEXORES DE LA CADERA



# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD PASIVA

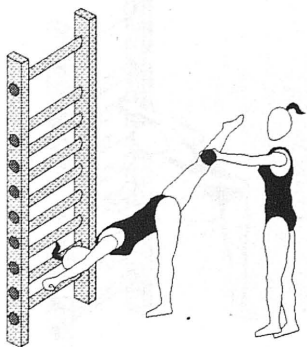
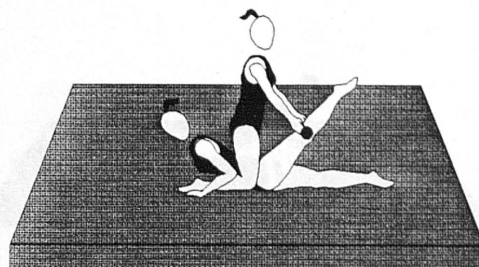
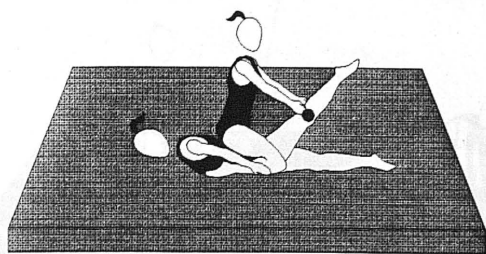
## EXTENSORES DE LA CADERA





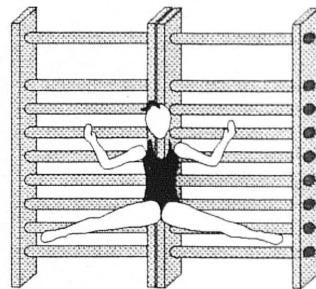
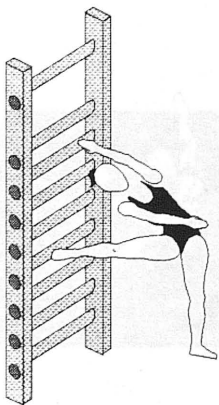
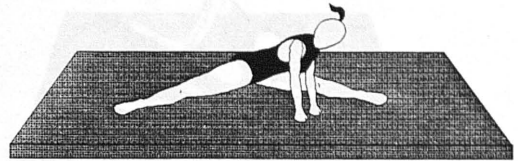
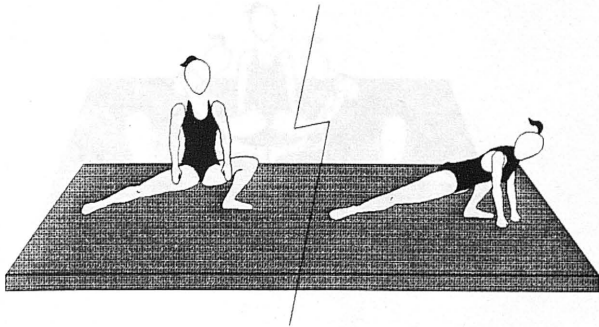
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD PASIVA

## EXTENSORES DE LA CADERA



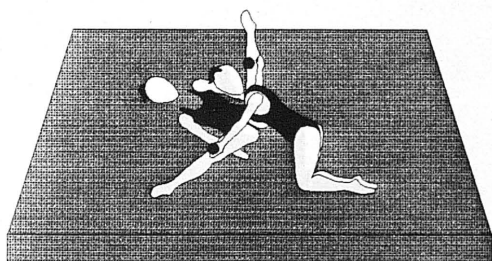
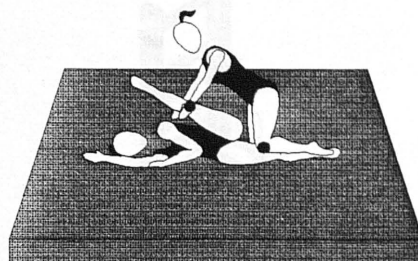
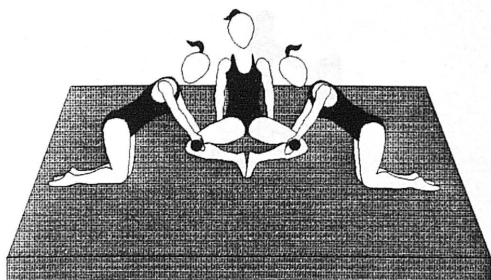
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD PASIVA

## ABDUCTORES DE LA CADERA



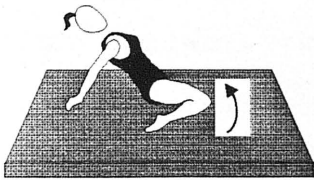
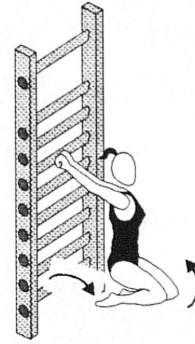
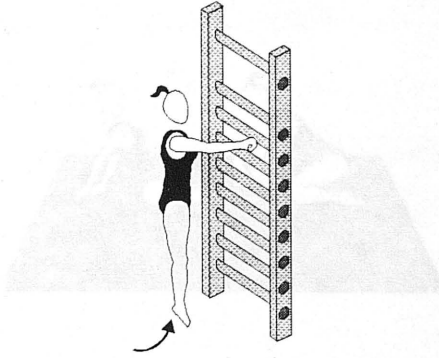
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD PASIVA

## ABDUCTORES DE LA CADERA



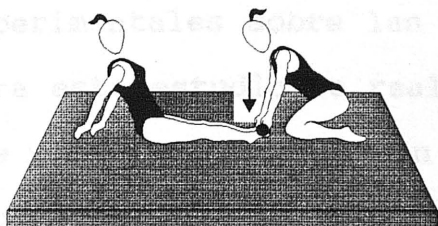
# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD PASIVA

## EXTENSORES DEL TOBILLO



# EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD PASIVA

## EXTENSORES DEL TOBILLO



### 2.3.1. Variables dependientes

Las variables dependientes han sido la mejora de la flexibilidad en la flexión, extensión y abducción de caderas y en la extensión de tobillos.

### 2.3.2. Variables independientes

Las variables independientes fueron cada uno de los métodos de flexibilidad que se han utilizado para cada grupo.

### 2.3. Diseño experimental

Uno de los propósitos fundamentales que tiene todo investigador en el momento de planificar su trabajo consiste en seleccionar un diseño experimental adecuado. Si esto se consigue se puede comprobar el efecto diferencial de las variables experimentales sobre las variables dependientes (Arnau, 1986). Para este estudio se realizó un diseño multigrupos con medidas pre y pos-tratamiento con un grupo de control (Pereda, 1987) por ajustarse más adecuadamente a nuestro experimento.

Hemos introducido la medida pretratamiento antes del tratamiento experimental para comprobar que los grupos experimentales eran equivalentes, para lo cual tuvimos que deshechar 19 sujetos que interferían la línea base del pretest y para poder establecer las diferencias que se manifestaban en cada grupo con respecto al tratamiento. En total dejamos 10 sujetos en cada grupo.

#### 2.3.1. Variables dependientes

Las variables dependientes han sido la mejora de la flexibilidad en la flexión, extensión y abducción de caderas y en la extensión de tobillos.

#### 2.3.2. Variables independientes

Las variables independientes fueron cada uno de los métodos de flexibilidad que se han utilizado para cada grupo.

### **CAPITULO 3**

### **RESULTADOS**

### 3. RESULTADOS

En el presente capítulo plantearemos los resultados de las diferentes técnicas estadísticas utilizadas con objeto de poder determinar los efectos de las diferentes técnicas de entrenamiento sobre el parámetro flexibilidad.

Para el examen de datos hemos utilizado técnicas descriptivas e inferenciales con objeto de analizar los efectos de los distintos tratamientos.

El análisis estadístico lo hemos dividido en dos bloques:

#### Estadística descriptiva:

- Análisis transversal descriptivo e inferencial tanto en el pretest como en el posttest, junto a un análisis longitudinal de la evolución de cada parámetro entre pretest y posttest.

- Se incluyen las medias y desviaciones típicas de los resultados de los distintos grupos y parámetros en ambas sesiones.

#### Estadística inferencial:

- Análisis intergrupo por parámetro, por sesiones y por grupo, utilizando la técnica de análisis de varianza global y una prueba de contrastes.

- Análisis intragrupo por sesiones, global y de contrastes, utilizando ANOVA de medias repetidas.



### 3.1. Análisis transversal

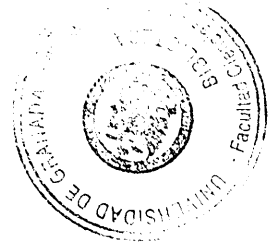
En este apartado analizaremos los resultados obtenidos por los diferentes grupos en los registros iniciales y finales del experimento.

#### **Pretest.**

En la tabla 1 podemos apreciar las medias y desviaciones típicas de los distintos grupos en cada uno de los parámetros. En ella podemos comprobar la igualdad de partida en las medias de los distintos grupos después de haber utilizado el método de equiponderación intersujetos. Para comprobar la igualdad mencionada se sometieron los datos a la técnica de análisis de varianza, observándose , como se puede apreciar en la Tabla 2, la ausencia de significación. Esto nos reitera la igualdad de partida de los diferentes grupos en el pretest.

|                                     |
|-------------------------------------|
| <b>Flexión de la pierna derecha</b> |
|-------------------------------------|

Así observamos como en la flexión de la pierna derecha, entre el grupo de mayor amplitud, grupo control (85,71 grados y una D.T. de +-12,32), y el de menor amplitud, grupo FNP (81,72 grados y una D.T. de +-8,01), existe una diferencia del 4,65%, correspondiendo, entre todos los grupos, una  $f$ : 0,344 y una  $p$ : 0,793.



### Flexión de la pierna izquierda

El mayor recorrido vuelve a corresponder al grupo control (84,84 grados y una D.T. de  $\pm 12,71$ ) e igualmente el menor al grupo FNP (81,99 grados y D.T. de  $\pm 7,26$ ), existiendo una diferencia del 3,35%. Entre grupos corresponde una  $f: 0,203$  y una  $p: 0,893$ .

### Extensión de la pierna derecha

En este caso la mayor amplitud la obtiene el grupo activo (49,93 grados con una D.T. de  $\pm 2,79$ ) y la menor también al grupo FNP (45,92 grados y la D.T. de  $\pm 3,9$ ), habiendo una diferencia del 8,3%. Entre grupos aparece una  $f: 2,386$  y una  $p: 0,085$ .

### Extensión de la pierna izquierda

El mejor y menor resultado se observa, igual que el anterior, en el grupo activo (50,13 grados y una D.T. de 3,3) y grupo FNP (45,36 grados y la D.T. de 4,22) respectivamente, existiendo una diferencia del 9,51%. Entre grupos corresponde una  $f: 2,685$  y una  $p: 0,061$ .

### Abducción

La mayor amplitud la obtiene el grupo FNP (104,62 grados con una D.T. de +-6,71) y la menor amplitud el grupo activo (98,47 grados y una D.T. de +-16,26), correspondiendo una diferencia del 5,87%. Entre grupos se observa una  $f$ : 0,424 y una  $p$ : 0,736.

### Extensión del tobillo derecho

El mayor recorrido corresponde al grupo FNP (50,29 grados y una D.T. de +-7,56), y el menor al grupo control (46,39 grados y una D.T. de +-5,52). La diferencia es del 7,75%. La  $f$  correspondiente entre grupos es de 0,493 y la  $p$ : 0,689.

### Extensión del tobillo izquierdo

La mayor amplitud, en este último caso, la tiene de nuevo el grupo FNP (48,74 grados y una D.T. de 6,96) y la menor amplitud corresponde al grupo activo (46,1 grados y una D.T. de +-4,12), existiendo pues una diferencia del 5,41%. Entre grupos corresponde una  $f$ : 0,497 y una  $p$ : 0,72.

Apreciamos de esta manera como ningún grupo tiene mejores registros en el pretest que los demás grupos, de tal forma que en la flexión de la pierna derecha (FPd) y de la izquierda, los mayores corresponden al grupo control y los menores al grupo de

FNP.

Igualmente en la extensión de la pierna derecha (EPd) e izquierda, los mayores registros corresponden al grupo activo y los menores al grupo FNP.

Ambas observaciones son congruentes, ya que la flexión de ambas piernas o la extensión de ambas piernas son mayores o menores en los mismos grupos.

Sin embargo, en la extensión del tobillo derecho (ETd) e izquierdo, los mayores registros corresponden al grupo de FNP y los menores al de control, aunque en la extensión del tobillo izquierdo (ETi) se aprecia un más bajo valor tanto en el grupo activo como en el grupo control, existiendo un 0,62% de diferencia, que los hace prácticamente similares.

#### **Análisis de varianza**

Los análisis de varianza globales (tabla 2) muestran una mayor  $f$  para la extensión de la pierna derecha (EPd) e izquierda (2,386 y 2,685 respectivamente), lo cual corresponde a las menores  $p$  (0,085 y 0,061 respectivamente).

De la misma manera, la menor  $f$  corresponde a la flexión de la pierna derecha (FPd) e izquierda (0,344 y 0,203 respectivamente) con las  $p$  mayores (0,793 y 0,893).

#### **Postest**

En esta sesión se pretendía comprobar el efecto diferencial de las diferentes técnicas de flexibilidad utilizadas en los

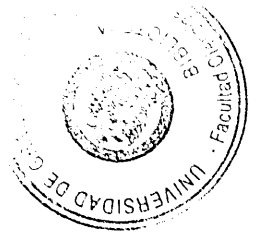
registros de los diferentes grupos experimentales. Para el análisis descriptivo, al igual que en el pretest, hemos utilizado las medias y desviaciones típicas de los diferentes grupos en cada una de las condiciones experimentales (tabla 3). El análisis inferencial constó de un análisis de varianza global (tabla 4) más una prueba de contrastes (tabla 5).

### Flexión de la pierna derecha

Podemos observar como en la flexión de la pierna derecha (FPd), el grupo de mayor amplitud corresponde al activo, con una media de 96,83 grados y una D.T. de  $\pm 9,6$ , y la de menor al grupo control con una media de 89,17 grados y una D.T. de  $\pm 12,9$ , existiendo una diferencia del 7,91% y correspondiendo, entre todos los grupos, una  $f$ : 1,22 y una  $p$ : 0,315.

### Flexión de la pierna izquierda

Aquí volvemos a encontrar el mayor resultado en el grupo activo (97,96 grados y una D.T.  $\pm 8,31$ ) y el menor en el grupo control (89,4 grados y una D.T.  $\pm 12,81$ ) existiendo una diferencia del 8,73%, teniendo entre grupos, una  $f$ : 1,41 y una  $p$ : 0,255.



### Extensión de la pierna derecha

Igualmente ocurre en esta prueba. El grupo activo obtiene el resultado más alto con una media de 56,96 grados y una D.T. de  $\pm 3,64$ , y la menor el grupo control con 53,26 grados de media y una D.T. de  $\pm 4,58$ , cuya diferencia es del 6,49%, siendo entre todos los grupos,  $f: 1,07$  y  $p: 0,371$ .

### Extensión de la pierna izquierda

El grupo que mayor amplitud obtuvo fue el pasivo con una media de 57,52 grados y una D.T. de  $\pm 4,04$ . El de menor amplitud fue el grupo de FNP con una media de 52,69 grados y una D.T. de  $\pm 5,23$ , con una diferencia entre ambos del 8,39%. Es significativo señalar que este último grupo obtiene similares resultados que el grupo control, con una diferencia inapreciable del 2%, pero con una menor dispersión de valores para el grupo FNP. Entre grupos corresponde una  $f: 1,96$  y una  $p: 0,137$ .

### Abducción

La mayor amplitud correspondió al grupo de FNP con una media de 115,44 grados y una D.T. de  $\pm 5,91$ . La menor amplitud la obtuvo el grupo activo con una media de 105,41 grados y una D.T. de  $\pm 14,84$ . La diferencia entre ambos es del 8,68%. Corresponde, entre grupos, una  $f: 1,24$  y una  $p: 0,308$ .

### Extensión del tobillo derecho

Aquí se observa el mayor resultado en el grupo FNP (59,3 grados y D.T.  $\pm 6,27$ ) y el menor en el grupo control (50,09 grados y D.T.  $\pm 6,97$ ). La diferencia entre ambos grupos es del 15,53%, teniendo entre grupos una  $f$ : 4,5 y una  $p$ : 0,008.

### Extensión del tobillo izquierdo

Lo mismo ocurre en la extensión del tobillo izquierdo (ETi), la mayor amplitud se observa en el grupo FNP (56,41 grados y una D.T. de  $\pm 7,4$ ) y la menor amplitud al grupo control (48,62 grados y una D.T. de  $\pm 6,56$ ), con una diferencia entre ambos del 13,8%, y correspondiendo entre grupos una  $f$ : 3,23 y una  $p$ : 0,033.

### 3.2. Análisis de los tests por segmentos

#### Test de Flexión de la Pierna derecha

En los estadísticos descriptivos se observan las medias más bajas en el grupo de control estando el resto de las medias bastante igualadas (tabla 3) (Gráfica 1). Los valores de  $f$ , tanto en el análisis global como en el de contrastes, no ofrecen diferencias significativas (tablas 4 y 5), aunque tal vez el grupo de control hubiera dado resultados significativos de no haber sido por las diferencias en las desviaciones típicas, que

son muy grandes (+-12,9) (tabla 3).

#### Test de flexión de la pierna izquierda

Los resultados en este parámetro son análogos al anterior, observándose las medias más bajas en el grupo de control (Gráfica 2) y emulando al anterior tampoco presenta diferencias significativas ni a nivel global (tabla 4) ni en los contrastes (tabla 5), posiblemente por las diferencias en las desviaciones típicas que oscilan entre +-12,81 del grupo control y +-6,31 del pasivo (tabla 3).

A pesar de todo casi llega a ofrecerlas en el análisis comparativo del grupo activo con el de control (tabla 5).

#### Test de extensión de la pierna derecha

En este parámetro los registros más altos se observan en el grupo activo y los más bajos en el grupo control (Gráfica 3), en la prueba de contrastes existe un coeficiente significativo ( $p < .05$ ) entre ambos grupos (tabla 5). En el pretest correspondía el registro más bajo al grupo de FNP, lo cual indica que éste ha mejorado respecto al control.

En el análisis de varianza global (tabla 4) no existen diferencias significativas.



### Test de extensión de la pierna izquierda

En la Gráfica 4 se observan que las medias más bajas corresponden al grupo FNP seguidas muy de cerca por las del grupo control, y las más altas se advierten en el grupo pasivo con escasa diferencia sobre el grupo activo. La prueba de contrastes (tabla 5) presenta diferencias significativas entre el grupo que presenta la media más alta (pasivo) y el que presenta la media más baja (FNP) ( $p < .05$ ). A nivel global no se observan diferencias significativas (tabla 4).

### Test de abducción

En el análisis de las medias (Gráfica 5) se aprecian los mejores resultados en el grupo FNP, cuya diferencia con el grupo activo de menor registro, es del 8,68%. La prueba de contrastes (tabla 5) muestra diferencias significativas entre el grupo FNP y el activo ( $p < .05$ ). La menor significación se observa entre los grupos pasivo y control, lo cual indica el bajo efecto del tratamiento pasivo sobre la abducción al compararlo con el grupo control. En el análisis global (tabla 4) los resultados son análogos al resto de los parámetros.

### Test de extensión del tobillo derecho

Las medias más bajas se observan en el grupo de control con escasas diferencias sobre el grupo pasivo (4,06%) y el grupo activo (4,47%), observándose no obstante un importante aumento en las medias del grupo FNP (15,19%), (ver Gráfica 6). Esto ha provocado que en la prueba de contrastes (Tabla 5) se observen diferencias significativas al comparar el grupo FNP con el resto de los grupos (FNP/CON  $p < .005$ ; FNP/PAS  $p < .005$ ; FNP/ACT  $p < .05$ ). En el análisis global, a diferencia del resto de los parámetros observados hasta ahora, sí se observan diferencias significativas ( $p < .01$ ),  $f: 4,5$  y  $p: 0,008$  (tabla 4).

### Test de extensión del tobillo izquierdo.

Los resultados en este parámetro son homólogos a los del parámetro anterior aunque parece que las diferencias no son tan manifiestas (Gráfica 7), al menos así se observa en la prueba de contrastes donde las diferencias entre el grupo PNF y el resto son menos significativas (FNP/CON  $p < .05$ ; FNP/PAS  $p < .05$ ; FNP/ACT  $p < .05$ ) (tabla 5). En el análisis global también se observan diferencias pero con una menor significación ( $p < .05$ ),  $f: 3,23$  y  $p: 0,033$  (tabla 4).

### 3.3. Análisis longitudinal

En este apartado trataremos de observar la evolución de los resultados después de la aplicación de un tratamiento de 34 sesiones, comparando los registros del pretest con los del posttest. En las tablas 1 y 3, expuestas en los apartados anteriores, podemos observar los datos numéricos de la evolución de las medias y desviaciones típicas. En las Gráficas 1 a 7 representamos la evolución de las medias de todos los grupos en los distintos parámetros.

Para el estudio inferencial hemos utilizado un análisis de varianza global de intergrupo de medidas repetidas a través de la comparación de los registros iniciales con los finales (tabla 7), y una prueba de contrastes de medidas repetidas en cada grupo entre pretest y posttest (tabla 6).

|                               |
|-------------------------------|
| Flexión de la pierna derecha. |
|-------------------------------|

En la Gráfica 1 se observan importantes aumentos en los registros del posttest en los grupos FNP, activo y pasivo y también, aunque en menor medida, en el grupo de control.

En el análisis inferencial, a nivel global (Tabla 7), se reflejan diferencias altamente significativas ( $p < .001$ ). Los valores de  $f$  en los contrastes presentan diferencias muy significativas en los grupos FNP, activo y pasivo ( $p < .001$ ) (Tabla 6). En el grupo de control también existen diferencias pero con

una significación menor ( $p < .01$ ), (Tabla 6).

### Flexión de la pierna izquierda.

En este parámetro los resultados son similares al anterior. En la Gráfica 2 podemos observar la diferencia de las medias entre ambos registros, también aparece la gráfica evolutiva de los distintos grupos. De forma análoga al parámetro anterior los 3 grupos experimentales muestran las mayores mejoras. De entre ellas parece destacarse levemente el grupo activo. Por otro lado las diferencias que se observan en el grupo de control son inferiores a los grupos experimentales.

Con la estadística inferencial reafirmamos lo anunciado en el análisis descriptivo, hayándose la máxima significación en los tres grupos experimentales ( $p < .001$ ) y una significación inferior en el grupo de control ( $p < .01$ ), (Tabla 6).

A nivel global existen resultados muy significativos ( $p < .001$ ), (Tabla 7).

### Extensión de la pierna derecha.

En la Gráfica 3 podemos observar que la máxima pendiente se encuentra en los valores del grupo FNP, seguido a escasa diferencia por el grupo activo y pasivo. La pendiente menor es la del grupo de control. Sin embargo en la prueba de contrastes, entre pretest y posttest, la máxima significación la presentan los grupos activo y pasivo ( $p < .001$ ), (Tabla 6). No obstante, en el

grupo FNP, que es el que parece haber obtenido mejores resultados (en medidas absolutas), la significación es menor ( $p < .01$ ).

El grupo de control (de peores resultados) presenta una significación similar al de FNP, ( $p < .01$ ), (Tabla 6).

En el análisis de varianza global el nivel de significación es máximo ( $p < .001$ ), (Tabla 7).

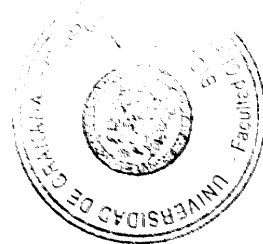
#### Extensión de la pierna izquierda.

Los grupos experimentales siguen siendo los que obtienen mejores registros, mientras que el aumento del grupo de control muestra niveles inferiores (Gráfica 4).

El análisis de varianza global muestra una clara significación ( $p < .001$ ), (Tabla 7). En la contrastación del pretest con el posttest se ha encontrado significación en los tres grupos experimentales ( $p < .001$ ) y también en el grupo de control aunque con menor significación ( $p < .01$ ), (Tabla 6).

#### Abducción de caderas.

En este parámetro parece destacarse el grupo FNP, aunque también se observan mejoras en el grupo activo y pasivo, incluso en el grupo de control aunque las diferencias son menores (Gráfica 5). En la prueba de contrastes todos los grupos ofrecen la máxima significación ( $p < .001$ ), (Tabla 6). En el análisis de varianza global también se advierte una alta significación ( $p < .001$ ), (Tabla 7).



### Extensión de tobillo derecho.

En la Gráfica 6 podemos ver que la mayor inclinación se encuentra en el trazado que une los registros del pretest y postest del grupo FNP seguidas en orden decreciente por el grupo activo, pasivo y control. Los estadísticos inferenciales reflejan la máxima significación de los tres grupos experimentales en la prueba de contrastes ( $p < .001$ ), mientras que el grupo de control tiene resultados menos significativos ( $p < .05$ ), (Tabla 6).

A nivel global se observa la máxima significación (Tabla 7).

### Extensión de tobillo izquierdo.

La Gráfica 7 muestra unos resultados parecidos a los de Etd que también podemos observarlos al comparar la Tabla 1 con la Tabla 3. La prueba de contrastes confirma los resultados observados en la estadística descriptiva presentando una alta significación en los grupos experimentales ( $p < .001$ ) y un nivel de significación en el grupo de control ( $p < .01$ ), (Tabla 6). En el análisis de varianza global, al igual que los parámetros anteriores presenta la máxima significación ( $p < .001$ ), (Tabla 7).

# MEDIAS Y D.TIPICAS

## PRETEST

|            | FNP    | FNP  | ACT   | ACT   | PAS    | PAS   | CON    | CON   |
|------------|--------|------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
|            | MED    | D.T  | MED   | D.T   | MED    | D.T   | MED    | D.T   |
| <b>FPD</b> | 81,72  | 8,01 | 84,34 | 9,95  | 85,42  | 8,09  | 85,71  | 12,32 |
| <b>FPI</b> | 81,99  | 7,26 | 84,28 | 8,32  | 84,23  | 5,77  | 84,84  | 12,71 |
| <b>EPD</b> | 45,92  | 3,9  | 49,93 | 2,79  | 48,38  | 3,32  | 49,55  | 4,54  |
| <b>EPI</b> | 45,36  | 4,22 | 50,13 | 3,3   | 48,8   | 4,65  | 49,78  | 4,5   |
| <b>ABD</b> | 104,62 | 6,71 | 98,47 | 16,26 | 103,12 | 11,53 | 102,62 | 14,22 |
| <b>ETD</b> | 50,29  | 7,56 | 47,46 | 4,85  | 48,28  | 2,71  | 46,39  | 5,52  |
| <b>ETI</b> | 48,74  | 6,96 | 46,1  | 4,12  | 47,13  | 5,37  | 46,39  | 5,52  |

tabla 1

# ANALISIS DE VARIANZA GLOBAL

## PRETEST

|                   | <b>F</b> | <b>P</b> |
|-------------------|----------|----------|
| <b><i>FPD</i></b> | 0,344    | 0,793    |
| <b><i>FPI</i></b> | 0,203    | 0,893    |
| <b><i>EPD</i></b> | 2,386    | 0,085    |
| <b><i>EPI</i></b> | 2,685    | 0,061    |
| <b><i>ABD</i></b> | 0,424    | 0,736    |
| <b><i>ETD</i></b> | 0,493    | 0,689    |
| <b><i>ETI</i></b> | 0,497    | 0,72     |

tabla 2



# MEDIAS Y D.TIPICAS

## POSTEST

|            | FNP    | FNP  | ACT    | ACT   | PAS    | PAS  | CON    | CON   |
|------------|--------|------|--------|-------|--------|------|--------|-------|
|            | MED    | D.T  | MED    | D.T   | MED    | D.T  | MED    | D.T   |
| <b>FPD</b> | 93,14  | 7,42 | 96,83  | 9,6   | 95,31  | 6,94 | 89,17  | 12,9  |
| <b>FPI</b> | 92,88  | 9,44 | 97,96  | 8,31  | 94,72  | 6,31 | 89,4   | 12,81 |
| <b>EPD</b> | 54,92  | 7,64 | 56,96  | 3,64  | 55,26  | 3,96 | 53,26  | 4,58  |
| <b>EPI</b> | 52,69  | 5,23 | 56,55  | 4,66  | 57,52  | 4,04 | 53,76  | 6,34  |
| <b>ABD</b> | 115,44 | 5,91 | 105,41 | 14,84 | 111,54 | 12,2 | 107,79 | 15,21 |
| <b>ETD</b> | 59,3   | 6,27 | 53,41  | 5,33  | 52,06  | 3,22 | 50,09  | 6,97  |
| <b>ETI</b> | 56,41  | 7,4  | 50,9   | 3,49  | 50,68  | 5,21 | 48,62  | 6,56  |

tabla 3

# ANALISIS DE VARIANZA GLOBAL

## POSTEST

|            | <b>F</b> | <b>P</b> |
|------------|----------|----------|
| <b>FPD</b> | 1,22     | 0,315    |
| <b>FPI</b> | 1,41     | 0,255    |
| <b>EPD</b> | 1,07     | 0,371    |
| <b>EPI</b> | 1,96     | 0,137    |
| <b>ABD</b> | 1,24     | 0,308    |
| <b>ETD</b> | 4,5      | 0,008    |
| <b>ETI</b> | 3,23     | 0,033    |

tabla 4

# VALORES DE F. PARA CADA CONTRASTE

## ENTRE GRUPOS. (POSTEST)

|                | <i>FPD</i> | <i>FPI</i> | <i>EPD</i> | <i>EPI</i> | <i>ABD</i> | <i>ETD</i> | <i>ETI</i> |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>FNP-ACT</b> | 0,924      | 1,62       | 0,201      | 3,03       | *3,93      | *5,11      | *4,52      |
| <b>FNP-PAS</b> | 0,456      | 0,262      | 0,077      | *5,33      | 3,07       | **7,23     | *4,00      |
| <b>FNP-CON</b> | 0,711      | 0,478      | 1,15       | 0,169      | 2,19       | **9,64     | *6,19      |
| <b>ACT-PAS</b> | 0,164      | 0,961      | 0,996      | 0,246      | 0,359      | 0,045      | 0,012      |
| <b>ACT-CON</b> | 2,26       | 3,14       | *3,99      | 1,25       | 0,125      | 1,43       | 0,94       |
| <b>PAS-CON</b> | 1,75       | 1,38       | 1,08       | 2,49       | 0,032      | 1,27       | 0,604      |

\*p<0.05

\*\*p<0.005

\*\*\*p<0.001

tabla 5

# T. TEST DE MEDIDAS APAREADAS

## COMPARACIONES PRETEST-POSTEST POR GRUPO



|               | <i>FPD</i> | <i>FPI</i> | <i>EPD</i> | <i>EPI</i> | <i>ABD</i> | <i>ETD</i> | <i>ETI</i> |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>F.N.P.</b> | ***-6,00   | ***-6,54   | ** -3,99   | ***-5,41   | ***-7,23   | ***-8,12   | ***-9,87   |
| <b>ACT</b>    | ***-8,63   | ***-12,95  | ***-8,17   | ***-7,85   | ***-7,29   | ***-10,28  | ***-8,59   |
| <b>PAS</b>    | ***-8,30   | ***-10,95  | ***-7,20   | ***-13,24  | ***-12,52  | ***-7,50   | ***-6,66   |
| <b>CON</b>    | ** -4,40   | ** -3,88   | ** -4,30   | ** -3,54   | ***-5,77   | *-2,96     | ** -4,90   |

\*p<0.05

\*\* p<0.01

\*\*\*p<0.001

tabla 6

# T. DE STUDENT (MEDIDAS APAREADAS)

## COMPARACIONES PRETEST-POSTEST GENERAL

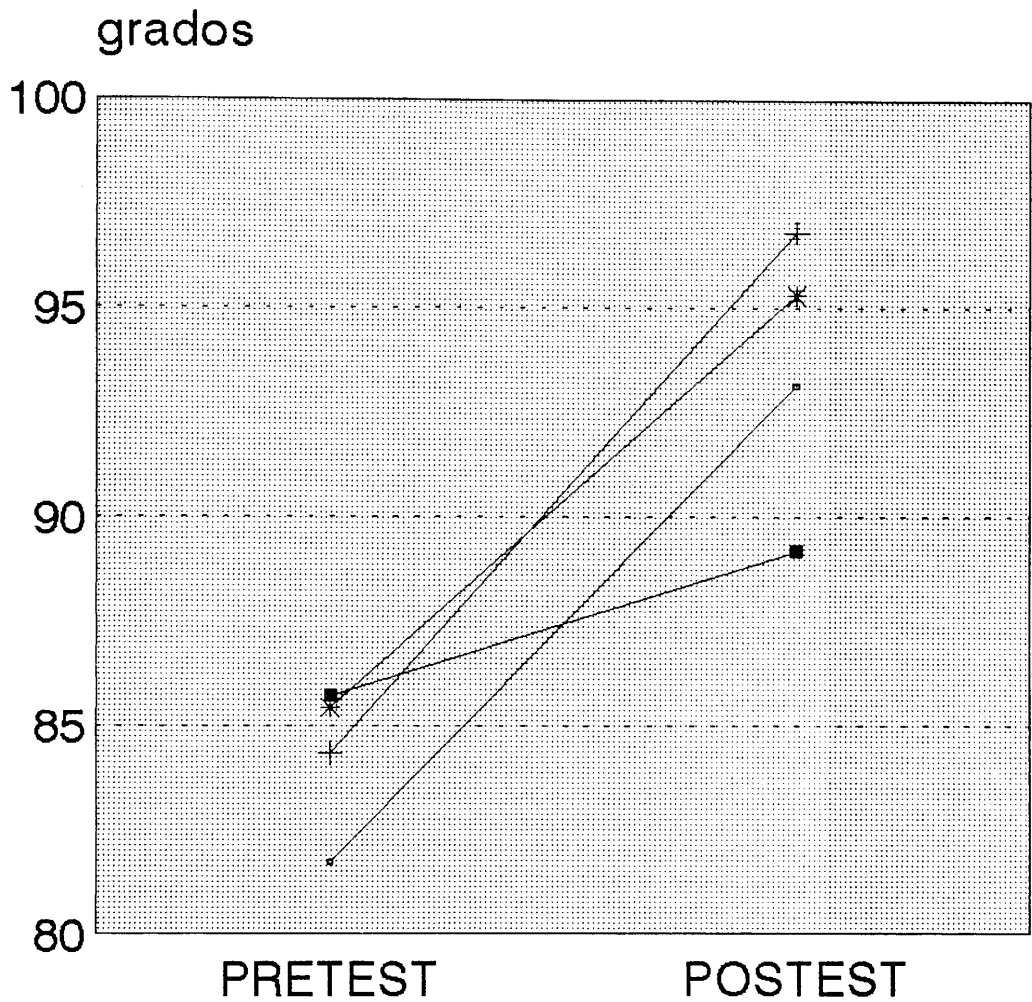
|                | <i>FPD</i>           | <i>FPI</i>           | <i>EPD</i>           | <i>EPI</i>           | <i>ABD</i>          | <i>ETD</i>       | <i>ETI</i>           |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------|----------------------|
| <b>PRE/POS</b> | -10,62<br><b>***</b> | -12,38<br><b>***</b> | -10,59<br><b>***</b> | -11,71<br><b>***</b> | -8,16<br><b>***</b> | -9<br><b>***</b> | -10,61<br><b>***</b> |

\*\*\*p<0.001

tabla 7

# Medias

## Flex.Pn.drcha.



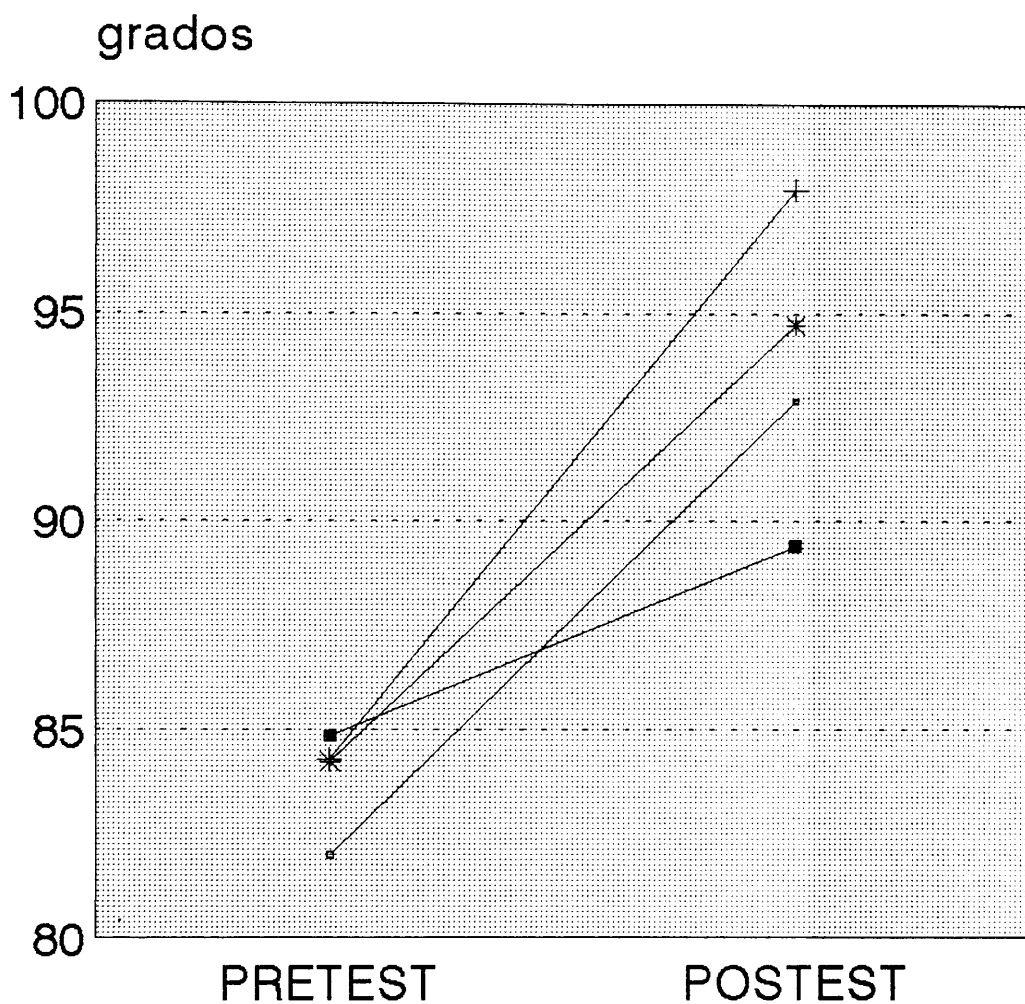
|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| FNP     | 81,72 | 93,14 |
| ACT     | 84,34 | 96,83 |
| PAS     | 85,42 | 95,31 |
| CONTROL | 85,71 | 89,17 |

—○— FNP —+— ACT —\*— PAS —■— CONTROL

Gráfica 1

# Medias

## Flex.Pn.izda.



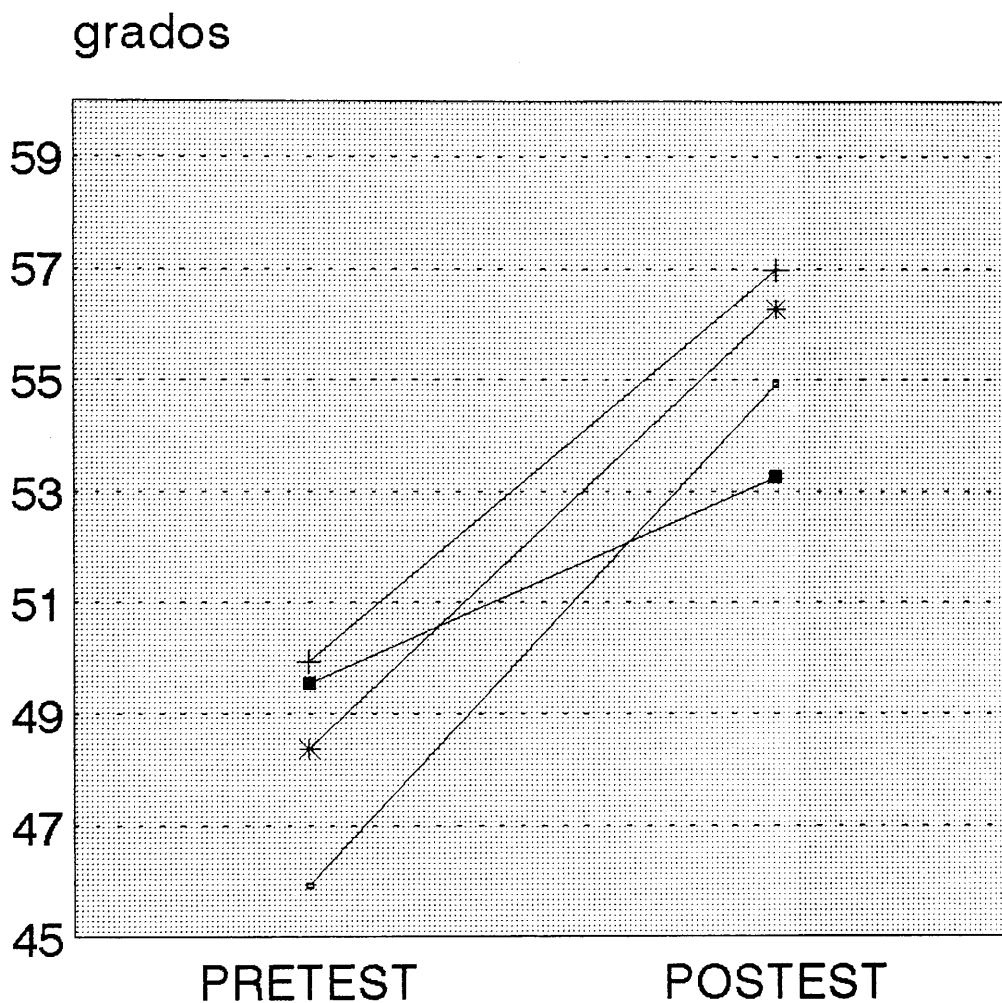
|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| FNP     | 81,99 | 92,88 |
| ACT     | 84,28 | 97,96 |
| PAS     | 84,23 | 94,72 |
| CONTROL | 84,84 | 89,4  |

—○— FNP —+— ACT —\*— PAS —■— CONTROL

Gráfica 2

# Medias

## Ext.Pn.drcha.



|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| FNP     | 45,92 | 54,92 |
| ACT     | 49,93 | 56,96 |
| PAS     | 48,38 | 56,26 |
| CONTROL | 49,55 | 53,26 |

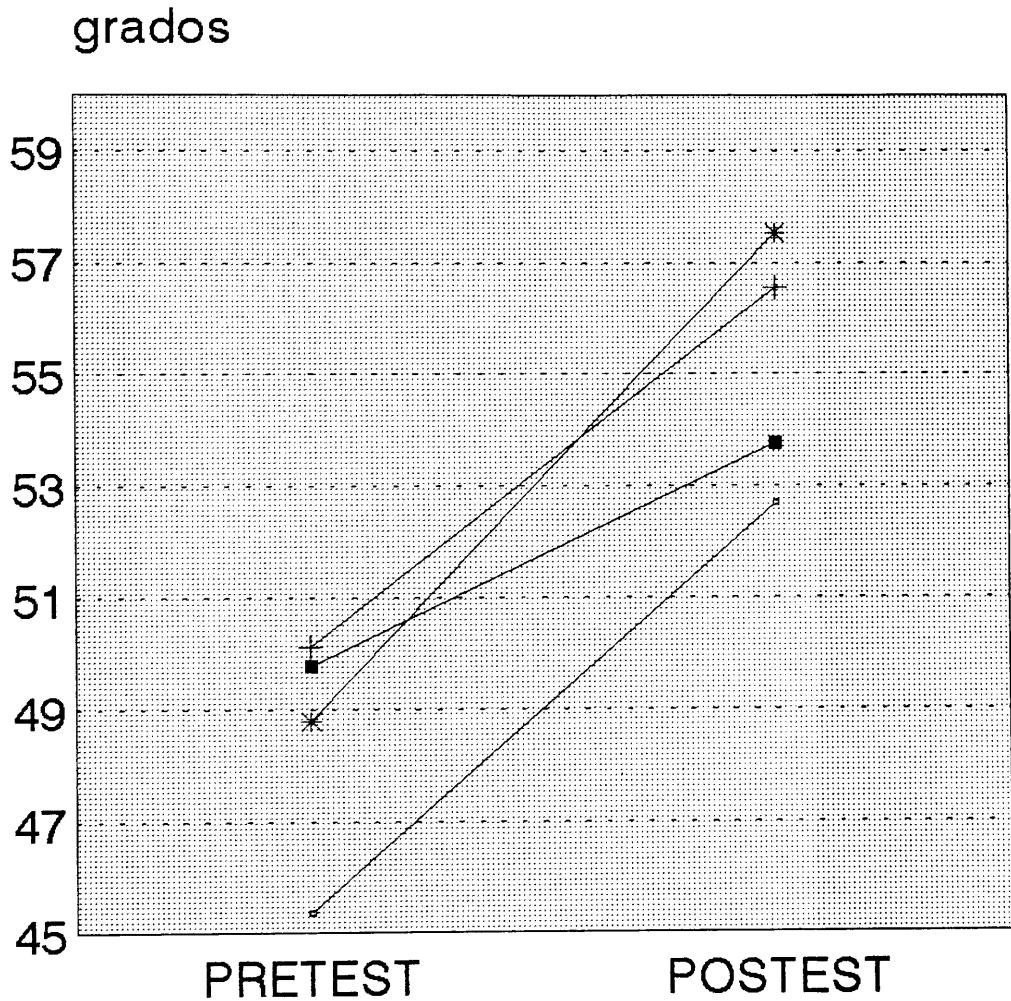
—□— FNP    + ACT    \* PAS    ■ CONTROL

Gráfica 3



# Medias

Ext.Pn. izda.



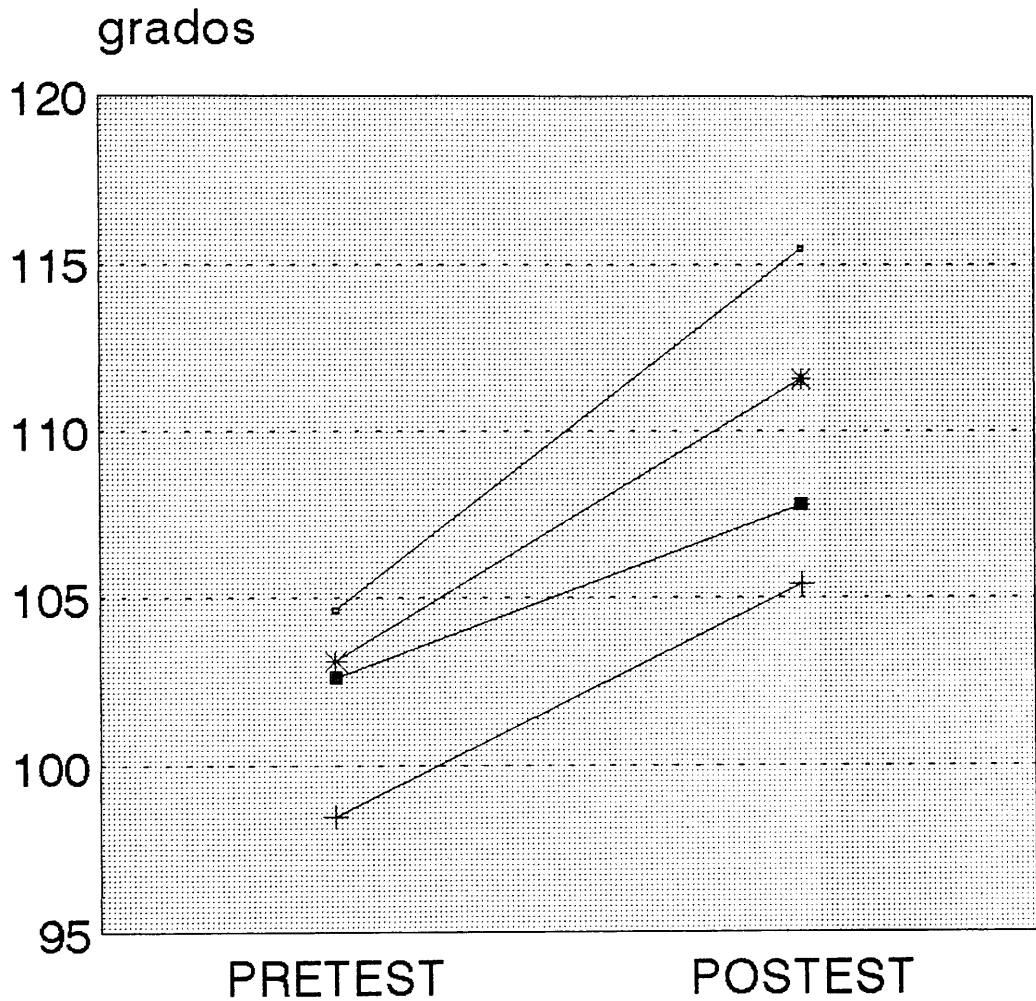
|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| FNP     | 45,36 | 52,69 |
| ACT     | 50,13 | 56,55 |
| PAS     | 48,8  | 57,52 |
| CONTROL | 49,78 | 53,76 |

—□— FNP —+— ACT —\*— PAS —■— CONTROL

Gráfica 4

# Medias

## Abducción



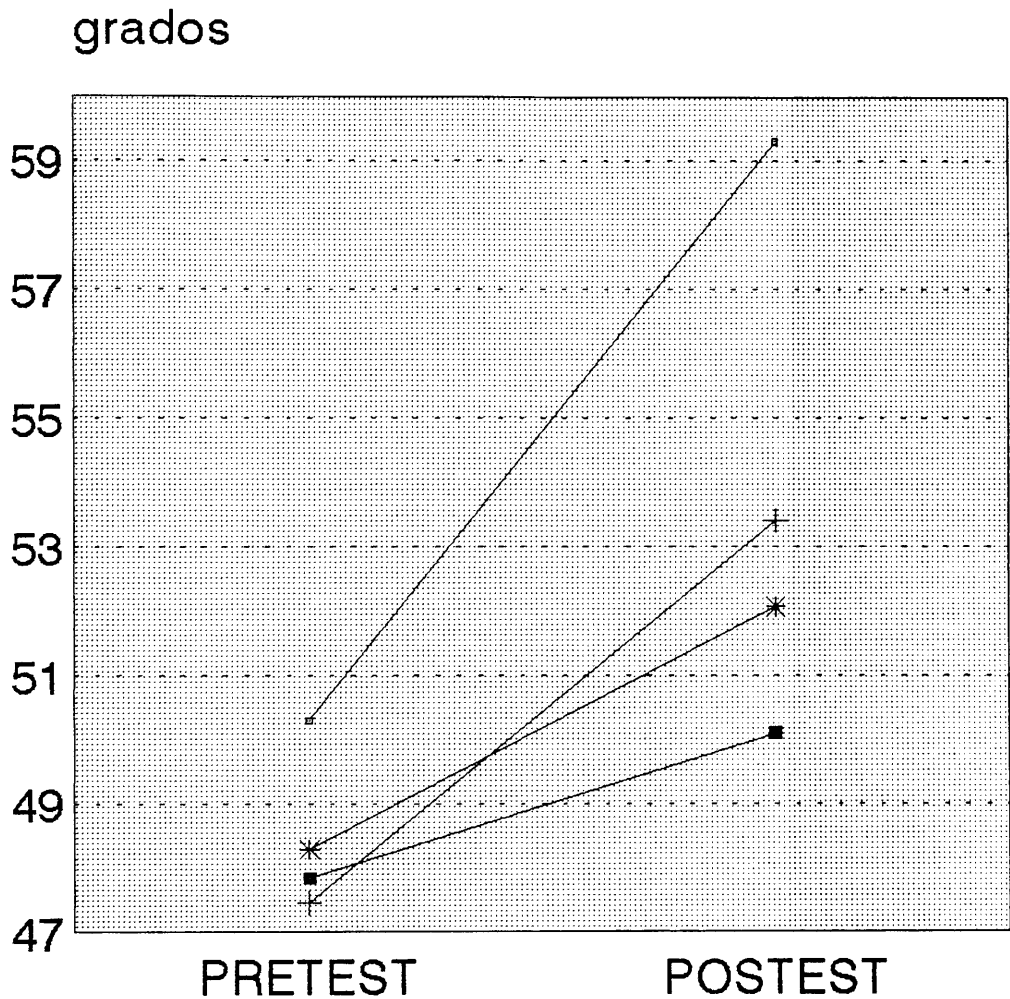
|         |        |        |
|---------|--------|--------|
| FNP     | 104,62 | 115,44 |
| ACT     | 98,47  | 105,41 |
| PAS     | 103,12 | 111,54 |
| CONTROL | 102,62 | 107,79 |

—□— FNP —+— ACT —\*— PAS —■— CONTROL

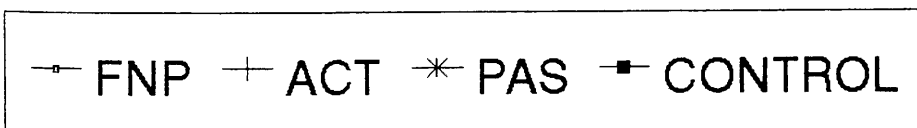
Gráfica 5

# Medias

## Ext.Tob.drcho.



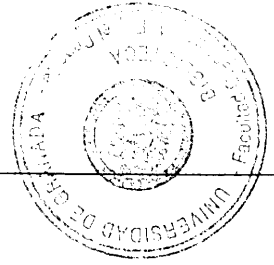
|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| FNP     | 50,29 | 59,3  |
| ACT     | 47,46 | 53,41 |
| PAS     | 48,28 | 52,06 |
| CONTROL | 47,84 | 50,09 |



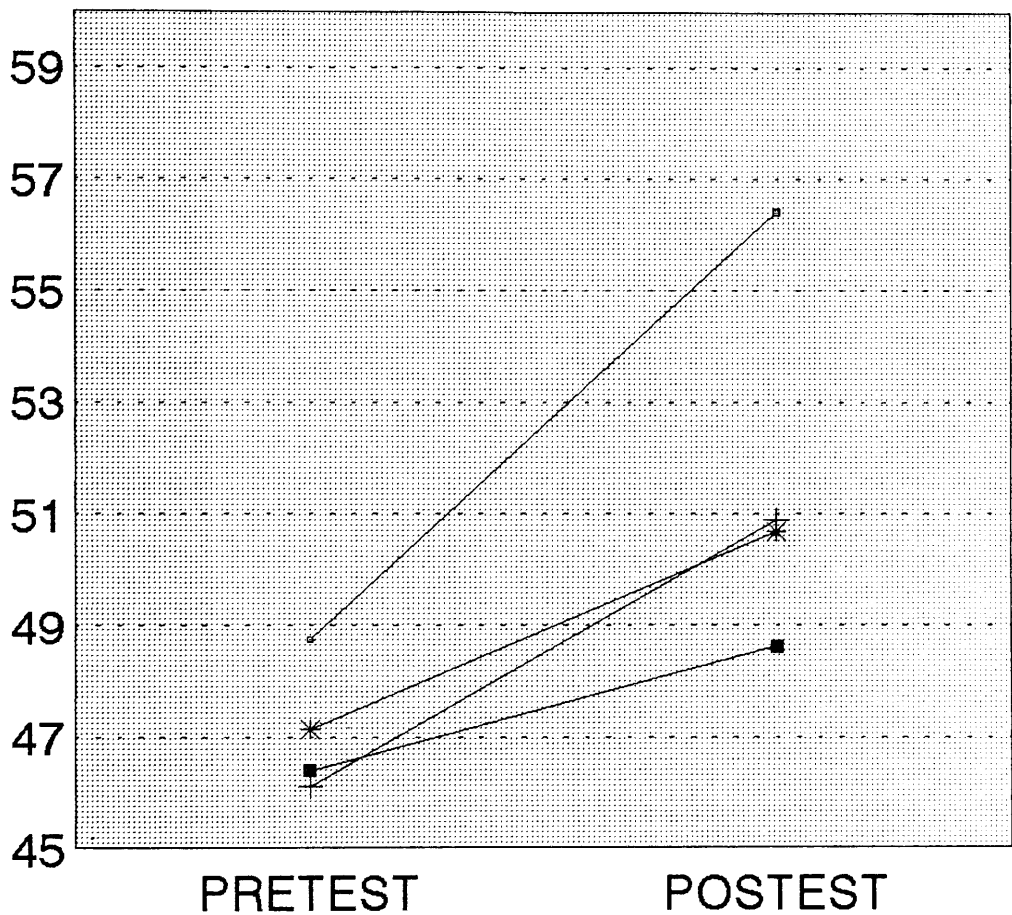
Gráfica 6

# Medias

## Ext.Tob.izdo.



grados



|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| FNP     | 48,74 | 56,41 |
| ACT     | 46,1  | 50,9  |
| PAS     | 47,13 | 50,68 |
| CONTROL | 46,39 | 48,62 |

—□— FNP —+— ACT —\*— PAS —■— CONTROL

Gráfica 7

### 3.4. Análisis de los tests por métodos

#### **GRUPO FNP.**

En la Gráfica 8 correspondiente a la flexión de la pierna derecha, la media del pretest pasa de 81,72 grados a 93,14 grados en el posttest, con lo cual se ha producido una mejora del 12,26%. En la desviación típica podemos apreciar que la dispersión se ha reducido con una aproximación de un 7,95%.

En la Gráfica 9 correspondiente a la flexión de la pierna izquierda, la media del pretest pasa de 81,99 grados a 92,88 grados en el posttest, produciéndose una mejora del 11,72%. La dispersión de los valores en la desviación típica ha sido más amplia, observándose un aumento del 23,09%.

En la Gráfica 10, la extensión de la pierna derecha pasa de tener una media de 45,92 grados en el pretest a 54,92 grados en el posttest, con lo cual se observa una mejora del 16,38%. En la desviación típica apreciamos un aumento del 48,95% con una dispersión de valores muy grande.

En la Gráfica 11 de la extensión de la pierna izquierda se aprecia una mejora del 13,91% al pasar en la media de 45,36 grados en el pretest a 52,69 grados en el posttest. En la desviación típica se ha producido un cambio en los valores del 19,31% y la dispersión de éstos aumenta ligeramente.

En la Gráfica 12 correspondiente a la abducción se produce una mejora del 9,37% al pasar de una media en el pretest de 104,62 grados a 115,44 grados en el postest. En la desviación típica se puede apreciar que la dispersión se ha reducido produciéndose un 13,53% de aproximación en los valores.

En la Gráfica 13 la extensión del tobillo derecho pasa de una media en el pretest de 50,29 grados a una media en el postest de 59,3 grados, por lo tanto se ha producido una mejora del 15,9%. En la desviación típica se han acercado los valores apreciándose un cambio del 20,57%.

En la Gráfica 14, en la extensión del tobillo izquierdo se produce una mejora del 13,59% al pasar la media del pretest de 48,74 grados a 56,41 grados en el postest. En la desviación típica se produce solo una dispersión del 5,94%, aunque sigue siendo muy grande.

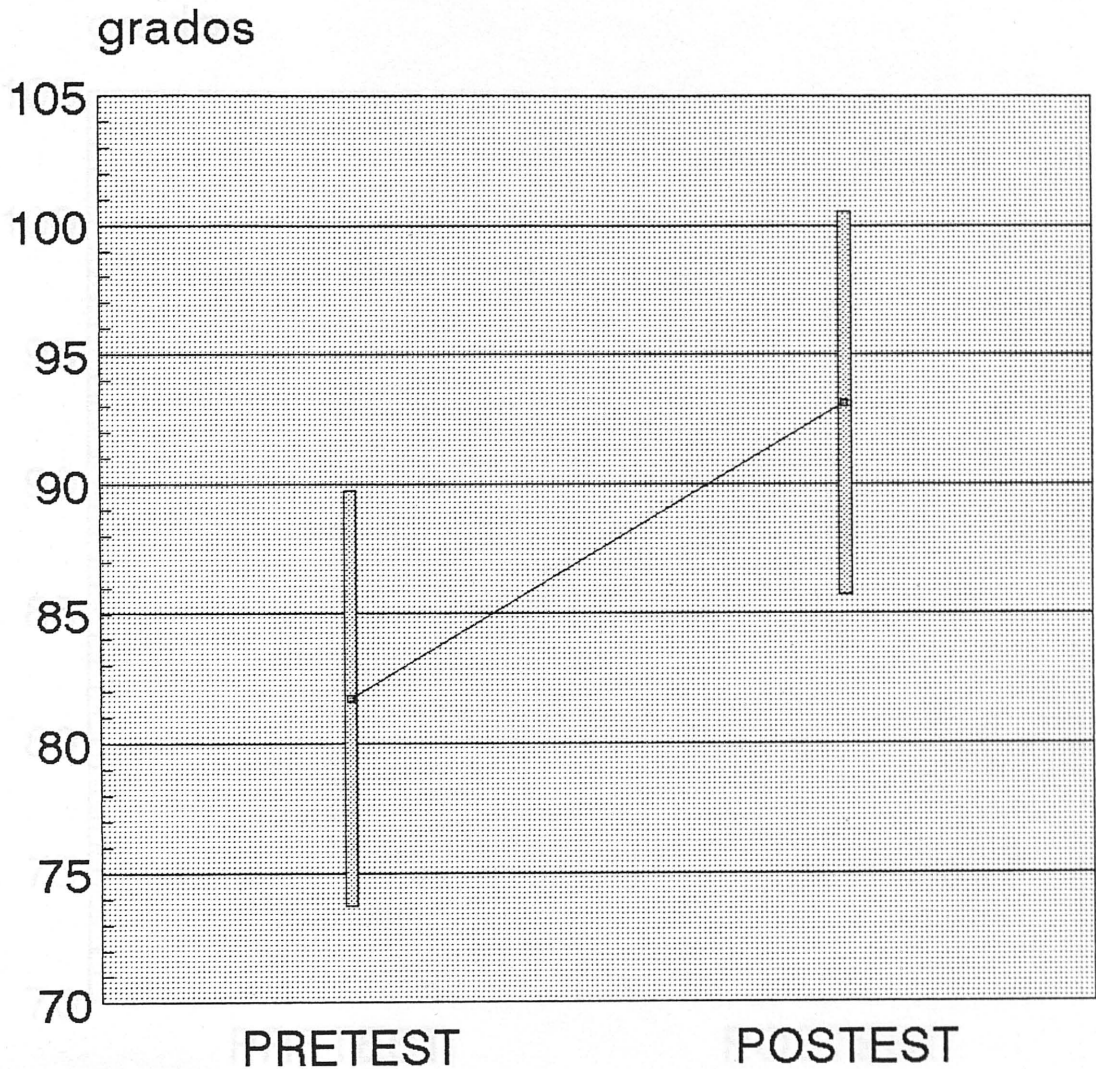
|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 81,72   | 93,14   |
| D.T. + | 89,73   | 100,56  |
| D.T. - | 73,71   | 85,72   |

Gráfica 8

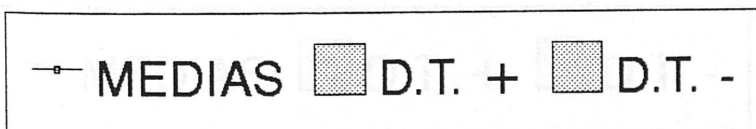
MEDIAS D.T. + D.T. -

# FNP

## Flex.Pn.drcha.



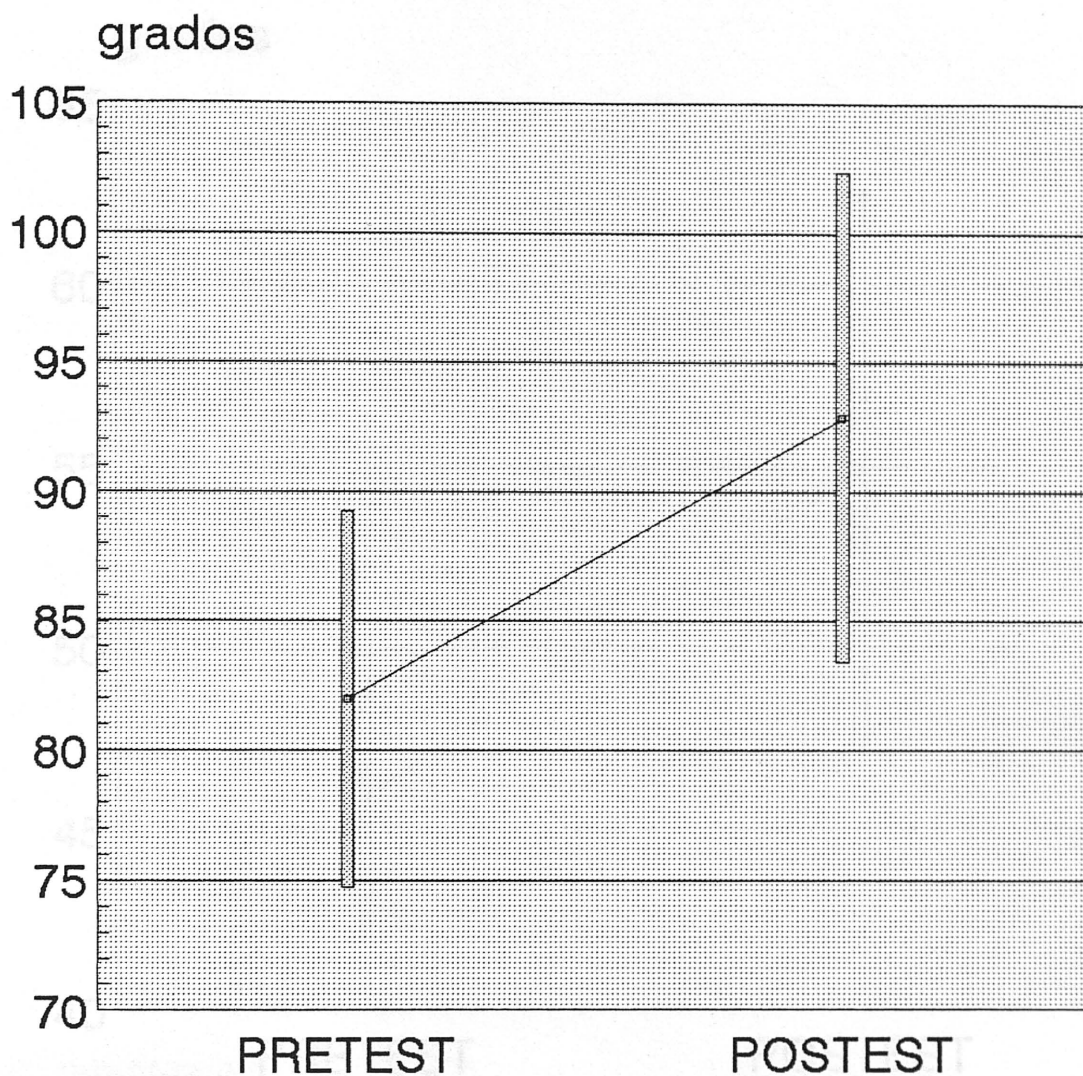
|        |       |        |
|--------|-------|--------|
| MEDIAS | 81,72 | 93,14  |
| D.T. + | 89,73 | 100,56 |
| D.T. - | 73,71 | 85,72  |



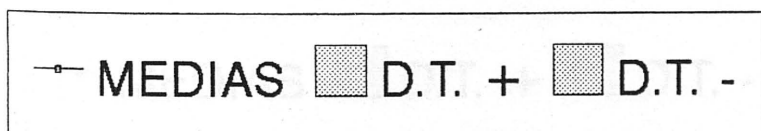
Gráfica 8

# FNP

## Flex.Pn.izda.



|        |       |        |
|--------|-------|--------|
| MEDIAS | 81,99 | 92,88  |
| D.T. + | 89,25 | 102,32 |
| D.T. - | 74,73 | 83,44  |

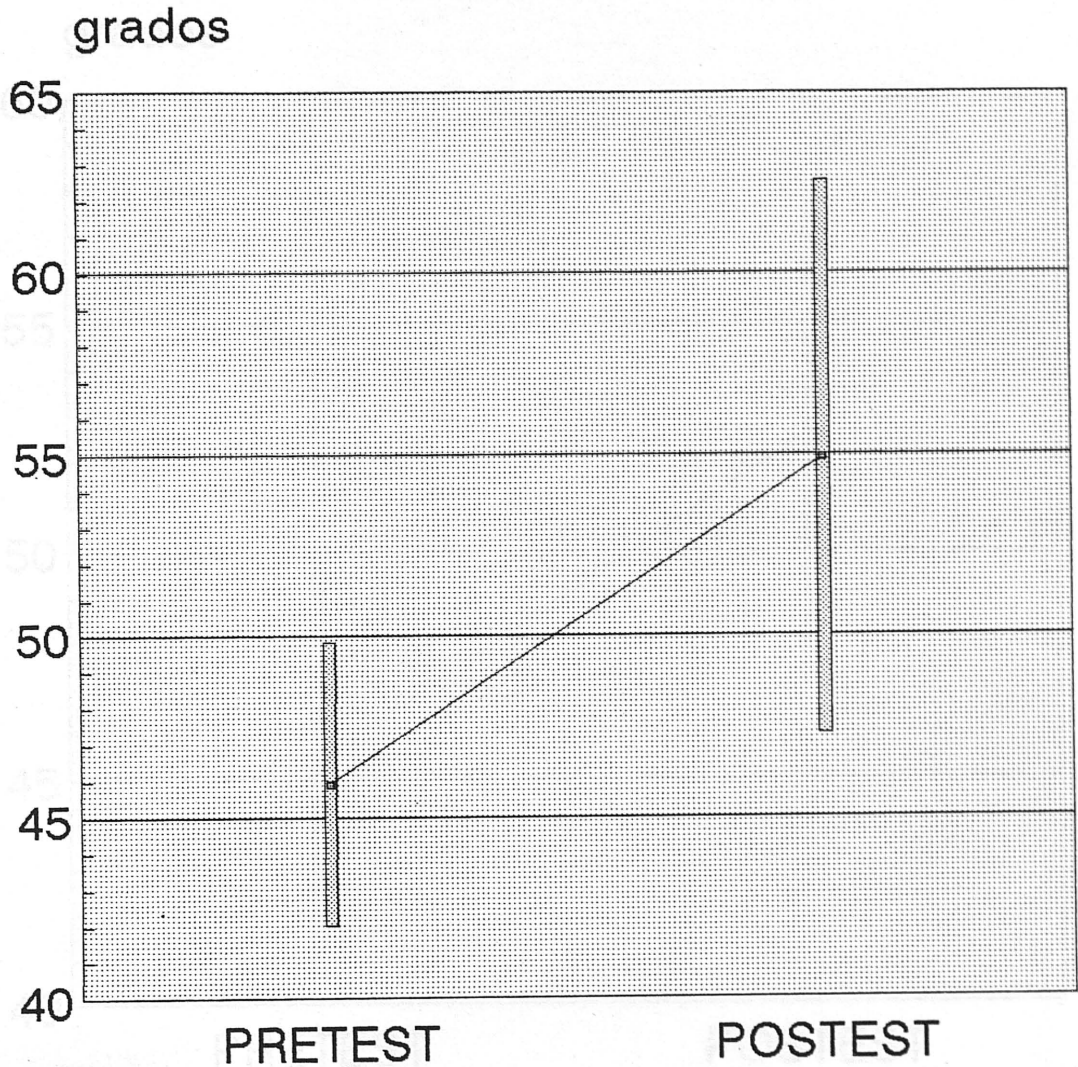
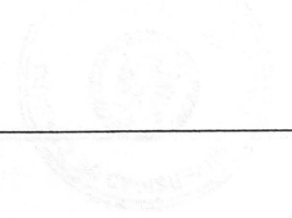


Gráfica 9

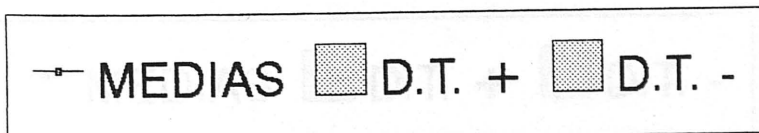


# FNP

Ext.Pn.drcha



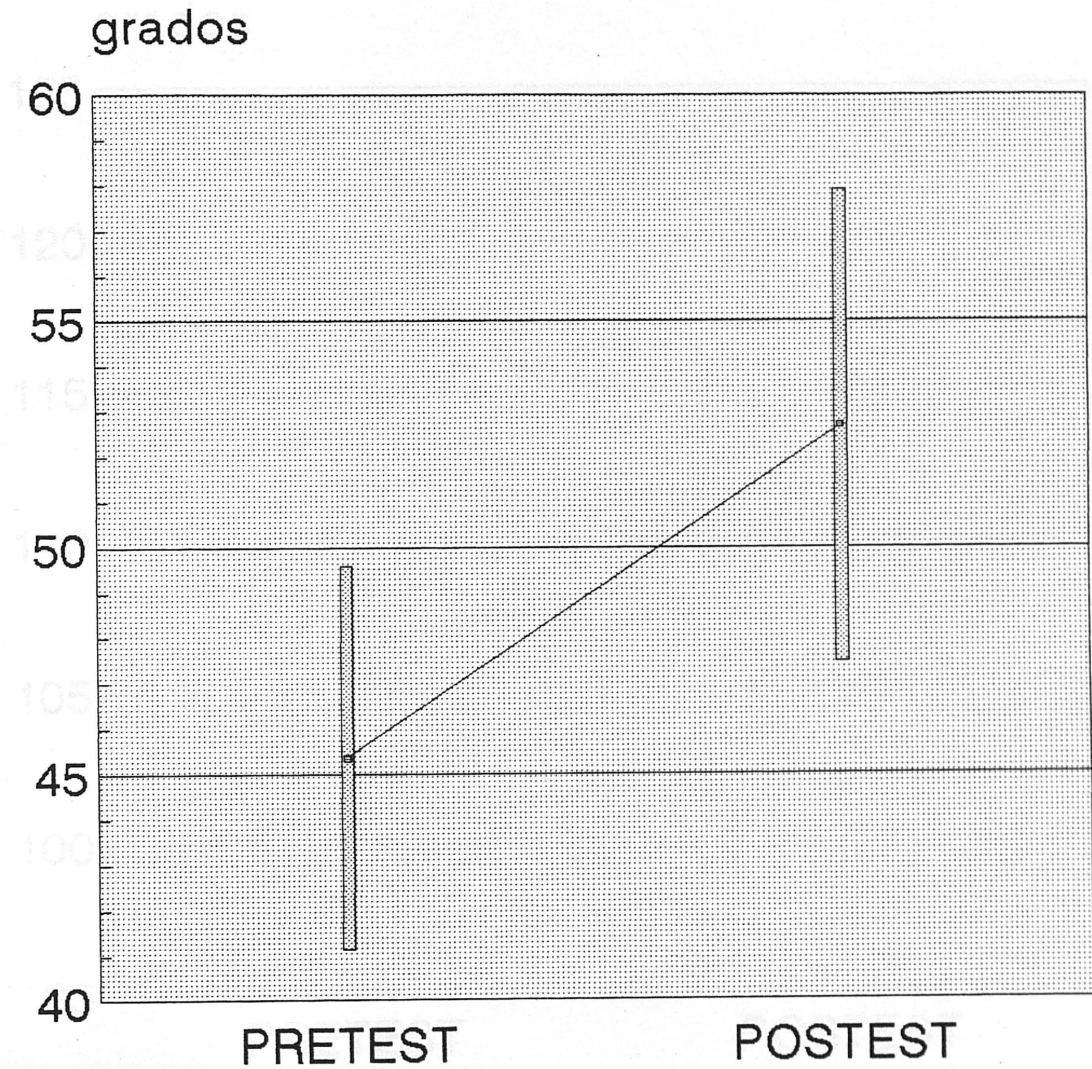
|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 45,92 | 54,92 |
| D.T. + | 49,82 | 62,56 |
| D.T. - | 42,02 | 47,28 |



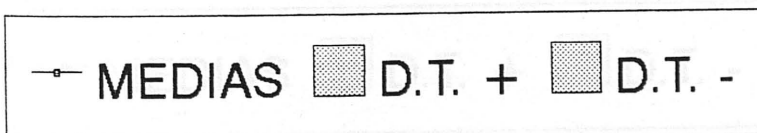
Gráfica 10

# FNP

## Ext.Pn.izda.



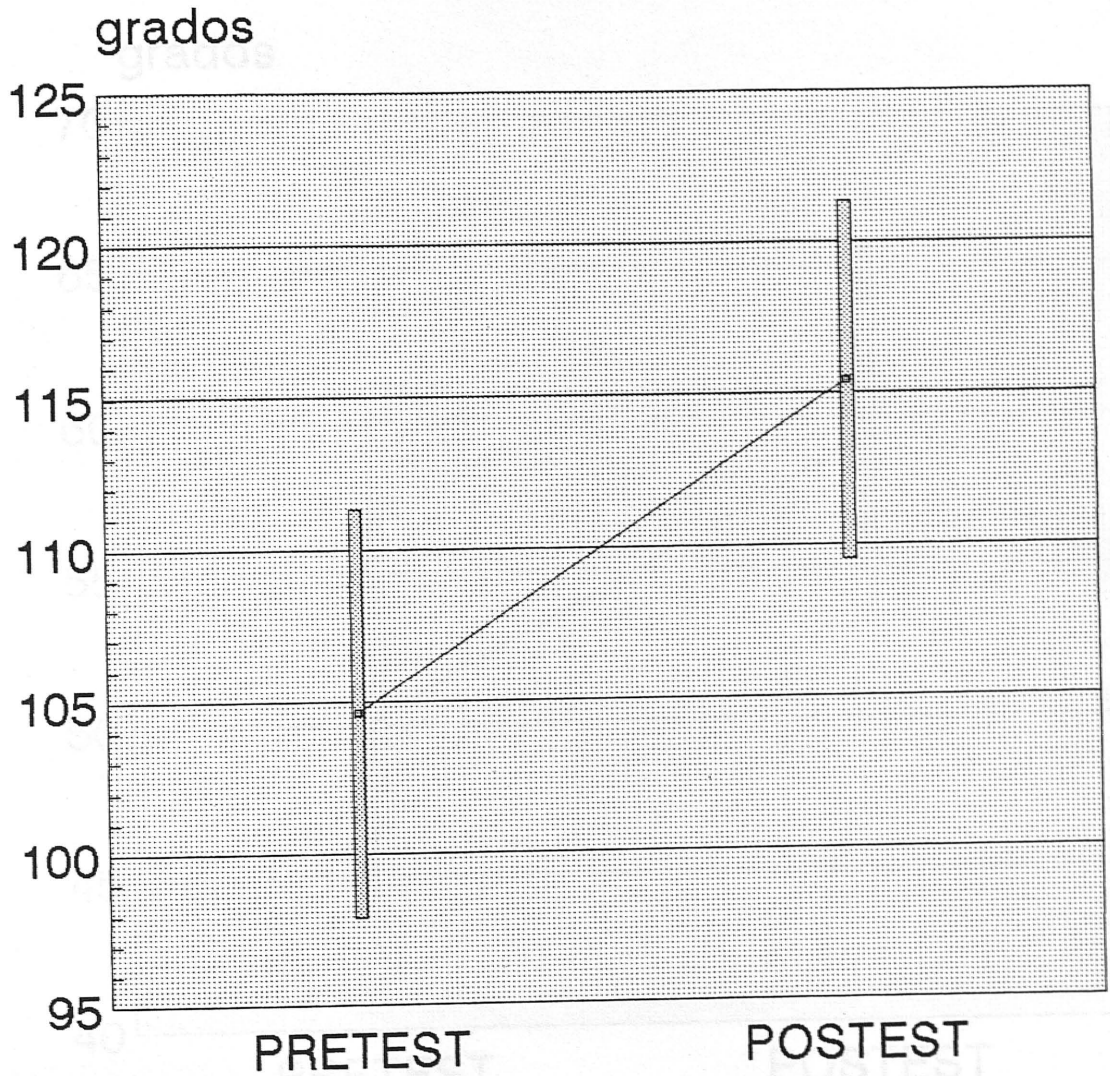
|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 45,36 | 52,69 |
| D.T. + | 49,58 | 57,92 |
| D.T. - | 41,14 | 47,46 |



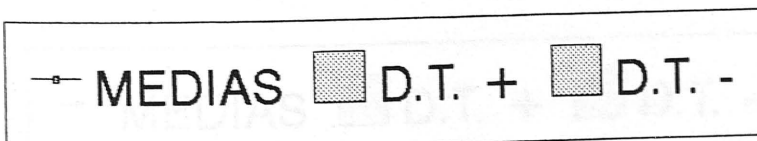
Gráfica 11

# FNP

## Abducción



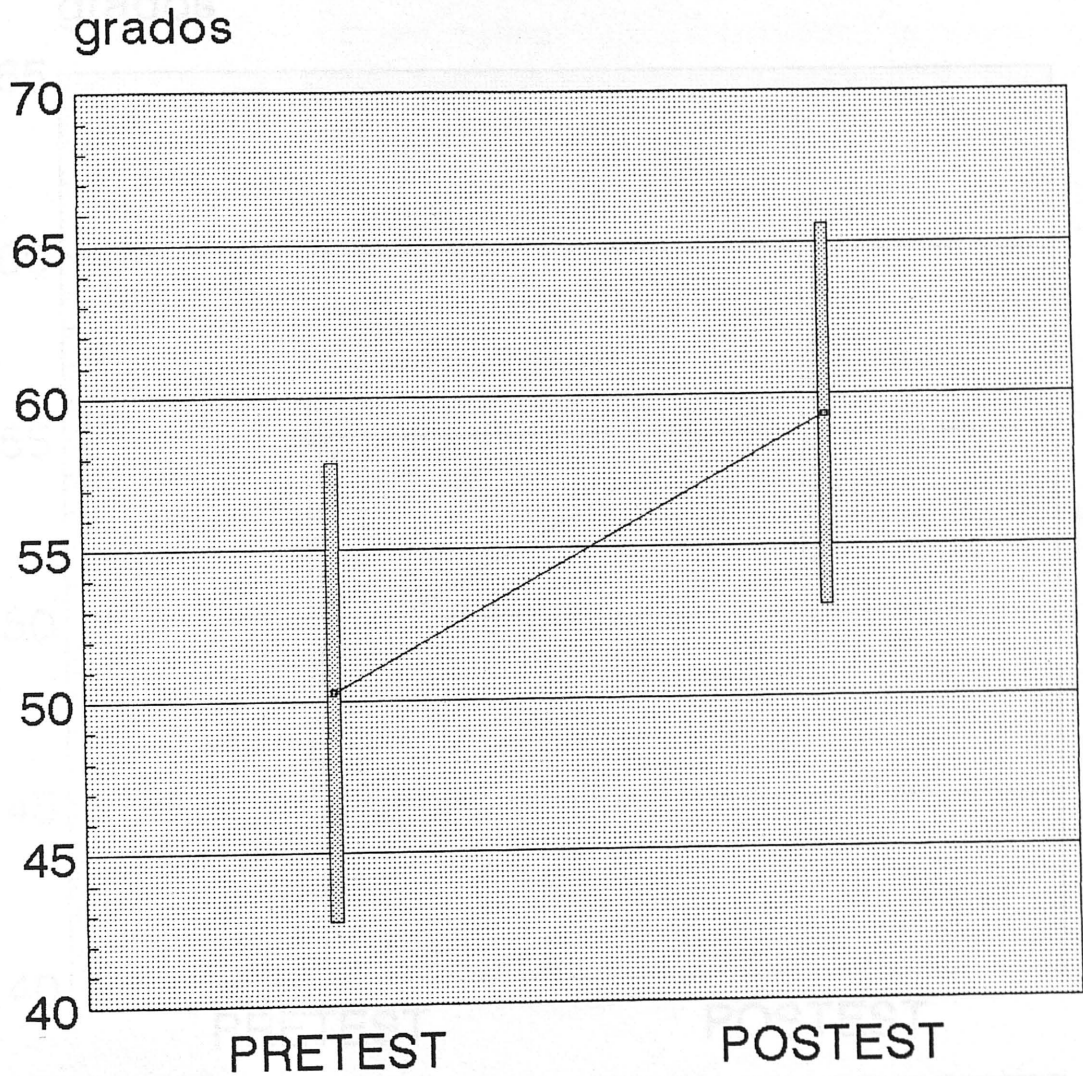
|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| MEDIAS | 104,62 | 115,44 |
| D.T. + | 111,33 | 121,35 |
| D.T. - | 97,91  | 109,53 |



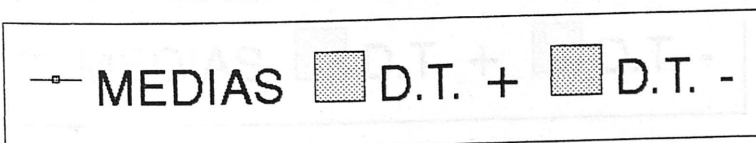
Gráfica 12

# FNP

Ext. Tob.drcho.



|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 50,29 | 59,3  |
| D.T. + | 57,85 | 65,57 |
| D.T. - | 42,73 | 53,03 |



Gráfica 13

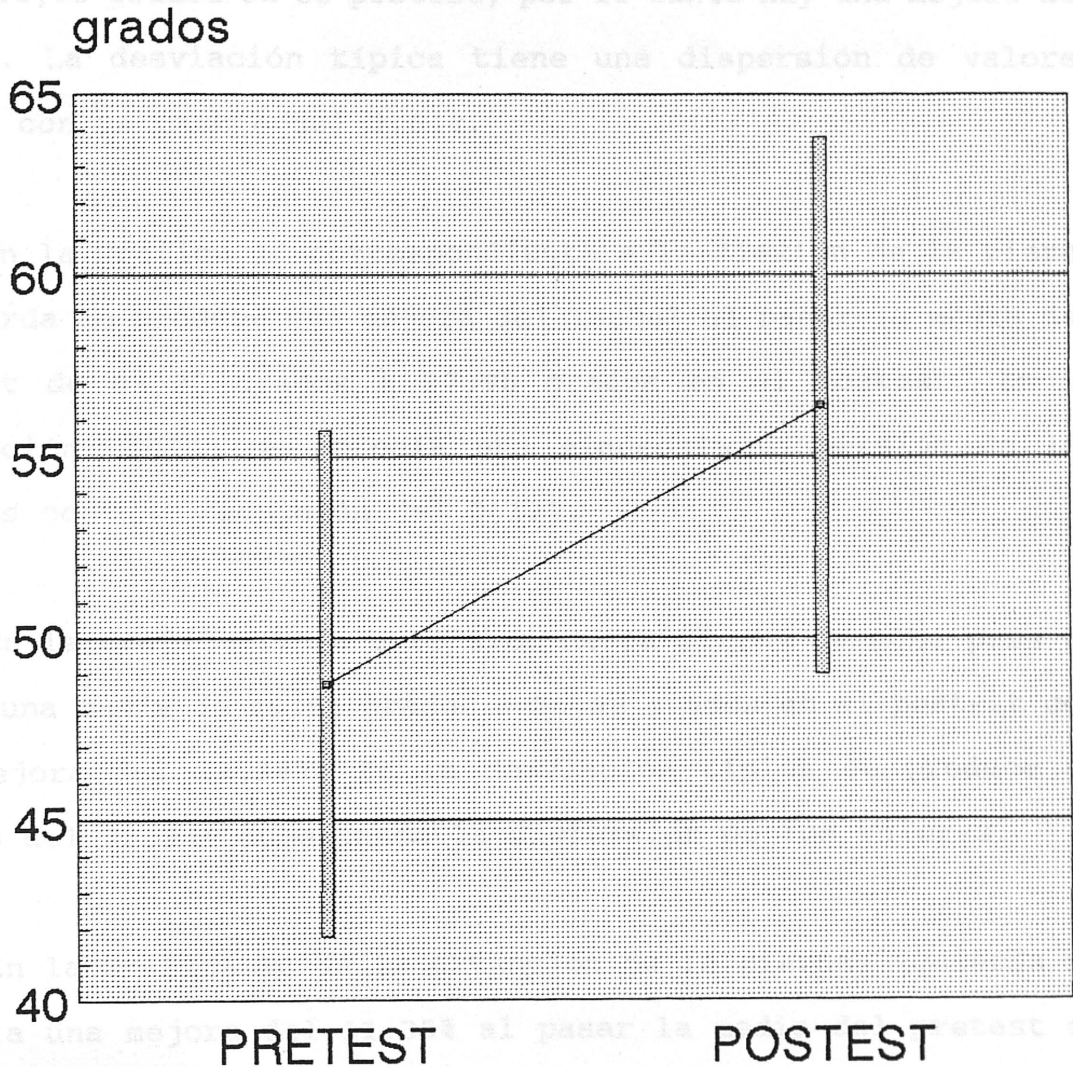
# FNP

## Ext.Tob.izado.

GRUPO ACTIVO

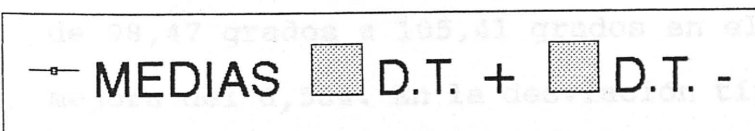
En la gráfica 13 se observa que la flexión de la pierna

derecha pasa de tener una media de 48,74 grados en el pretest a tener 56,41 grados en el posttest, por lo tanto hay una mejora del 15,99%. La desviación típica tiene una dispersión de valores



|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 48,74 | 56,41 |
| D.T. + | 55,7  | 63,81 |
| D.T. - | 41,78 | 49,01 |

En la Gráfica 19 de la abstracción, la media del pretest para



Gráfica 14

## GRUPO ACTIVO

En la Gráfica 15 se observa que la flexión de la pierna derecha pasa de tener una media de 84,34 grados en el pretest a tener 96,83 grados en el posttest, por lo tanto hay una mejora del 12,89%. La desviación típica tiene una dispersión de valores mínima con un cambio del 3,64%.

En la Gráfica 16 correspondiente a la flexión de la pierna izquierda se produce una mejora del 13,96% al pasar la media del pretest de 84,28 grados a 97,96 grados en el posttest. En la desviación típica se aprecia una minúscula dispersión de los valores con una reducción del 0,12%.

En la Gráfica 17 la extensión de la pierna derecha pasa de tener una media de 49,93 grados a 56,96 grados en el posttest con una mejora del 12,34%. En la desviación típica se produce un cambio del 23,35% aumentando la dispersión de los valores.

En la Gráfica 18 de la extensión de la pierna izquierda se aprecia una mejora del 11,35% al pasar la media del pretest de 50,13 grados a 56,55 grados en el posttest. En la desviación típica aumenta la dispersión de los valores con un aumento del 29,18%.

En la Gráfica 19 de la abducción, la media del pretest pasa de 98,47 grados a 105,41 grados en el posttest produciéndose una mejora del 6,58%. En la desviación típica se ha reducido un poco

la dispersión de los valores con una disminución del 9,56%.

En la Gráfica 20 correspondiente a la extensión del tobillo derecho se produce una mejora del 11,14% al pasar la media del pretest de 47,46 grados a 53,41 en el posttest. En la desviación típica se produce un ligero aumento de la dispersión de los valores con un cambio del 9%.

En la Gráfica 21 de la extensión del tobillo izquierdo la media del pretest pasa de 46,1 grados a 50,9 grados en el posttest, produciéndose una mejora del 9,43%. En la desviación típica se aprecia una reducción en la dispersión de los valores con una aproximación del 18,05%.



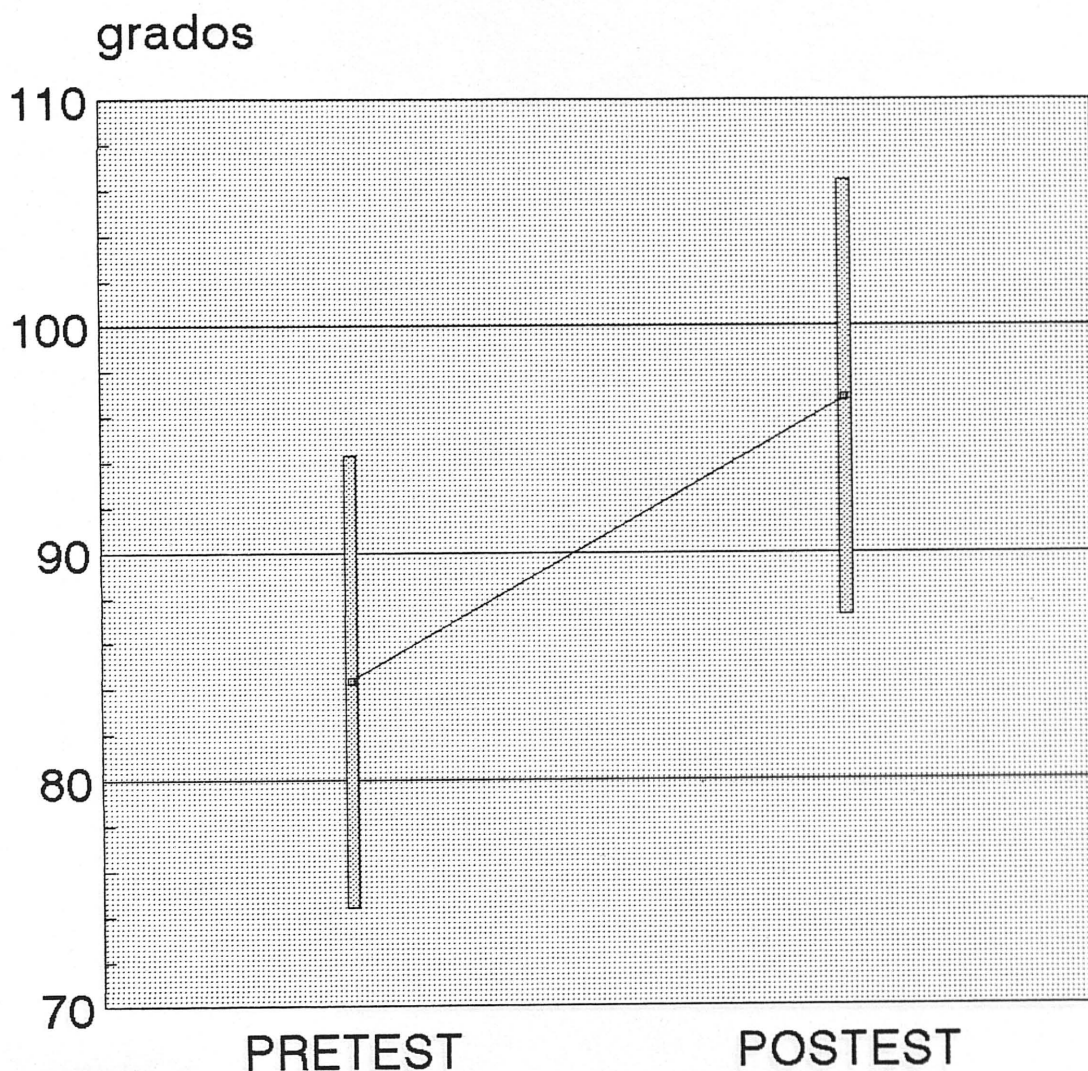
|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 84,34   | 96,83   |
| D.T. + | 94,29   | 103,43  |
| D.T. - | 74,39   | 87,23   |

Gráfica 15

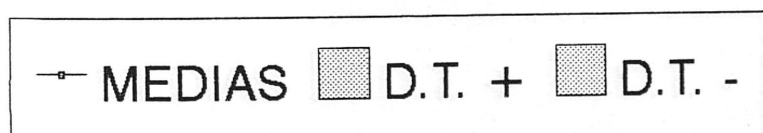
— MEDIAS ■ D.T. + ■ D.T. -

# ACTIVO

Flex.Pn.drcha.



|        |       |        |
|--------|-------|--------|
| MEDIAS | 84,34 | 96,83  |
| D.T. + | 94,29 | 106,43 |
| D.T. - | 74,39 | 87,23  |

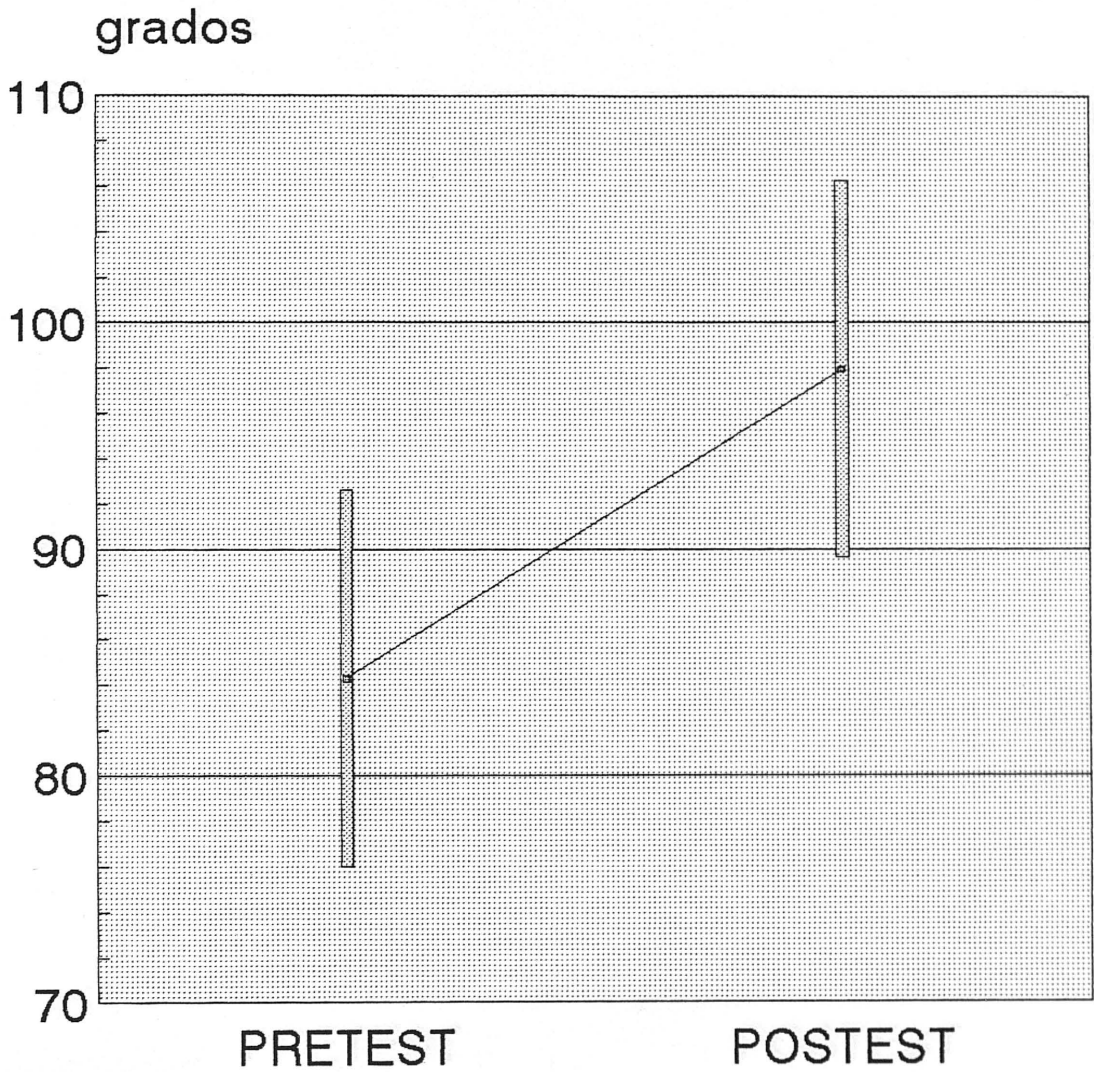


Gráfica 15

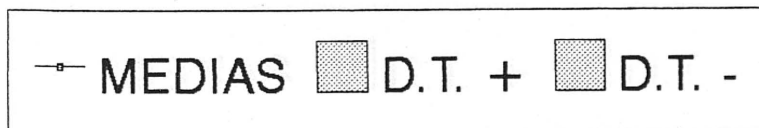


# ACTIVO

Flex.Pn.izda.



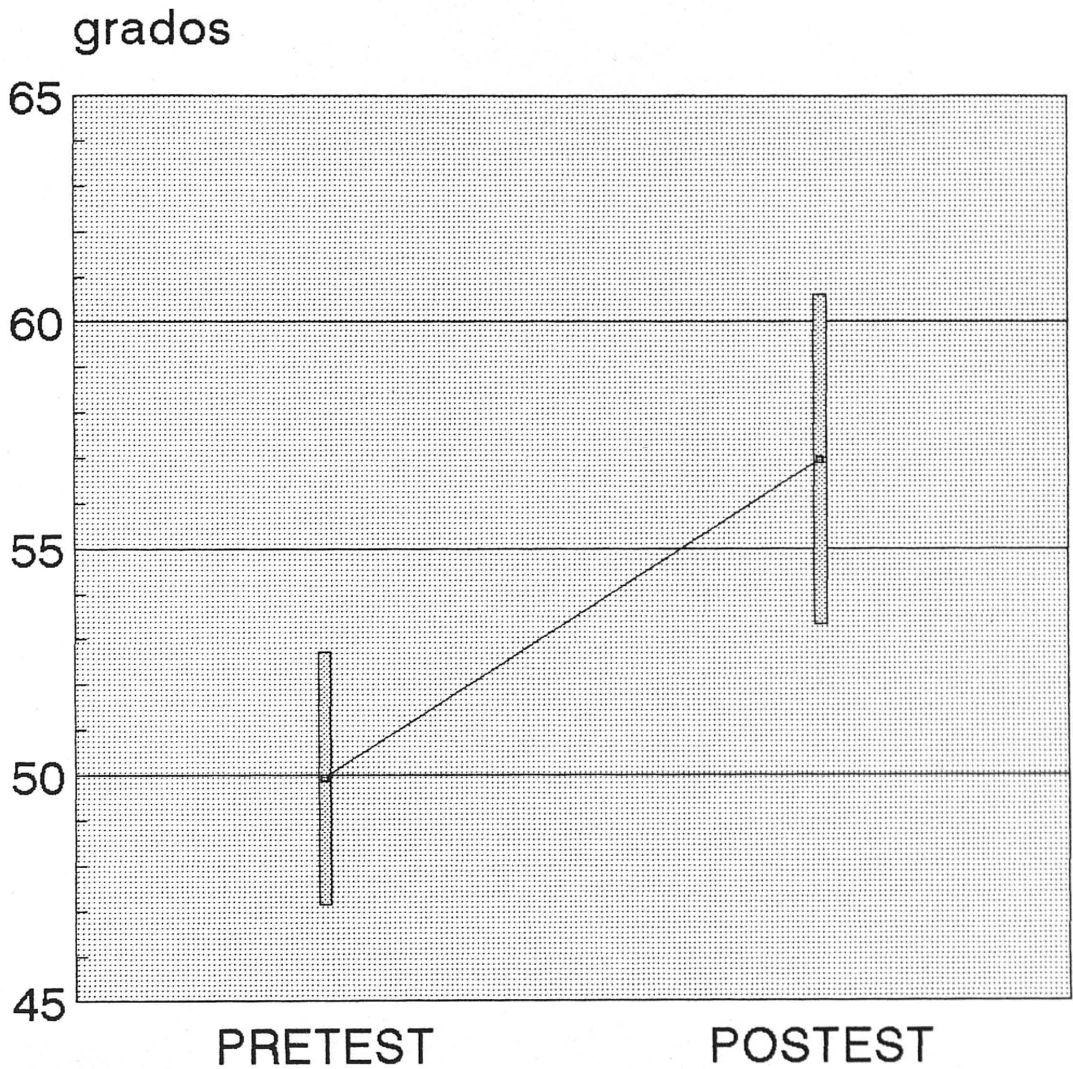
|        |       |        |
|--------|-------|--------|
| MEDIAS | 84,28 | 97,96  |
| D.T. + | 92,6  | 106,27 |
| D.T. - | 75,96 | 89,65  |



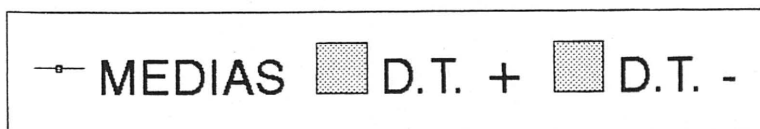
Gráfica 16

# ACTIVO

Ext.Pn.drcha.



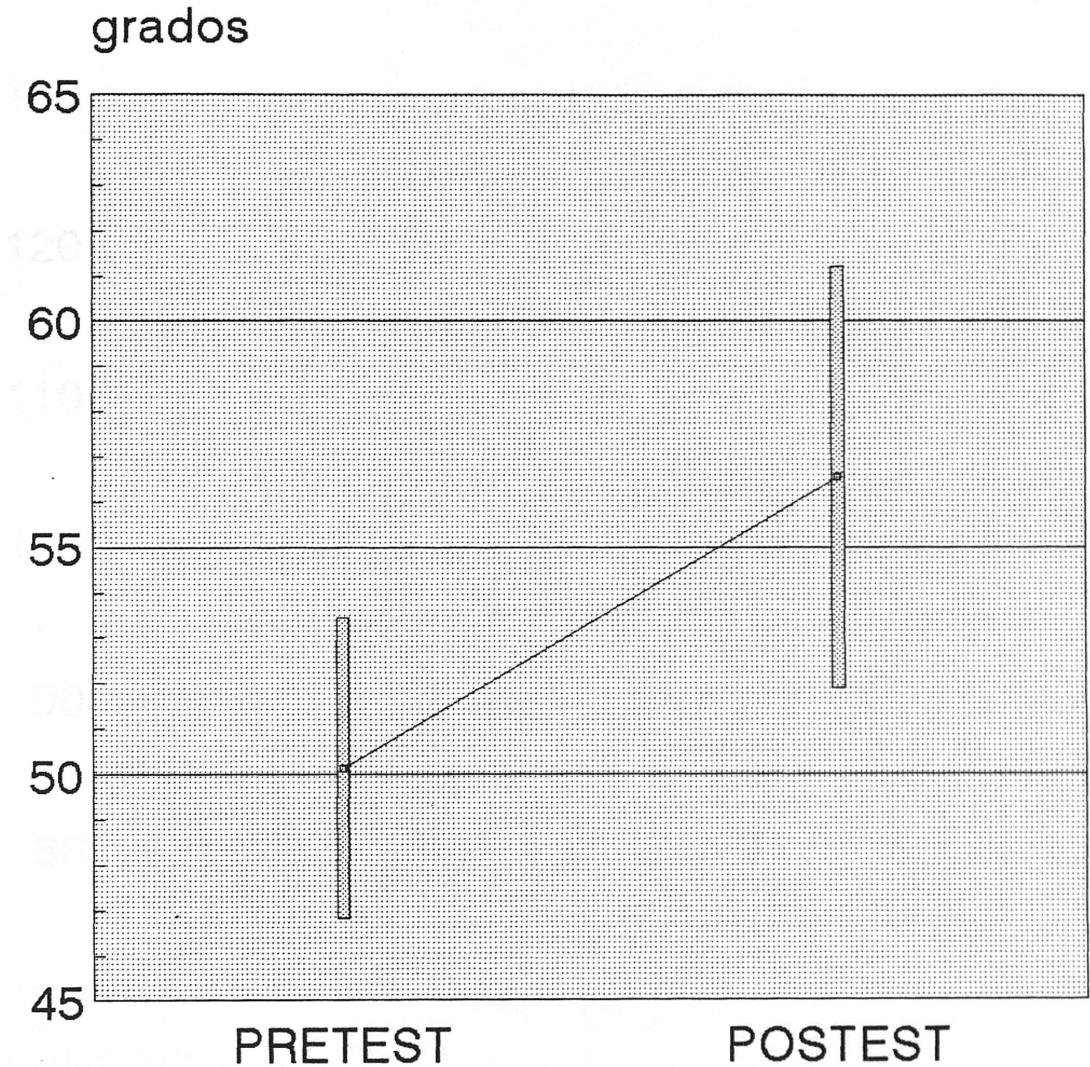
|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 49,93 | 56,96 |
| D.T. + | 52,72 | 60,6  |
| D.T. - | 47,14 | 53,32 |



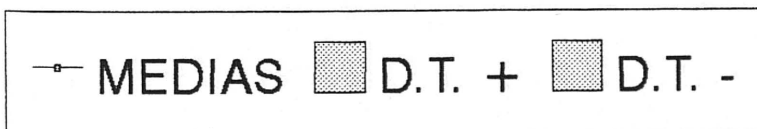
Gráfica 17

# ACTIVO

Ext.Pn.izda.



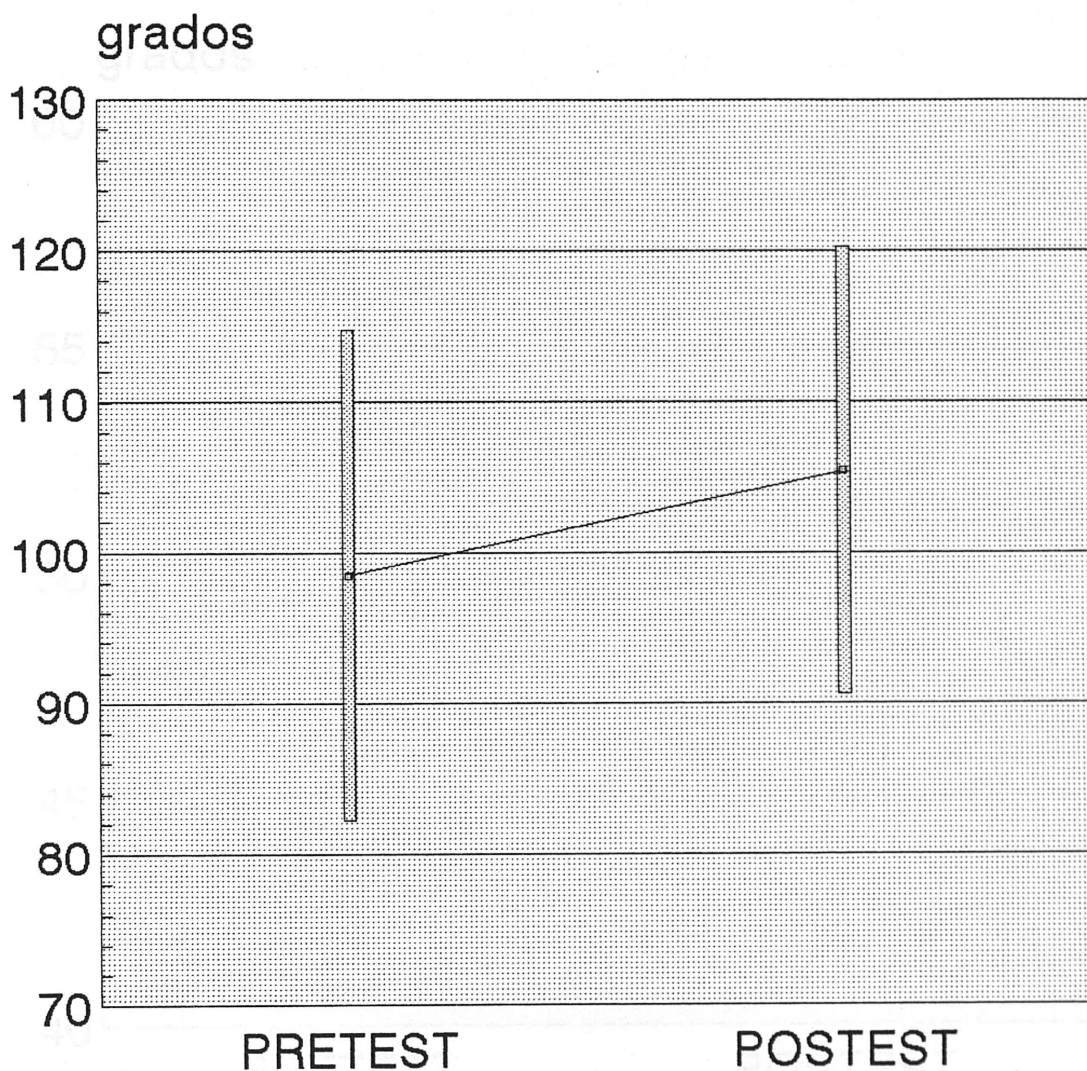
|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 50,13   | 56,55   |
| D.T. + | 53,43   | 61,21   |
| D.T. - | 46,83   | 51,89   |



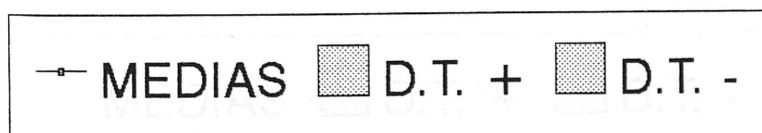
Grafica 18

# ACTIVO

## Abducción



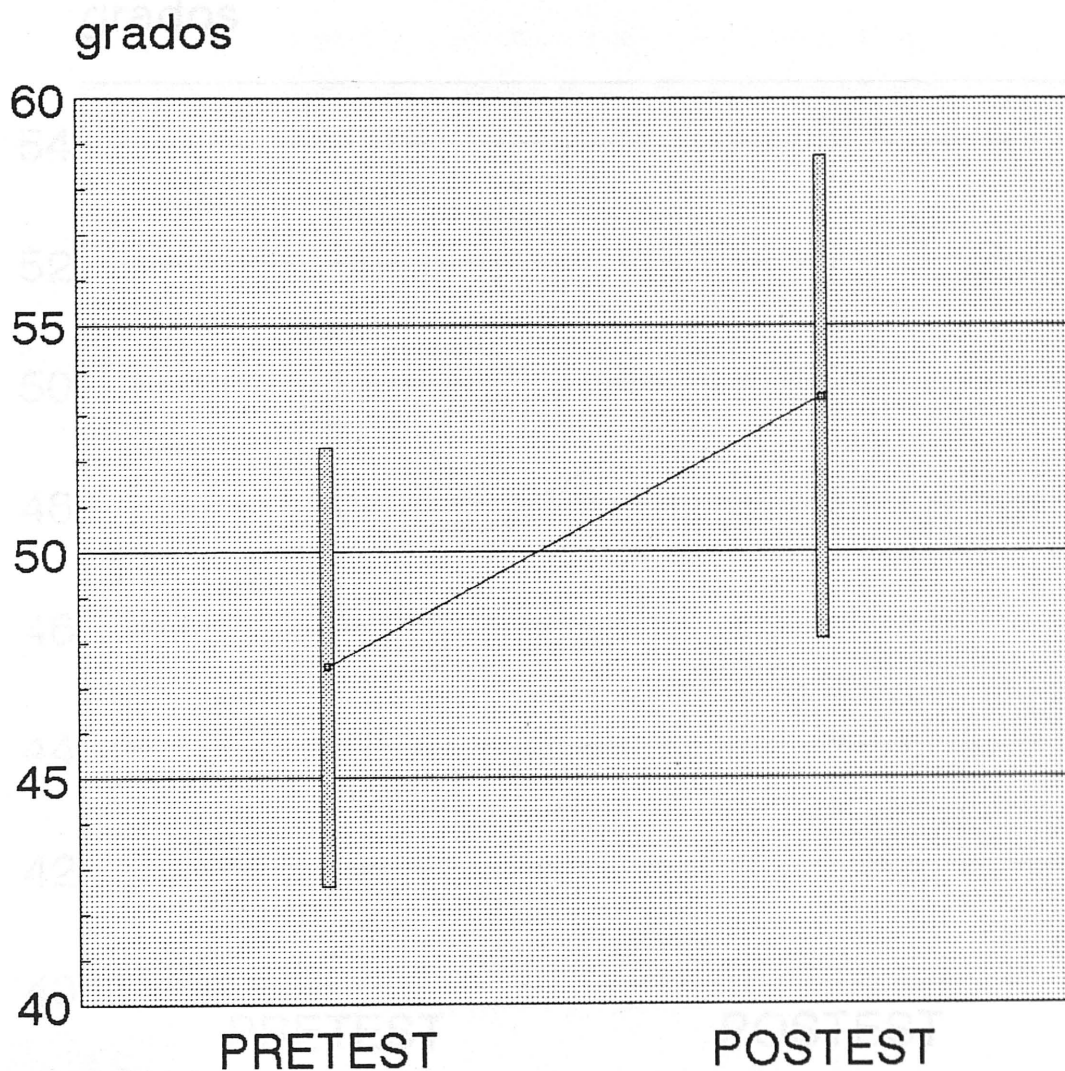
|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 98,47   | 105,41  |
| D.T. + | 114,73  | 120,25  |
| D.T. - | 82,21   | 90,57   |



Gráfica 19

# ACTIVO

Ext. Tob.drcho.



|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 47,46 | 53,41 |
| D.T. + | 52,31 | 58,74 |
| D.T. - | 42,61 | 48,08 |

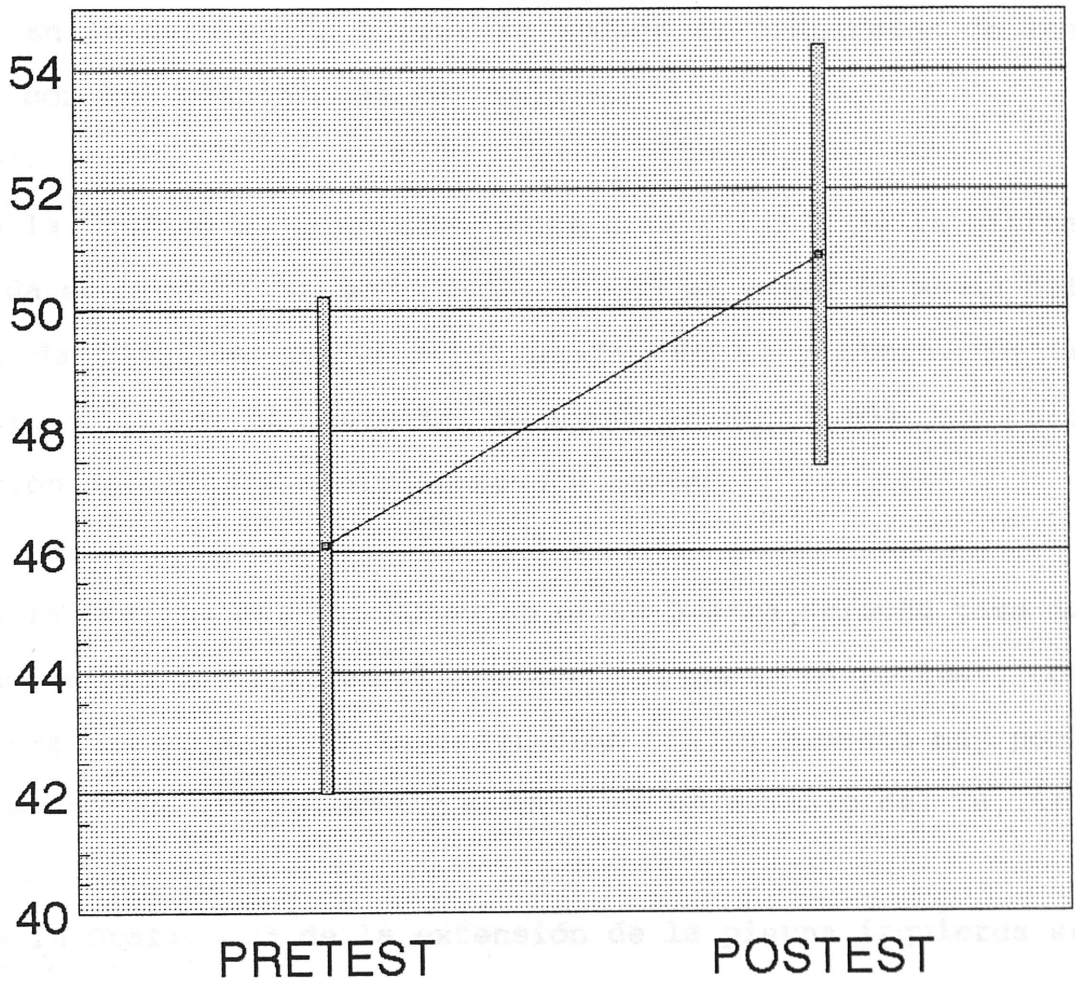
—○— MEDIAS    ■ D.T. +    ■ D.T. -

Gráfica 20

# ACTIVO

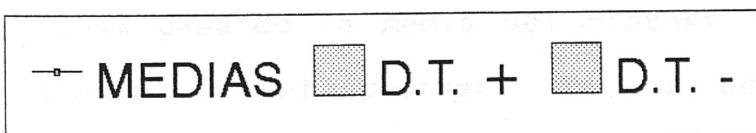
Ext.Tob.izdo.

grados



|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 46,1  | 50,9  |
| D.T. + | 50,22 | 54,39 |
| D.T. - | 41,98 | 47,41 |

Gráfica 21



## GRUPO PASIVO

En la Gráfica 22 se observa que la flexión de la pierna derecha pasa de tener una media de 85,42 grados en el pretest a 95,31 grados en el posttest, por lo tanto existe una mejora del 10,37%. En la desviación típica se reduce la dispersión de los valores con una disminución del 16,57%.

En la Gráfica 23 correspondiente a la flexión de la pierna izquierda se produce una mejora del 11,07% al pasar la media del pretest de 84,23 grados a 94,72 grados en el posttest. En la desviación típica se aprecia un cambio del 8,55% con una dispersión de valores mínimamente aumentada.

En la Gráfica 24, la extensión de la pierna derecha pasa de tener una media de 48,38 en el pretest a 55,26 en el posttest, con una mejora del 12,45%. En la desviación típica aumenta muy poco la dispersión de los valores y se produce un aumento del 16,16%.

En la Gráfica 25 de la extensión de la pierna izquierda se aprecia una mejora del 15,15% al pasar la media del pretest de 48,8 grados a 57,52 grados en el posttest. En la desviación típica se reduce la dispersión de los valores con un cambio del 15,09%.

En la Gráfica 26 de la abducción se produce una mejora del 7,54% pasando la media del pretest de 103,12 grados a 111,54 grados en el posttest. En la desviación típica aumenta

# PASIVO

minúsculamente la dispersión de los valores con un cambio del 5,49%.

En la Gráfica 27 de la extensión del tobillo derecho, la media del pretest pasa de 48,28 grados a 52,06 grados en el posttest, produciéndose una mejora del 7,26%. En la desviación típica se observa un ligero aumento de la dispersión de los valores con un cambio del 15,83%.

En la Gráfica 28 correspondiente a la extensión del tobillo izquierdo se produce una mejora del 7% al pasar la media del pretest de 47,13 grados a 50,68 grados en el posttest. En la desviación típica se aprecia un cambio del 3,07% con una dispersión de valores apenas insignificante.

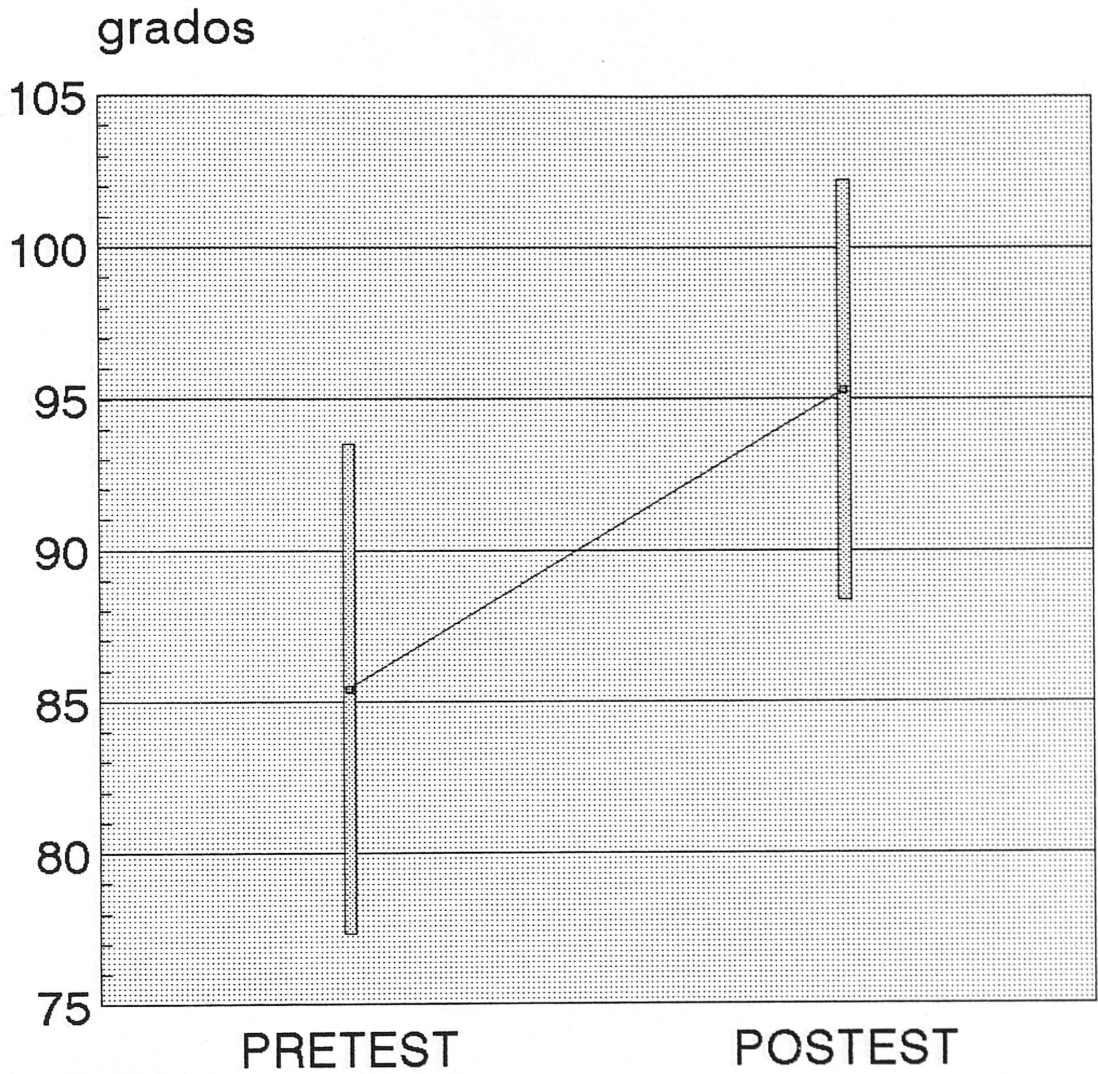
|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 48,28   | 52,06   |
| D.T. + | 53,51   | 61,25   |
| D.T. - | 47,06   | 54,87   |

Gráfica 28

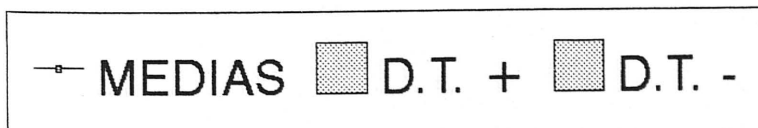


# PASIVO

## Flex.Pn.drcha.



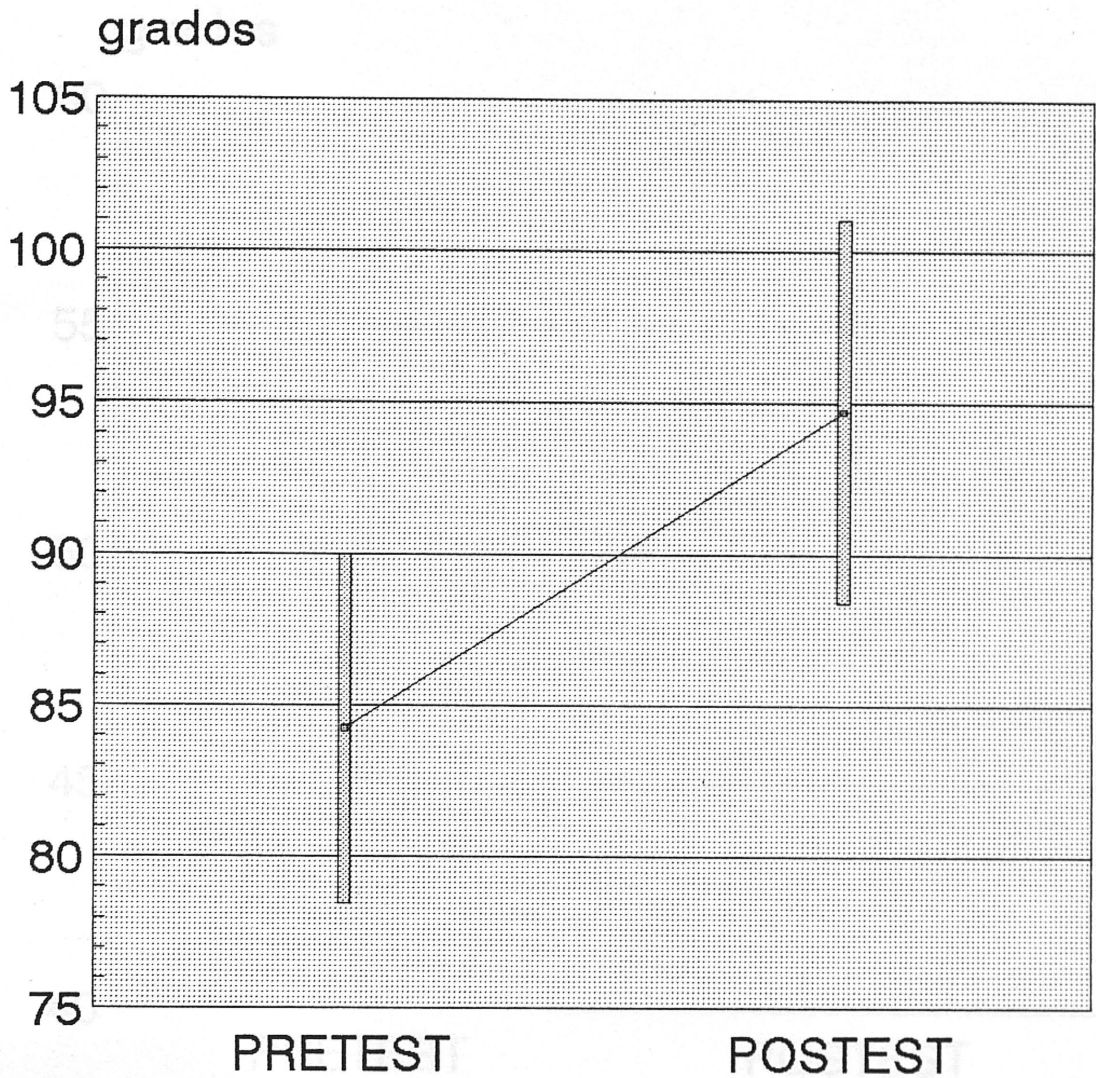
|        |       |        |
|--------|-------|--------|
| MEDIAS | 85,42 | 95,31  |
| D.T. + | 93,51 | 102,25 |
| D.T. - | 77,33 | 88,37  |



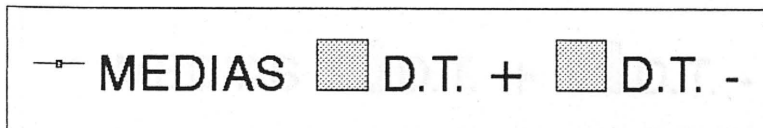
Gráfica 22

# PASIVO

Flex.Pn.izda.



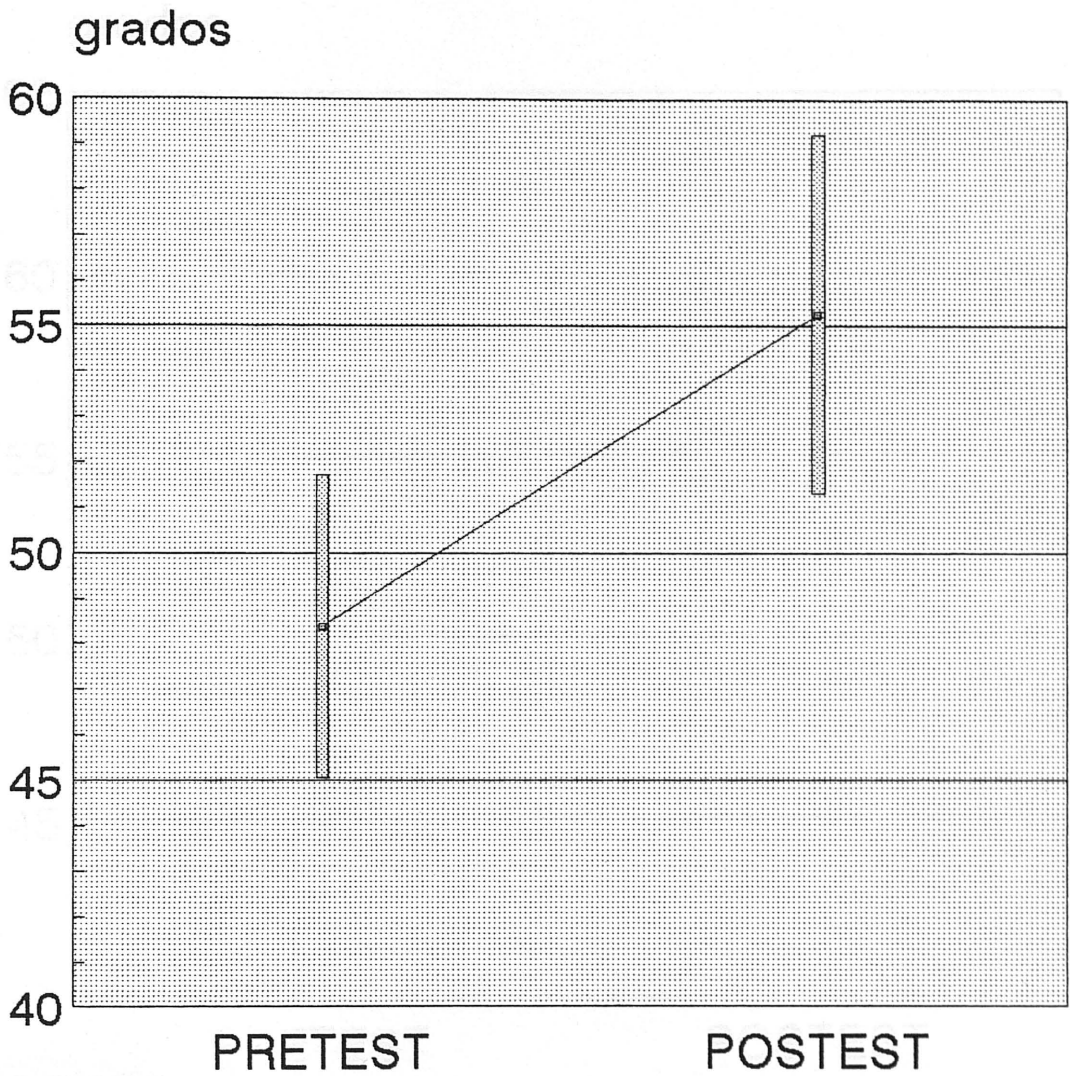
|        |       |        |
|--------|-------|--------|
| MEDIAS | 84,23 | 94,72  |
| D.T. + | 90    | 101,03 |
| D.T. - | 78,46 | 88,41  |



Gráfica 23

# PASIVO

Ext.Pn.drcha.



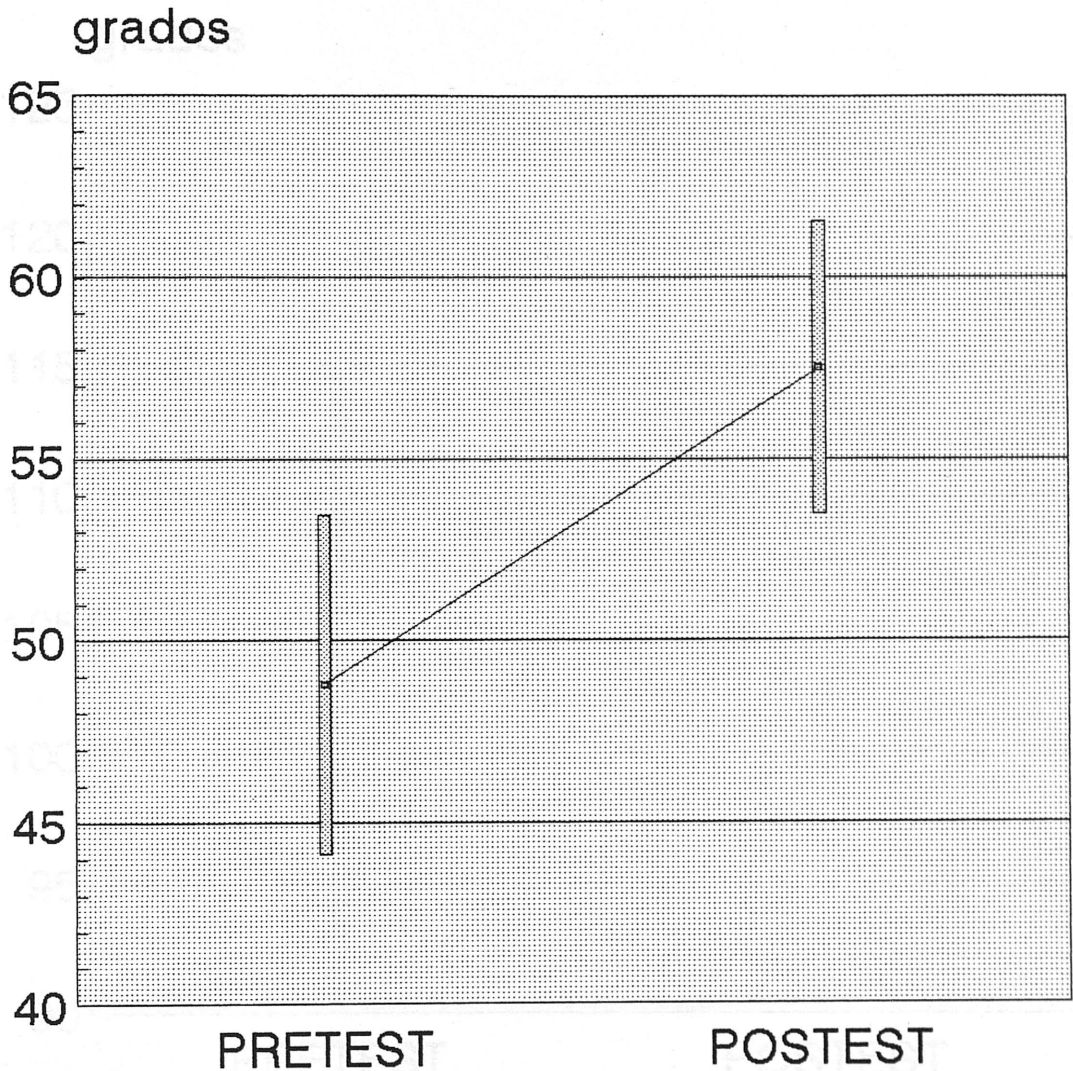
|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 48,38 | 55,26 |
| D.T. + | 51,7  | 59,22 |
| D.T. - | 45,06 | 51,3  |

—•— MEDIAS    ■ D.T. +    ■ D.T. -

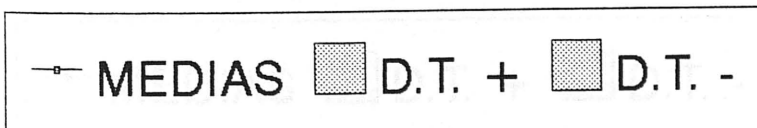
Gráfica 24

# PASIVO

Ext.Pn.izda.



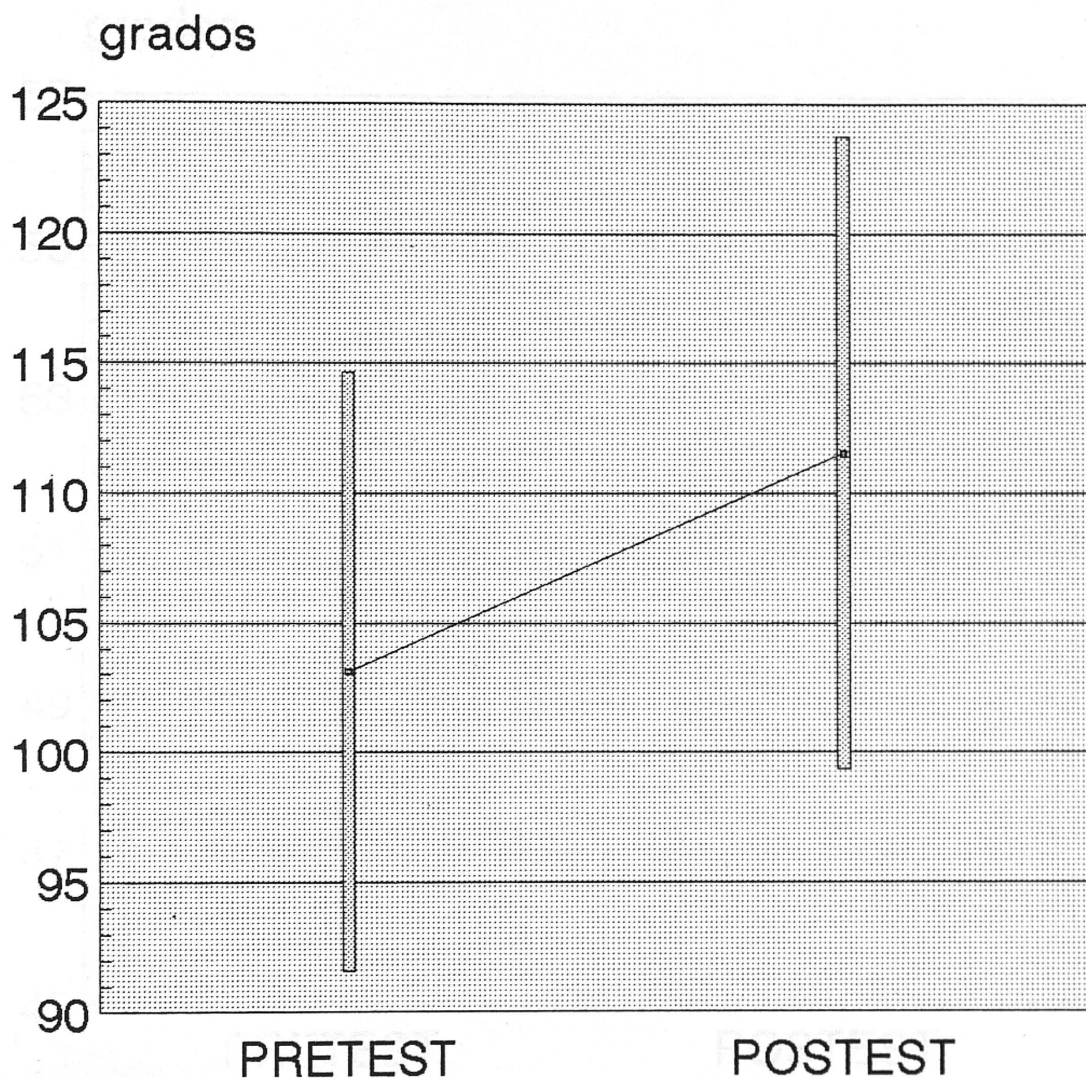
|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 48,8  | 57,52 |
| D.T. + | 53,45 | 61,56 |
| D.T. - | 44,15 | 53,48 |



Gráfica 25

# PASIVO

## Abducción



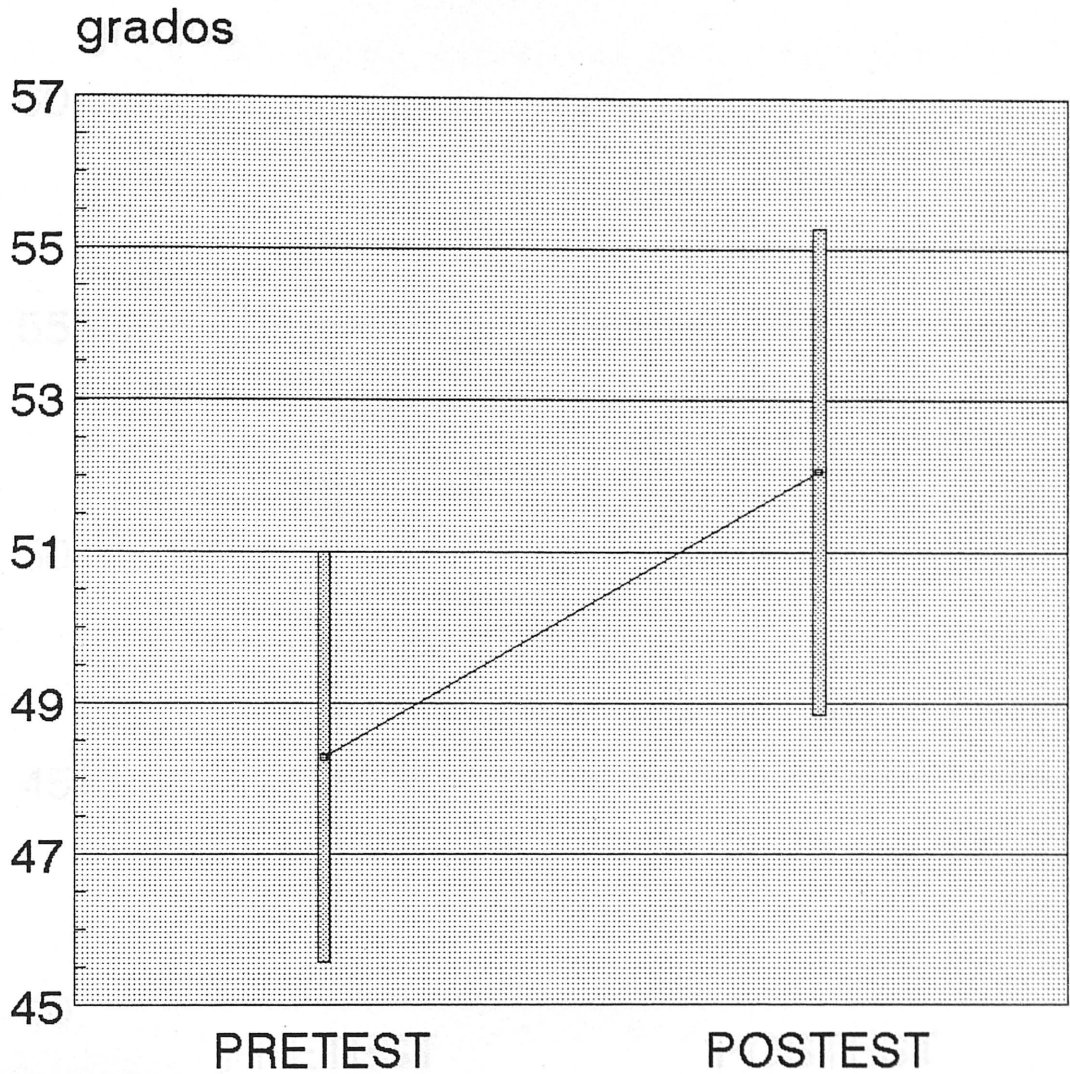
|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| MEDIAS | 103,12 | 111,54 |
| D.T. + | 114,65 | 123,74 |
| D.T. - | 91,59  | 99,34  |

—○— MEDIAS    ■ D.T. +    ■ D.T. -

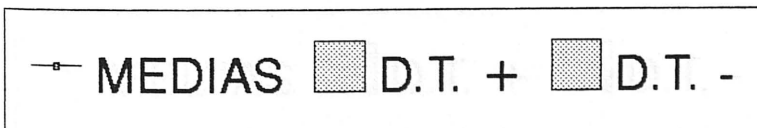
Gráfica 26

# PASIVO

Ext.Tob.drcho.



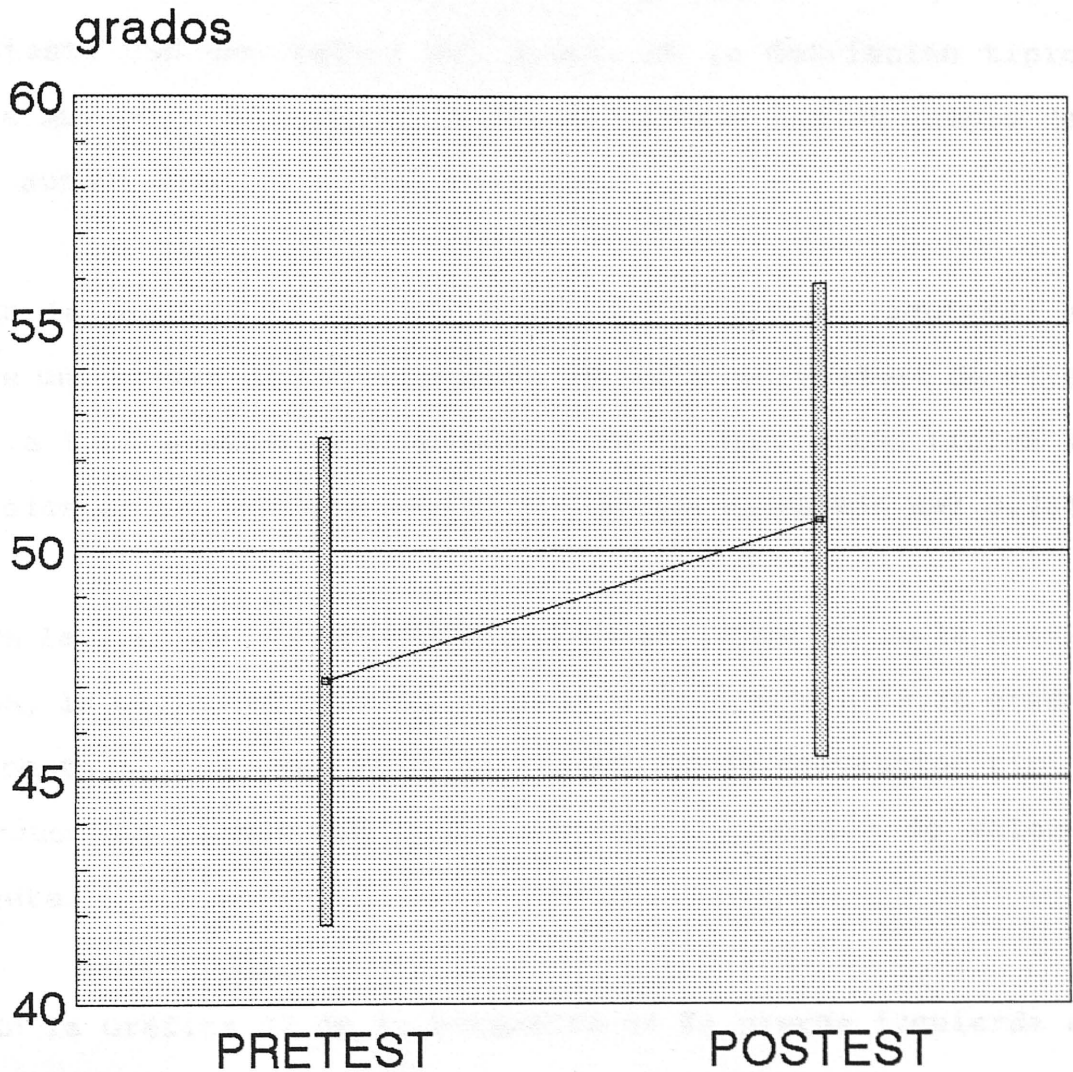
|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 48,28 | 52,06 |
| D.T. + | 50,99 | 55,28 |
| D.T. - | 45,57 | 48,84 |



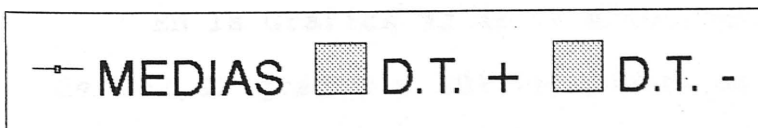
Gráfica 27

# PASIVO

Ext.Tob.izdo.



|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 47,13   | 50,68   |
| D.T. + | 52,5    | 55,89   |
| D.T. - | 41,76   | 45,47   |



Gráfica 28

## GRUPO CONTROL

En la Gráfica 29, la extensión de la pierna derecha pasa de tener una media en el pretest de 85,71 grados a 89,17 grados en el posttest, con una mejora del 3,88%. En la desviación típica aumenta muy poco la dispersión de los valores con un cambio del 4,49%, aunque ésta ya es muy dilatada.

En la Gráfica 30 de la flexión de la pierna izquierda se produce una mejora del 5,1% pasando la media del pretest de 84,84 grados a 89,4 grados en el posttest. En la desviación típica la dispersión de los valores es muy grande con un cambio del 0,78%.

En la Gráfica 31 correspondiente a la extensión de la pierna derecha, la media del pretest pasa de 49,55 grados a 53,26 grados en el posttest, con una mejora del 6,96%. En la desviación típica se produce un cambio del 0,87% con una dispersión de valores semejante.

En la Gráfica 32 de la extensión de la pierna izquierda se aprecia una mejora del 7,4% al pasar la media del pretest de 49,78 grados a 53,76 grados en el posttest. En la desviación típica aumenta notablemente la dispersión de los valores con un cambio del 29,02%.

En la Gráfica 33 de la abducción, la media del pretest pasa de 102,62 grados a 107,79 grados en el posttest, por lo que se



# CONTROL

produce una mejora del 4,79%. En la desviación típica hay un ligero aumento de la dispersión de los valores con un cambio del 6,50%, aunque aquella es muy grande.

En la Gráfica 34 de la extensión del tobillo derecho se aprecia una mejora del 4,49% al pasar la media del pretest de 47,84 grados a 50,09 grados en el postest. En la desviación típica apenas aumenta la dispersión de los valores con un cambio del 8,6%, también con una gran dispersión.

En la Gráfica 35 correspondiente a la extensión del tobillo izquierdo la media del pretest pasa de 46,39 grados a 48,62 grados en el postest, produciéndose una mejora del 4,58%. En la desviación típica aumenta poco la dispersión de los valores con un ascenso del 15,85%.

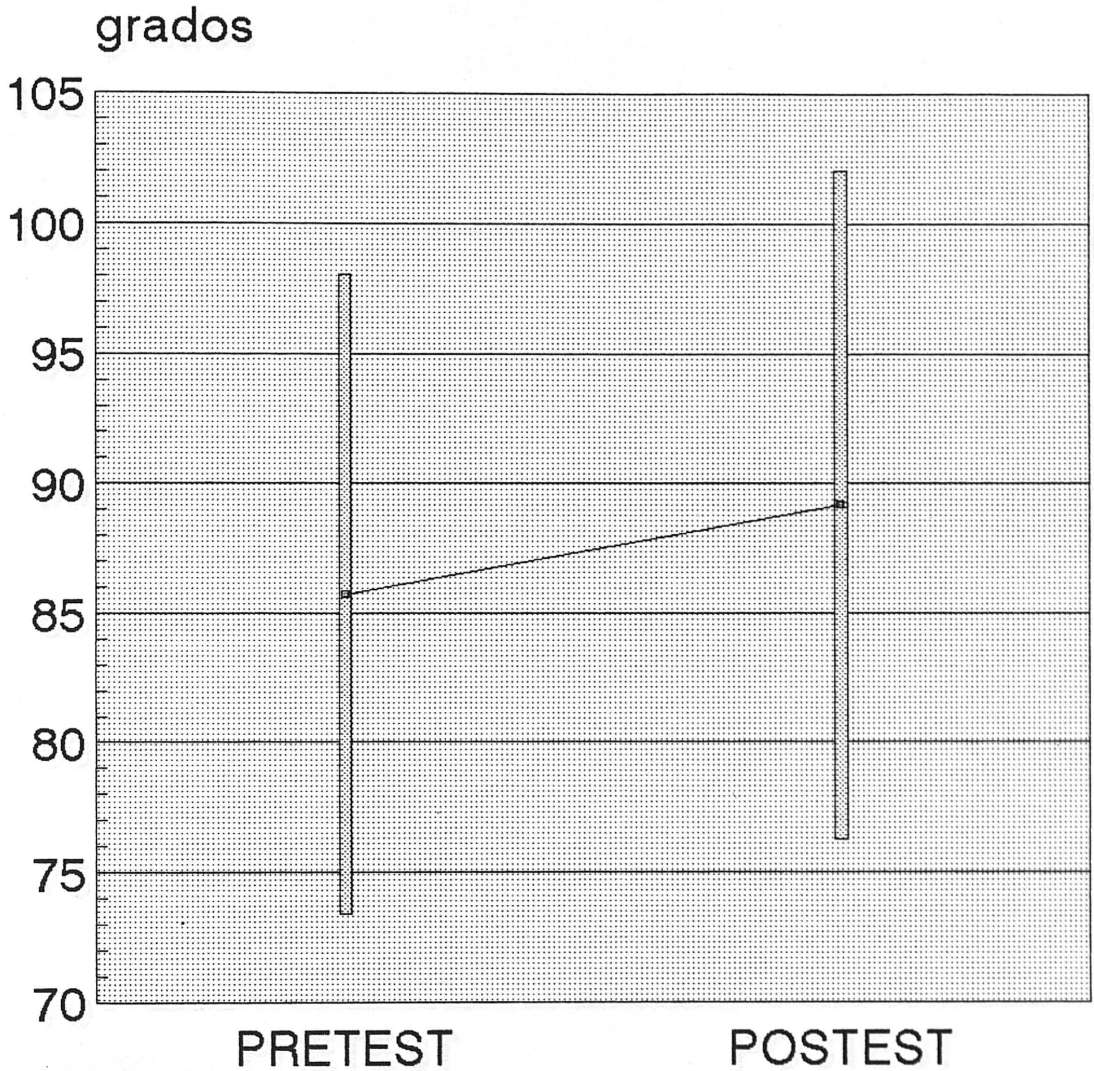
|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 85,71   | 89,17   |
| D.T. + | 98,00   | 102,07  |
| D.T. - | 73,89   | 76,27   |

Gráfica 29

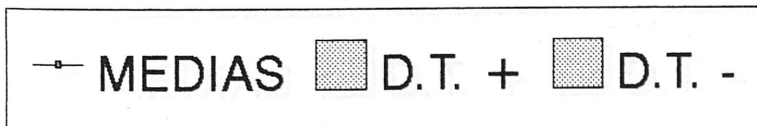
MEDIAS D.T. + D.T. -

# CONTROL

Flex.Pn.drcha.



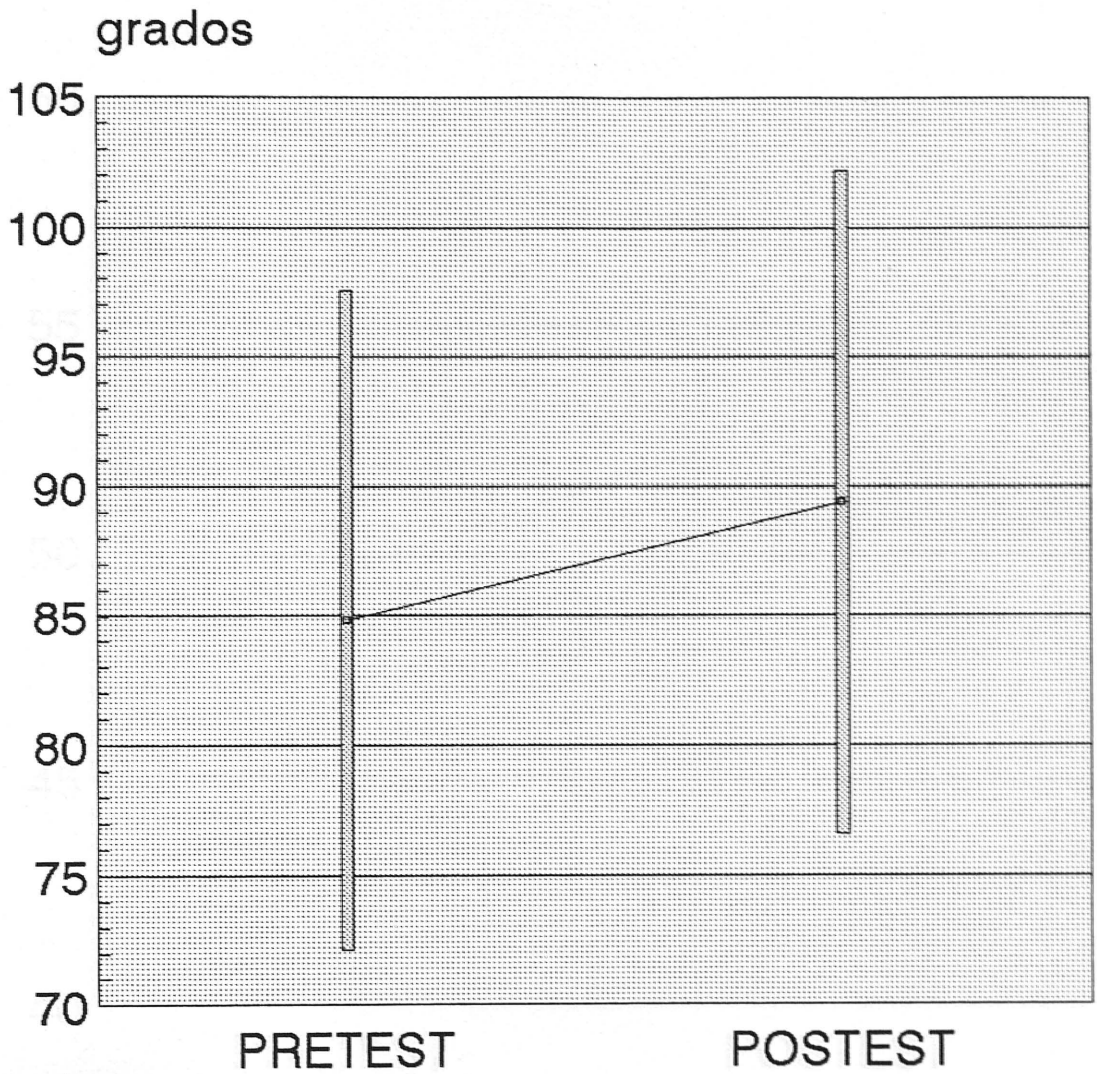
|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 85,71   | 89,17   |
| D.T. + | 98,03   | 102,07  |
| D.T. - | 73,39   | 76,27   |



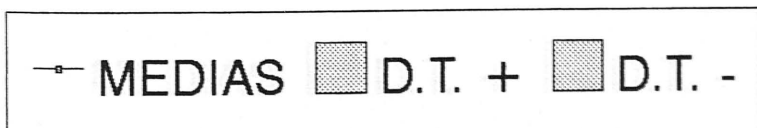
Gráfica 29

# CONTROL

Flex.Pn.izda.



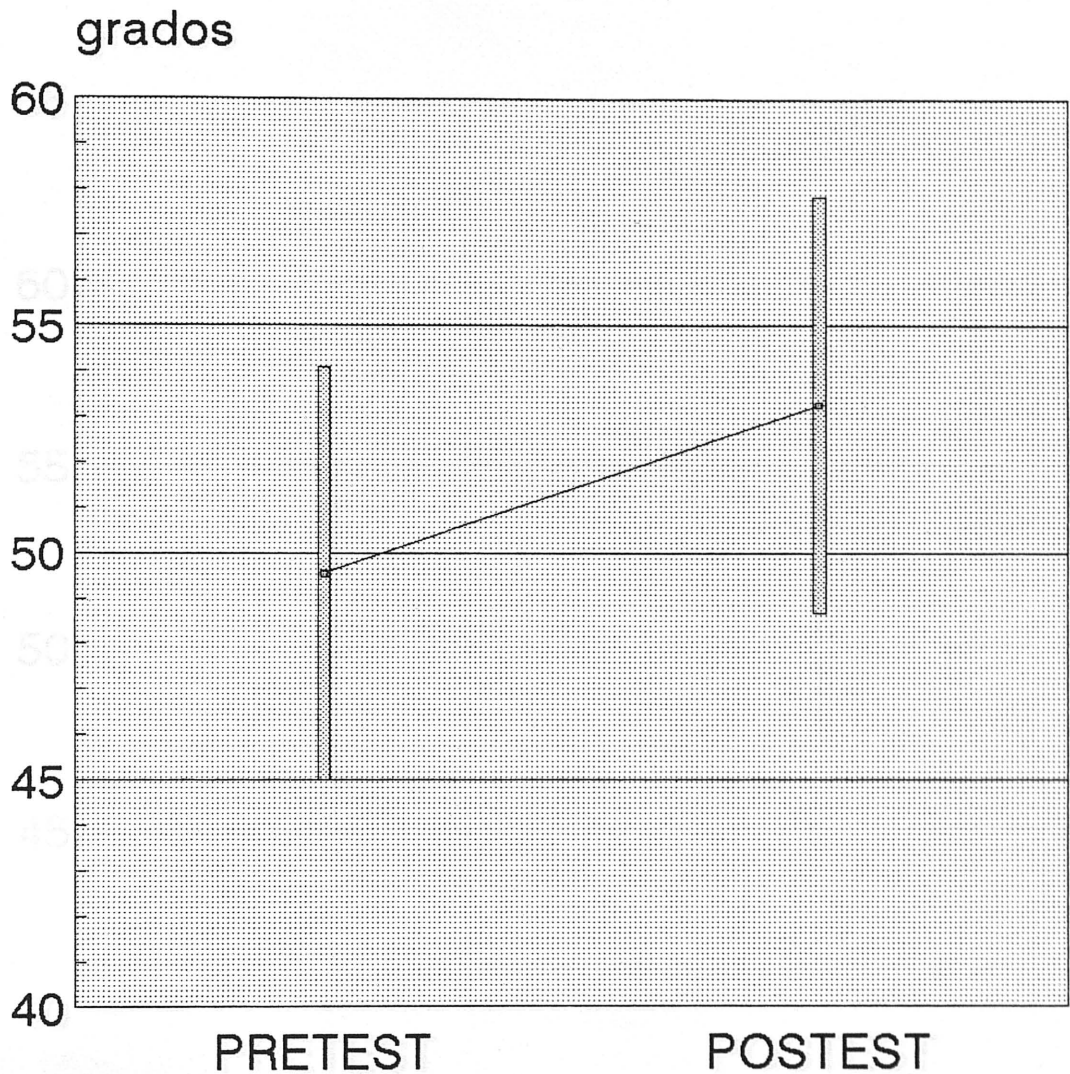
|        |       |        |
|--------|-------|--------|
| MEDIAS | 84,84 | 89,4   |
| D.T. + | 97,55 | 102,21 |
| D.T. - | 72,13 | 76,59  |



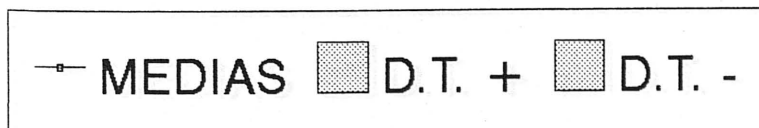
Gráfica 30

# CONTROL

Ext.Pn.drcha.



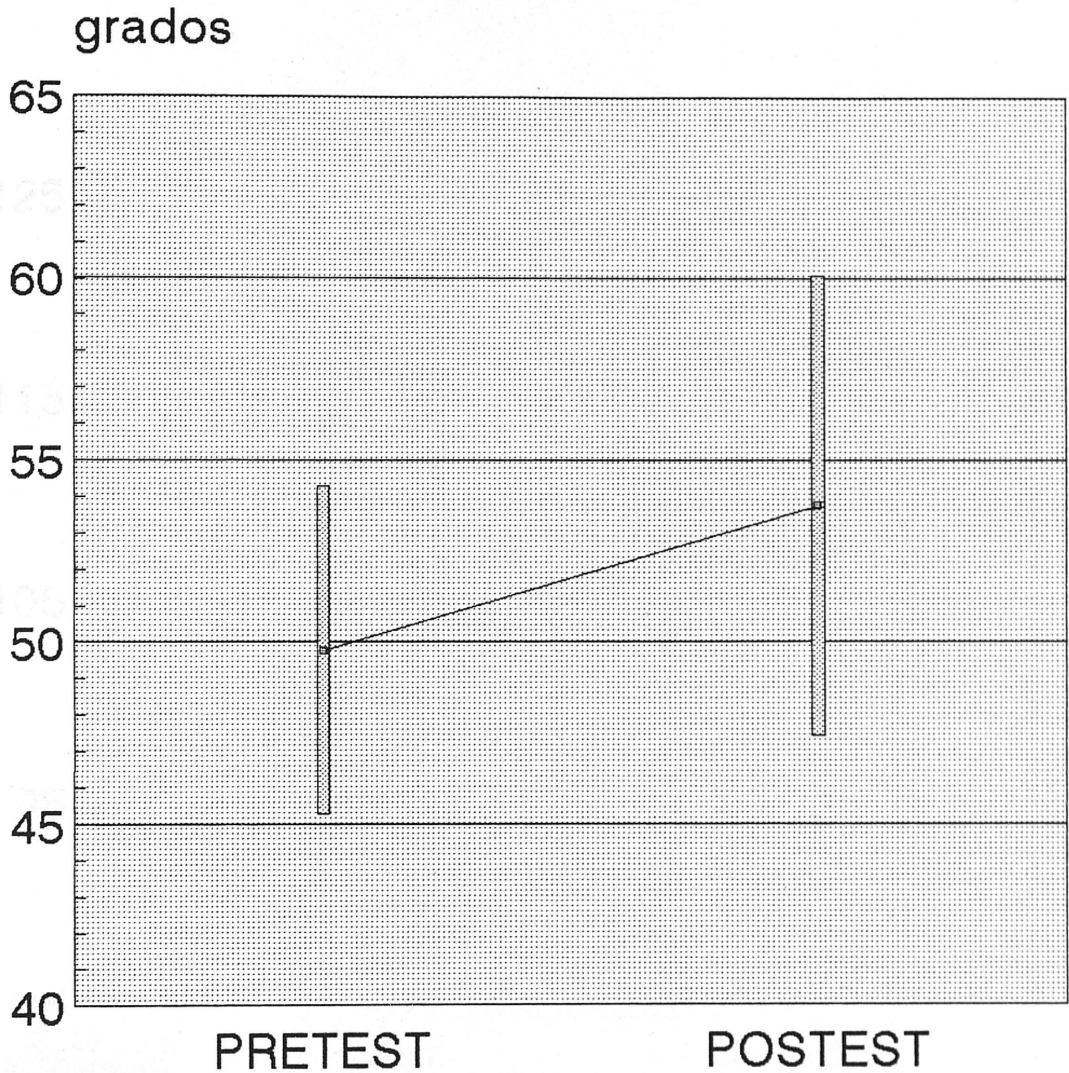
|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 49,55   | 53,26   |
| D.T. + | 54,09   | 57,84   |
| D.T. - | 45,01   | 48,68   |



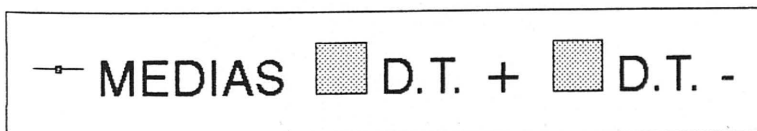
Gráfica 31

# CONTROL

Ext.Pn.izda.



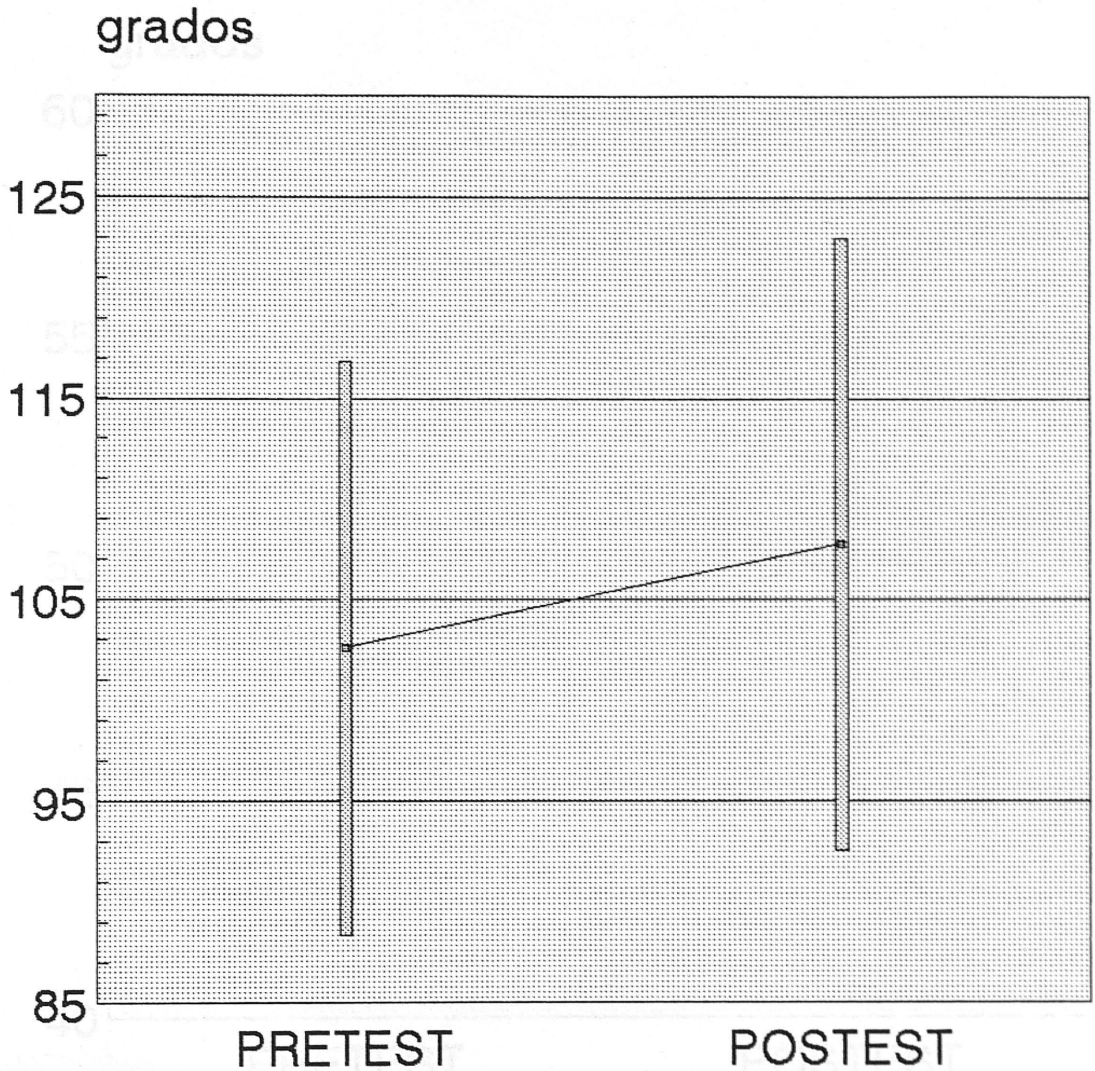
|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 49,78 | 53,76 |
| D.T. + | 54,28 | 60,1  |
| D.T. - | 45,28 | 47,42 |



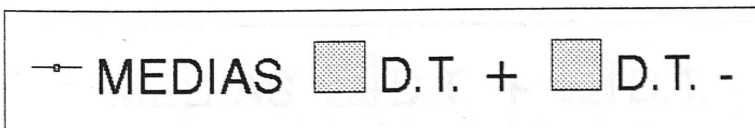
Gráfica 32

# CONTROL

## Abducción



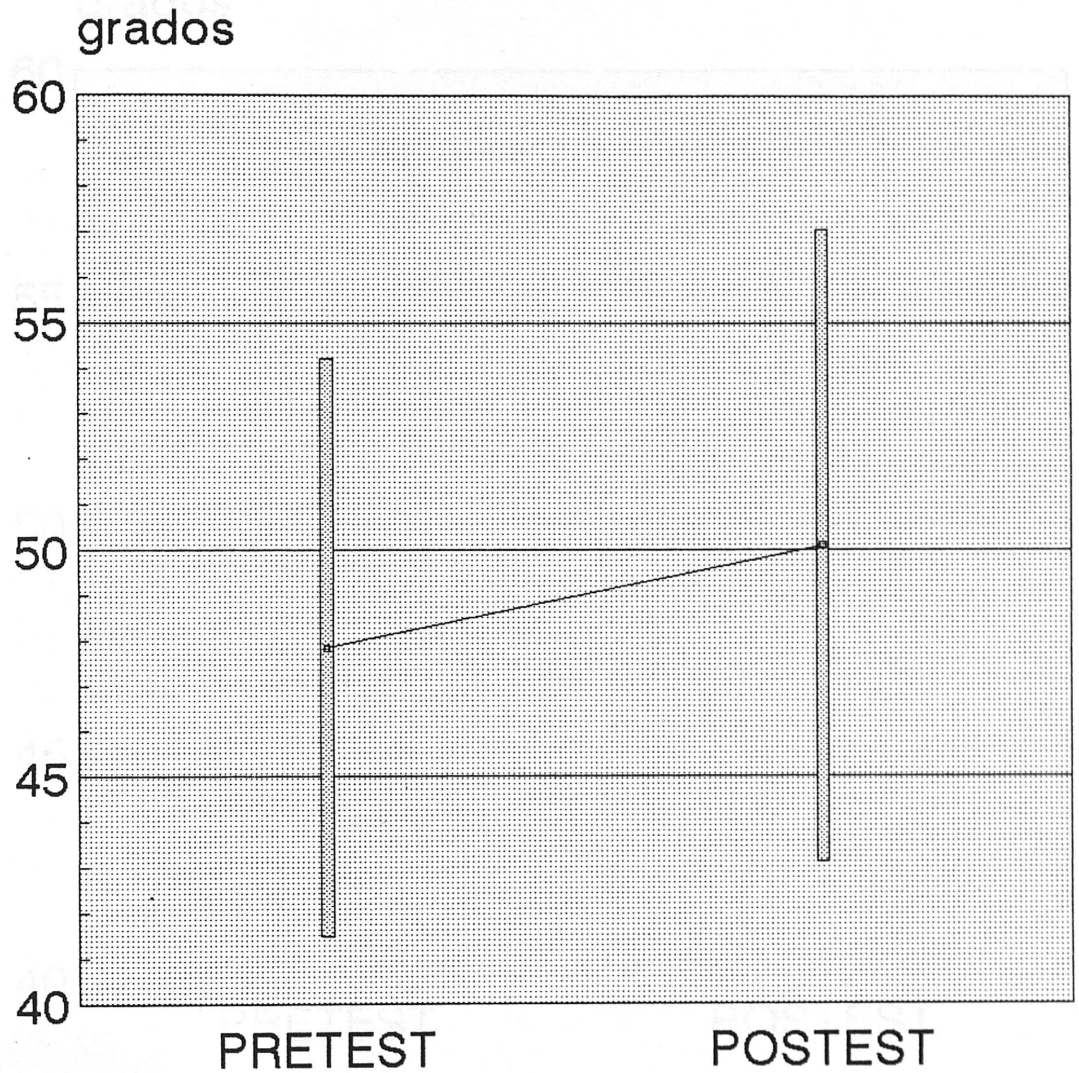
|        | PRETEST | POSTEST |
|--------|---------|---------|
| MEDIAS | 102,62  | 107,79  |
| D.T. + | 116,84  | 123     |
| D.T. - | 88,4    | 92,58   |



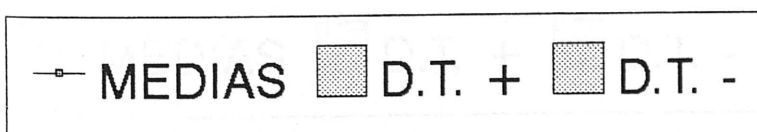
Gráfica 33

# CONTROL

Ext.Tob.drcho.



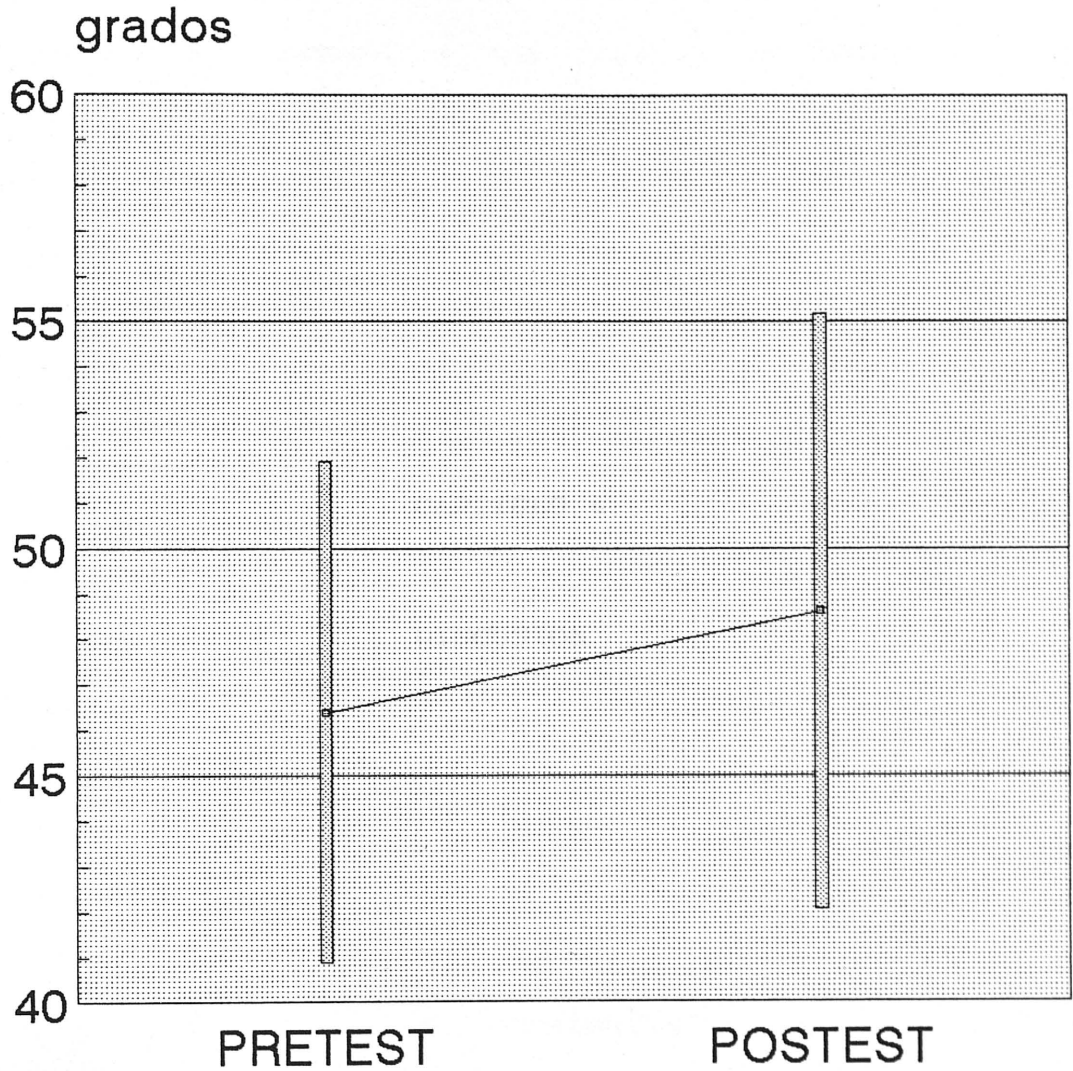
|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 47,84 | 50,09 |
| D.T. + | 54,21 | 57,06 |
| D.T. - | 41,47 | 43,12 |



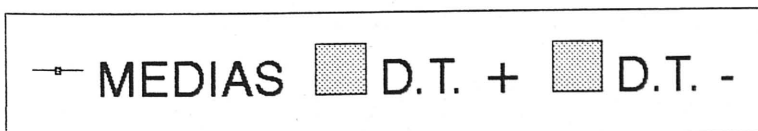
Gráfica 34

# CONTROL

Ext.Tob.izdo.



|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| MEDIAS | 46,39 | 48,62 |
| D.T. + | 51,91 | 55,18 |
| D.T. - | 40,87 | 42,06 |



Gráfica 35





## DISCUSION

La flexibilidad es una cualidad en clara regresión con la edad. La bipedatación precisa una mayor estabilidad en las articulaciones que conduce a una rigidez de los movimientos articulares. De la misma manera, la evolución de cada persona, con la edad, nos conduce a una disminución progresiva de la flexibilidad (Golding and Lindsay, 1983).

Sin embargo, necesitamos flexibilidad para mover nuestras articulaciones y relacionarnos con el medio; mantener una buena postura, disminuir el riesgo de lesiones por fatiga y posturas.

## CAPITULO 4

## DISCUSION

### 2.1. Caracterización del material y método

Se utilizó un método de observación directa. En la literatura, los autores Petr y Kornek, (1976) y Litwin y Gurevich, (1982) han utilizado metodología similar.

Los goniómetros son muy variables a la hora de ser aplicados, ya que las determinaciones dependen de factores personales del experimentador y del sujeto. La fiabilidad de las mediciones goniométricas aumentan con la experiencia del observador.

Aunque el uso de goniómetros se empezó a realizar en la década de los 20, no está clara la fiabilidad de su campo de

#### **4. DISCUSION**

La flexibilidad es una cualidad en clara regresión en el ser humano. La bipedestación precisa una mayor estabilidad en las articulaciones que conduce a una rigidez de los medios de contención articular. De la misma manera, la evolución de cada persona, con la edad, nos conduce a una disminución progresiva de la flexibilidad (Golding and Lindsay, 1989).

Sin embargo, necesitamos flexibilidad para mover nuestras articulaciones y relacionarnos con el medio, mantener una buena postura, disminuir el riesgo de lesiones debido al esfuerzo o a la inactividad y ayudar a evitar dolores tónicos o posturales.

##### **4.1. Justificación del material y método**

Ha sido un método de observación directa. En la bibliografía, los autores Fetz y Kornexl, (1976) y Litwing y Fernández, (1982) han utilizado metodología similar.

Los goniómetros son muy variables a la hora de ser aplicados, ya que las determinaciones dependen de factores personales del experimentador y del sujeto. La fiabilidad de las mediciones goniométricas aumentan con la experiencia del observador.

Aunque el uso de goniómetros se empezó a realizar en la década de los 20, no está clara la fiabilidad de su campo de

aplicación. La mayoría de estudios goniométricos solo introducen variaciones en la observación o en la toma de datos en los tests, baremando los movimientos articulares tanto para la práctica deportiva, como médica y rehabilitadora.

Desde principios de este siglo muchos investigadores han estudiado la metodología de la goniometría. Los goniómetros clásicos, de dos ramas, han sido sustituidos por inclinómetros y electrogoniómetros, así como múltiples modificaciones de los mismos.

Según nuestra experiencia, la goniometría debe utilizar métodos simples, que permita resultados repetitivos y que sea igualmente utilizado en diferentes articulaciones sin influencias propias del sujeto, como, por ejemplo, sus medidas bioantropométricas.

En un gran número de manuales y descripciones técnicas, se aplican criterios excesivamente mecanicistas, especialmente en los primeros años de desarrollo de la goniometría, luchando por encontrar ejes articulares fijos, móviles o mixtos, en cada tipo de articulación, lo cual complica extraordinariamente el método de medición. En nuestros días, Van Roy (1985) ha realizado estudios que confirman los estudios de principios de siglo de Virchow, realizando exámenes radiológicos en los que se aprecia que existen pequeñas traslaciones de los ejes articulares, insistiendo más en el aspecto tridimensional del movimiento,

concluyendo que el movimiento articular se realiza con un componente de giro o de pivotamiento, un componente de deslizamiento y un componente de rotación conjunta.

La existencia de rodamiento es criticado por algunos autores, aunque es el componente más estudiado y aceptado y no se realiza de forma regular en todas las articulaciones sinoviales en donde existe un coeficiente de fricción muy marcado y, por tanto, de freno del rodamiento que explican que los rodamientos en articulaciones sinoviales no se realicen como lo haría una rueda sobre el suelo.

El componente de deslizamiento está facilitado por la presencia de líquido sinovial y va a interferir con el componente de rodamiento.

El componente de rotación conjunta se presenta en el caso de rodamiento y deslizamiento asimétrico que no se pueden explicar en los especímenes articulares convencionales. Los aspectos asimétricos del movimiento pueden estar facilitados o acentuados y neutralizados por la existencia de sistemas musculostendinosos y ligamentos: rotación adjunta acentúa o neutraliza el efecto de una rotación conjunta.

También es necesario señalar que la congruencia de las superficies articulares varía según la articulación ("close-packed position" o "loose-packed position") en las que no se puede explicar el movimiento como el simple desplazamiento de un



hueso A que se relaciona con un hueso B, sino considerando que los dos huesos entran, en todo caso, en movimientos simultáneos. Incluso, si desde el punto de vista visual un hueso no se mueve es porque parte de su movimiento consiste en autofijarse.

Si queremos aplicar estos criterios a la práctica goniométrica, en los que el eje del goniómetro debe fijarse en el eje articular, debemos revisar la técnica de medición. El hecho es que, en los manuales de los distintos goniómetros encontramos multitud de indicaciones para fijar el eje del goniómetro, basadas en los hechos anteriores. Del mismo modo, errores importantes se pueden encontrar en la fijación del eje goniométrico.

El desarrollo de inclinómetros, por ejemplo el de LABRIQUE y el fléxometro de LEIGHTON han limitado en parte, pero no los han eliminado, estos problemas. Estos goniómetros utilizan los principios de la gravedad para medir un ángulo articular obtenido en relación a la vertical, pero tienen la desventaja de crear errores debidos a la perturbación de amplitudes articulares en movimientos compensatorios no detectados.

Esta aproximación cinesiológica nos hace pensar que las diferencias, encontradas en la literatura en la localización de los brazos goniométricos, pueden ser reducidas por la observación directa realizada por los métodos cinematográficos y por digitalización de imágenes que anulen las basculaciones

compensatorias, sin olvidar que los goniómetros son técnicas bidimensionales para medir los movimientos articulares tridimensionales característicamente.

Clásicamente, para los movimientos de cadera se estudia la posición decúbito lateral, pero esta posición no es favorable para realizar esfuerzos de velocidad máxima (Portero, P. 1985).

Sería necesario emplear, como propone Van Roy (1985), goniómetros con ramas pivotantes montadas sobre ejes correderos sobre el brazo mayor del goniómetro, pero de utilización sólo para personas muy expertas.

En la práctica diaria, la medición del movimiento articular, con o sin uso de goniómetros, es una conducta muy extendida tanto en el campo de la medicina como en el del entrenamiento. La variabilidad de las mediciones es el resultado de las variaciones intertest, de variaciones intratest y de las variaciones biológicas, las cuales también son dependientes del tipo de educación, experiencia y de los dispositivos goniométricos de medición. Las variaciones biológicas pueden ser reducidas por la estandarización de las circunstancias externas, tales como un calentamiento, horario de ejecución, instrucciones de los sujetos u otros. Los mismos factores afectan a las variaciones intertest.

Un factor adicional es introducido por el error de observación entre diferentes evaluadores. Este factor puede ser

reducido administrando idéntica información a los observadores y usando el mismo material de experimentación.

En cualquier caso, las mediciones goniométricas tienen una menor variación intratest que intertest (Bovens, 1990), considerando que las variaciones intertest no son consistentes en periodos largos de tiempo y que los errores de medición, señalados por los distintos autores, oscilan entre los 5 y los 10 grados de media, dependiendo de la articulación y del método de medición.

En nuestra observación, un requisito fundamental fué utilizar un método de registro que fuese fiable y sensible, para poder determinar variaciones articulares de, al menos, un grado. Bovens (1990) señala que los goniómetros de experimentación más fiables deben ser sensibles a variaciones menores de 5 grados, con lo que nos encontrábamos dentro de los rangos de observación señalados en la bibliografía.

Utilizando goniómetros manuales o electrónicos no se pueden asegurar mejoras o cambios en la amplitud articular que oscilen entre 5- 10 grados, en la mayoría de articulaciones, tanto por el error de medición como a su asociación con variaciones biológicas, incluso para pequeñas articulaciones como la muñeca, que se acentúa en las grandes articulaciones como la cadera, en donde influye muchísimo la constitución del sujeto.

Pros del método:

- 1/ Observaciones directas
- 2/ Mediciones repetitivas
- 3/ Posibilidad de fijar los puntos articulares
- 4/ Velocidad de ejecución, que influye sobre las fuerzas máximas y a los ángulos correspondientes a esos movimientos, determinando los ángulos de eficacia máxima (Portero, P. 1985), que son diferentes para los músculos de la cadera y rodilla a los 90, 60 y 30 grados de flexión. La relación fuerza-velocidad es peor en los isquiotibiales que en los extensores de la rodilla, por lo que parecen ser menos sensibles a la velocidad.
- 5/ Respecto a los sujetos. Todos ellos tenían la misma constitución corporal, por lo que los errores de apreciación biológica debían ser similares en todos los casos.
- 6/ Respecto a las articulaciones utilizadas: Caderas y tobillos, son las articulaciones más sensibles al entrenamiento deportivo, ya que los músculos implicados son los más voluminosos y potentes, y por lo tanto los cambios en la elongación muscular influyen especialmente en la movilidad articular.
- 7/ Respecto a los movimientos: Se estudió la abducción de cadera para valorar la influencia del entrenamiento en los músculos aductores, que son los músculos más limitantes del movimiento de abducción, especialmente en deportistas ajenos a prácticas gimnásticas.



El estudio de la extensión de la cadera, sin embargo, intentaba valorar la influencia del entrenamiento en la elongación de los ligamentos iliofemorales, ya que no existe limitación muscular para la extensión en sujetos jóvenes. Sin embargo, la flexión de cadera está limitada por la tensión de los músculos isquiotibiales, que pueden mejorar más que los ligamentos su elongación, al tener un mayor componente elástico.

Las mediciones de la cadera precisan realizarse con una referencia precisa que, según la bibliografía, se sitúa en la espina iliaca anterosuperior y un referente femoral situado en la tuberosidad del cóndilo externo femoral, tomando como centro de giro una línea imaginaria que una las apófisis de los dos trocánteres mayores (Peninou, G. et al. 1984). Estas referencias se obtienen a partir de tres observaciones: De pie en reposo, contra un plano corrector (una pared), en decúbito supino, con la rodilla extendida.

El mayor problema técnico está en localizar el borde del trocánter mayor, que se realiza con la ayuda de tres dedos, uno sobre el borde anterior del trocánter mayor, otro sobre su borde posterior y otro en el borde superior y en medio. Los puntos de referencia se marcan directamente sobre la piel (Peninou, G. et al. 1984).

Los valores medios, para ambos sexos, son de  $100^{\circ}$  en flexión y de  $10^{\circ}$  de extensión, con rodilla flexionada, sin asociar

movimientos del raquis.

#### 4.2. Tipos de entrenamiento

Se ha sugerido en la bibliografía que el estiramiento estático y un calentamiento puede prevenir la aparición de lesiones de estiramiento y daño muscular (High and Howley, 1989), especialmente en sujetos sedentarios o sin preparación física general. Esas lesiones se relacionan con una insuficia de la resistencia muscular y un daño del tejido conectivo, debiendo realizar ejercicios de calentamiento tanto excéntricos como concéntricos (High and Howley, 1989).

Podemos afirmar que los tres métodos utilizados han sido efectivos para la mejora de la flexibilidad de los segmentos corporales estudiados en sujetos jóvenes deportistas. Rider and Daly (1991) solo señalan mejoras en el grupo experimental pero en sujetos de edades mucho mayores (71 años de media) mientras que Chevutschi et al. (1991) observan mejoras en sujetos con lesiones de rodillas mediante entrenamiento de flexibilidad activa y pasiva.

Resultados similares señala Etnyre and Abraham (1986), aunque limitados exclusivamente a los movimientos de tobillo, por lo que afectan sólo al músculo sóleo partiendo de una flexión de rodilla, y detectando mayores influencias de los métodos FNP respecto a los métodos de flexibilidad activa o dinámica y pasiva o estática.

En edades más juveniles (entre los 6-15 años) Docherty and Bell (1985) aprecian que es necesario relacionar los cambios en la flexibilidad con ajustes en las proporciones corporales, apreciándose que la flexibilidad varía de forma lineal con los cambios en los segmentos corporales o en las relaciones longitud de brazos/piernas/tronco, especialmente cuando se utilizan los métodos flexométricos (como el flexómetro de Leighton).

Sin embargo, el método más comúnmente empleado para mejorar la flexibilidad es el método pasivo, aunque solicita menos al músculo en longitud y durante más tiempo que los métodos activos. Y además de utilizarse como medio de calentamiento para prepararnos para otros ejercicios más agonísticos, muchas veces son causa de lesiones.

**Respecto al método FNP:** El método FNP lo hemos utilizado como lo emplearon diversos autores: Cornelius y Hinson (1980); Hardy (1985); Wallin (1985); Etnyre y Abraham (1986); Hartley O'Brien (1980); Holt y Smith (1983); Medeiros et al. (1977); Moore y Hutton (1980); Workman, Blanke y Sady (1982); Tanigawa (1972), es decir, estiramiento del músculo hasta su máxima elongación, contracción isométrica de los antagonistas durante 7-8 segundos, relajar entre 2-5 segundos y estirar pasivamente hasta el máximo rango de movimiento (CR ó PI).

En nuestro estudio hemos utilizado seis segundos para la contracción isométrica según la afirmación que Hardy y Jones

(1986) hacían sobre el aumento de la flexibilidad en relación al periodo más largo de contracción isométrica. Sin embargo, el uso de la flexibilidad estática o dinámica intensiva determinan, en sujetos previamente sanos aunque no acostumbrados a tales ejercicios, alteraciones detectables del tejido conectivo muscular y cambios significativos de la creatínkinasa muscular (Smith, L. et al. 1993). La flexibilidad estática determina menos alteraciones que la dinámica de tipo balístico.

Así, en la estadística descriptiva, hemos observado como el mayor número de tantos por ciento de mejora se ha producido con este método, concretamente en la EPd (16,38%), en la ABD (9,37%), en la ETd (15,9%) y en la ETi (13,59%).

Según la estadística inferencial, apreciamos en la tabla 6 cómo existe variación entre las medias del pretest y las del posttest ya que se observa la máxima significación, salvo en el test de EPd, en el que la significación es menor ( $p < .01$ ), esto puede ser debido al aumento de la desviación típica en el posttest.

Al comparar los postests del grupo FNP con los del posttest del grupo activo o balístico, se aprecia una significación mínima ( $p < .05$ ) en los test de ABD, ETd y ETi, (tabla 5).

Si de nuevo lo comparamos con el método pasivo o estático se observa que las medias han variado algo más en el test de la

ETd ( $p < .005$ ) y una mínima diferencia significativa en la ETi y Epi ( $p < .05$ ).

Por último al comparar las medias del posttest del método FNP con las del grupo control, aparece significación en la ETd ( $p < .005$ ) y una variación mínima en la ETi ( $p < .05$ ), (tabla 5).

**Respecto al método activo:** El grupo activo o de balística llegaban a la máxima amplitud de movimiento a través del alargamiento de los antagonistas. Generalmente esta técnica no está recomendada por el daño que puede ocasionar al músculo la extensión rápida, sin embargo nosotros opinamos que no se debe prescindir de este método ya que en determinados deportes se utilizan movimientos rápidos y de gran amplitud a la vez. Sería aconsejable, en dichos movimientos, no enfatizar la velocidad sino la amplitud, para evitar la lesión.

En el fútbol, las mejoras en la amplitud articular tras realizar un entrenamiento específico de flexibilidad, con cualquier método, se mantienen menos de 24 horas debido al predominio de músculos antagonistas al movimiento, esto es, músculos que tienden a mantener el equilibrio del apoyo o de la estática, teniendo en cuenta que este deporte se realiza en situaciones de gran desequilibrio postural. Sin embargo, en gimnasia artística y rítmica, el casi universal dolor lumbar es debido a una exagerada flexibilidad lumbar junto a una menor movilidad de hombros (Geijerstam, S. et al. 1982) y a los

movimientos estáticos que se realizan con hiperlordosis lumbar (Meen, D. et al. 1982).

En un estudio de Hardy y Jones (1986) en el que se investigó los efectos de las técnicas de FNP y balística en el desarrollo de la flexibilidad dinámica, se observó que las mejoras obtenidas se mantuvieron pocos días por el escaso número de sesiones de entrenamiento (7 aproximadamente). Se interpretaron los resultados sugiriendo que para la mejora de la amplitud dinámica de movimiento, las dos técnicas eran eficaces.

Hartley O'Brien (1980) no encontró diferencias significativas en su estudio, en el cual aparecen las técnicas: Balística, estática, FNP activa y FNP pasiva. Igualmente ocurre en el estudio de Lucas y Koslow (1984). (2 previous op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

En nuestro estudio, a través de la estadística descriptiva, hemos observado que los mayores tantos por ciento de mejora se han producido con el método activo en la FPd (12,89%) y en la FPi (13,96%), lo cual justifica la utilización de ejercicios de este tipo para entrenamiento de flexibilidad de cadera.

En la estadística inferencial podemos deducir también que las diferencias entre las medias del pretest y las del posttest (tabla 6) han variado significativamente ( $p < .001$ ) en todos los tests.



En la tabla 5 observamos cómo al comparar las medias del posttest del método activo con las del método pasivo no existen diferencias significativas para ninguno de los tests. Sin embargo al compararlo con el grupo control se observa una ligera significación ( $p < .05$ ) en la EPd.

En general, el mayor aumento producido entre pretest y posttest ha sido concretamente en este método y en los tests de FPD y FPI, los cuales están referidos a movimientos rápidos y que favorecen la amplitud.

**Respecto al método pasivo:** El método pasivo empleado ha sido el referido al estiramiento estático que utiliza una extensión lenta y prolongada para vencer la influencia inhibitoria del reflejo miotático. En este método no existe contracción isométrica ni tiempo de relajación. Se puede llegar a la extensión por medio de ayuda de algún compañero o por el propio individuo o aparatos, como espalderas, barras, bancos, etc.

Casi todos los estudios revisados incluyen esta técnica comparándola con balística y FNP. Así, por ejemplo Hartley-O'Brien (1980) en su estudio con mujeres, donde empleó los métodos balístico, estático y FNP pasivo y activo, se obtuvo el mayor campo de movimiento con el método estático o pasivo aunque sin diferencias significativas (op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

Igualmente en nuestro trabajo ocurre en algunos tests, concretamente con la EPI, en el que se produce el mayor tanto por ciento de mejora (15,15%).

Al comparar el postest del grupo pasivo con el del grupo de FNP observamos que no son significativas las diferencias, salvo las de la EPI ( $p < .05$ ), ETD ( $p < .005$ ) y ETI ( $p < .05$ ), (tabla 5).

Medeiros et al. (1977) no llegaron a la conclusión de que los métodos de FNP fueran mejores que los métodos de estiramiento pasivo (op. cit en Etnyre and Lee, 1987).

Hutton y Condon (1987) tampoco encontraron diferencias significativas entre FNP y estiramiento estático, (op. cit. en Etnyre and Lee, 1988).

Al comparar los métodos pasivo y activo observamos también cómo no existen diferencias significativas entre las medias de los postest. Así, ninguno de los estudios que incluyen ambos métodos encuentran significación, Hartley o'Brien (1980); Travis, Okita y Holt (1970); Lucas y Koslov (1984); Workman, Blanke y Sady (1982), (4 previus op. cit. en Etnyre and Lee, 1987).

**Respecto al grupo control:** El grupo control no realizó ningún tipo de entrenamiento. El incluirlo fue por observar los incrementos absolutos en el campo de movimiento relacionado con cada método de extensión.



Podemos observar como se produce una mejora significativa entre el pretest y el posttest (tabla 6), no tanto como en los otros tres grupos, pero sí lo suficiente como para asegurar que la actividad física favorece la flexibilidad, puesto que la diferencia entre la realización del pretest y del posttest fue de seis meses (enero-junio) y se encontraban en pleno curso académico, con clases y actividades prácticas diversas, que posiblemente, hayan sido las causantes del aumento de elasticidad.

En la tabla 7, al comparar las medias del pretest de todos los grupos con las medias del posttest, nos da la máxima significación ( $p < .001$ ) para cada uno de los tests, es decir, las medias de los cuatro grupos han variado significativamente, lo que nos indica que tanto los grupos experimentales como el de control han mejorado.

**Análisis final:** No podemos por tanto asegurar cuál de los tres métodos de estiramiento ha sido mejor, todos han mejorado y ninguno destaca con grandes diferencias. Quizás el motivo de esta igualdad se pueda deber al excesivo número de sesiones de entrenamiento. En algunos estudios aparece solo una sesión como Cornelius y Hinson (1980); Etnyre y Abraham (1986); Travis, Okita y Holt (1970); Moore y Hutton (1980). Otros, con más de una sesión (siete aproximadamente) como Hartley O'Brien (1980); Lucas y Koslov (1984); Hardy y Jones (1986); Hardy (1985), pero nos parecían aún pocas sesiones, (8 previous op. cit. en Etnyre and

Lee, 1987). aspectos mejoran no solamente el rendimiento del deporte sino que en plazos cortos (menos sesiones) o largos

Nosotros pensamos, dados los resultados obtenidos, que en jóvenes deportistas genéricos (deportes de equipo principalmente), no es necesario entrenar la flexibilidad de forma tan intensiva como se podía requerir en otros deportes más técnicos (Gimnasia artística, Rítmica, Patinaje artístico, etc.). De hecho solo Wallin et al. (1985) han utilizado catorce sesiones y observaban en la primera parte de su experimento que había mejoras significativas en el grupo FNP pasivo respecto al grupo que utilizó balística. Después se dieron cuenta que los mismos grupos, en otras catorce sesiones, mantenían la flexibilidad si entrenaban una vez por semana y mejoraban poco más si entrenaban tres-cinco veces a la semana.

Esta investigación llegó a nuestras manos cuando habíamos finalizado nuestro estudio. Pero nos ayuda a estimar que la flexibilidad se consigue prontamente. Quizás en 12-14 sesiones se podrían alcanzar los más altos parámetros y luego se mejora poco o se mantiene la misma. Para eso tendríamos que haber pasado un test intermedio y observar cuando se producían las mejoras.

Hay cualidades motrices primarias que influyen sobre la flexibilidad y la mejoran. Lo cual explica que haya deportes que potencian o benefician menos la flexibilidad que otros.

Estos aspectos mejoran no solamente el rendimiento del deporte sino que en plazos cortos (menos lesiones) o largos (mejora, mantenimiento de la salud, forma física y esquema corporal) hacen de esta cualidad un bien que se debe mantener toda la vida. En personas mayores beneficia la independencia de éstos.

#### CAPITULO 5

#### CONCLUSIONES



1.- Todos los métodos parecen ser efectivos para mejorar la flexibilidad en el tipo de deportistas estudiados.

2.- La exposición de los sujetos al tratamiento es demasiado larga, por lo cual, no se observan diferencias de las mejoras entre los distintos grupos. Esto ha provocado que en la estadística inferencial se haya ofrecido la máxima significación en todos los parámetros, debiendo remitirse a los datos empíricos para valorar las diferencias entre grupos.

### CAPITULO 5

La mejora del grupo de control es debida a la vida activa que realiza. **CONCLUSIONES** Aunque no realizaban ningún tipo de entrenamiento de flexibilidad. Por tanto, pensamos que el ejercicio físico activo, por sí mismo, también produce mejoras de flexibilidad.

Es difícil pensar que el estudio de la flexibilidad en poblaciones activas es difícil, ya que es imposible aislar a los sujetos de la actividad en las que se ven diariamente inmersos. A pesar de todo, las mejoras del grupo control siempre han sido significativas, aunque menores que los grupos experimentales.

Respecto a la metodología de medición: los métodos utilizados son válidos y precisos ya que estos métodos permiten

## 5. CONCLUSIONES

1ª.- Todos los métodos parecen ser efectivos para mejorar la flexibilidad en el tipo de deportistas estudiados.

2ª.- La exposición de los sujetos al tratamiento es demasiado larga, por lo cual, no se observan diferencias de las mejoras entre los distintos grupos. Esto ha provocado que en la estadística inferencial se haya ofrecido la máxima significación en casi todos los parámetros, debiendo remitirnos a los datos numéricos para valorar las diferencias entre grupos.

3ª.- La mejora del grupo de control es debida a la vida deportiva activa que realizaban los sujetos, aunque no realizaban ningún tipo de entrenamiento de flexibilidad. Por tanto, pensamos que el ejercicio físico activo, por sí mismo, también produce mejora de la flexibilidad.

Esto nos hace pensar que el estudio de la flexibilidad en poblaciones activas es difícil, ya que es imposible aislar a los sujetos de la actividad en las que se ven diariamente inmersos. A pesar de todo, las mejoras del grupo control siempre han sido significativas, aunque menores que los grupos experimentales.

4ª.- Respecto a la metodología de medición: Los métodos más fiables son los de medición externa ya que estos métodos precisan

de unas referencias de control muy exactas (distancias, angulaciones, perspectivas, fijación de extremos...) y permiten la grabación, y lo que es más importante, la observación del gesto según el investigador. Sin embargo son métodos más detenidos que los goniométricos o inclinómetros.

Los métodos goniométricos, manuales o electrónicos, no permiten la realización de movimientos en diferentes segmentos. Tienen un componente cinético muy importante, en donde influye la movilidad pasiva y requieren medios de fijación que entorpecen los gestos.

5ª.- Aunque los estadísticos inferenciales no han mostrado diferencias significativas entre los distintos grupos, la observación de los datos numéricos ha mostrado al método FNP como el de mejores resultados, como el más efectivo. No obstante, el grupo activo mejora más en la flexión de cadera, que según nuestra opinión, es debido a que en el movimiento activo se inhibe el reflejo miotáctico y el movimiento se ve favorecido por la disposición en extensión de la rodilla por el momento de fuerza creado.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ALLEN, H. J. (1990). Los estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios. Barcelona: Paidotribo.

ANDON CIBOTIA, J.L. (1989). Entrenamiento deportivo en la edad escolar: Bases de aplicación. Málaga: Unisport.

ARAUZ GRAS, J. (1986). Diseños experimentales en psicología y educación. México: Trillas S.A. de C.V.

COHEN, G. (1993). **CAPITULO 6** Las ciencias del deporte. Madrid: Unisport.

### BIBLIOGRAFIA

ALLEN, H. J. (1984). Importance of flexibility in overall physical fitness. *Int. J. Phy. Ed.*, XXI, 15-26.

ANDERSON, G. & GUSTAFSON, W.F. (1983). Measurements and evaluation in physical education fitness, and sport. New Jersey: Prentice-hall.

BOYERS, A.; HANLSEN A. van BAAK; VRECKEN, J.; WIJNEN, J. and VERWILPPEN, F. (1990). Variability and reliability of joint measurements. *Am.J. Sports Med.*, 18, No 1, 18-21.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- ALTER, M. J. (1990). *Los estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios*. Barcelona: Paidotribo.
- ANTON GARCIA, J.L.; (1989). *Entrenamiento deportivo en la edad escolar: Bases de aplicación*. Málaga: Unisport.
- ARNAU GRAS, J. (1986). *Diseños experimentales en psicología y educación*. México: Trillas S.A. de C.V.
- BEYER, et al. (1992). *Diccionario de las ciencias del deporte*. Málaga: Unisport.
- BORMS, J. (1984). Importance of flexibility in overall physical fitness. *Int, J. Phy. Ed.*, XXI, 15-26.
- BOSCO, J.S. & GUSTAFSON, W.F. (1983). *Measurements and evaluation in physical education fitness, and sport*. New Jersey: Prentice-hall
- BOVENS, A.; MARLEEN A. van BAAK; VRENCKEN, J.; WIJNEN, J. and VERSTAPPEN, F. (1.990). Variability and reability of joint measurements. *Am.J. Sports Med.*, 18, No 1, 58- 63.



BRAVO DUCAL, J. (1985). *Preparación oposición. Licenciados Educación Física*. Madrid: Augusto E. Pila Teleña.

BUNGE, M. (1983). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.

CAMPBELL, D.L. and STANLEY, J. (1963). *Experimental and quiasperimental design for research*. Chicago: McNally.

CHEVUTSCHI, A.; VIEL, E.; ESNAULT, M. (1991). Gains en extensibilité des ischio-jambiers à partir d'exercices d'étirement genoux fléchis. *Ann. Kinésithér.* 18, No.1-2, 77-81.

CIANTI, G. (1991). *Manual tutor del Stretching*. Madrid: Tutor.

CORBIN, CH.B. y NOBLE, L. (1980). Flexibilidad. Un componente importante de la forma física. *Askesis*, No.3, 18-23.

CORNELIUS, W.L.; EBRAHIM, K.; WATSON, J. and Hill, D.W. (1992). The Effects of Cold Application and Modified PNF Stretching Techniques on Hip Joint Flexibility in College Males. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63, No.3, 311-314.

CORRADO et al. (1983). *Gran enciclopedia médica*. Madrid: Sarpe.

DANIELS, L.; WORTHINGAR, C. (1986). *Fisioterapia*. Barcelona: Doyma.



DE LA CRUZ MARQUEZ, J.C. (1987). *Motricidad*. Año 1, No. 0, 19-29.

DOCHERTY, D. and BELL, R.D. (1985). The relationship between flexibility and linearity measures in Boys and Girls 6-15 years of age. *J. Human Mov. Studies*, 11, No.5, 279- 288.

ESNAULT, M.; VIEL, E. et HARICHAUX, P. (1.986). La patique du #Stretching# ou étirements raisonnés myo-tendineux et aponévrotiques, neuro-physiologie anatomie et méthodologie. *Cinésiologie*, XXV, No.106, 137- 146.

ESNAULT, M. et VIEL, E. (1989). Le stretching en milieu bio-marin: mise en forme par les étirements myo-tendineux en bassin et par la musculation systematique dans l'eau. *Cinésiologie*, XXVIII, 15-21.

ETNYRE, B.R. and ABRAHAM, L.D. (1.986). Gains in range of ankle dorsiflexion using three popular stretching techniques. *Am.J. Phys. Med.*, 65, No.4, 189- 196.

ETNYRE, B.R. and LEE, E.J. (1987). Comments on proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques. *Research Quartely for exercise and sport*, 58, No.2, 184-188.

ETNYRE, B.R. and LEE, E. (1.988). Chronic and acute Flexibility on Men and Women Using Three Different Stretching Techniques. *R.Q.E.S*, 59, No.3, 222- 228.

FETZ, F. & KORNEXL, E. (1876) *Test deportivo motores*. Buenos Aires: Kapelusz.

FOX, E.L. (1984). *Fisiología del Deporte*. Buenos Aires: Panamericana.

GABBARD, C. and TANDY, R. (1988). Body Composition and flexibility among prepubescent males and females. *Journal of Human Movement Studies.*, 14, 153- 159.

GEIJERSTAM, S.; MEEN, D.; OSEID, S. and STEINSLAND, O. Possible Causes of lower Back trouble in Young female Gymnasts. pp: 992-1007. En: BACHL, N.; PROKOP, L.; SUCKERT, R.(1982). *Current topics in Sports Medicine*. Viena: Urban.

GOLDING, L.A. and LINDSAY, A.R. (1.989). Y's Way Revised: Stretching The Limits of Age, Sex, and Flexibility. *Perspective*.

GRAVE, E.; HARICHAUX, P. et BACH, V. (1993). Etude de la variation de la fréquence cardiaque lors d'une séance de stretching. *Ann. Kinésithér*, 20, No.1, 11-18.

GUTIERREZ, M.; OÑA, A. y SANTAMARIA, J. (1988). Hacia una epistemología motriz como resultado de la aproximación científica al estudio del movimiento humano. *Motricidad*. 1, 7-16.

- HARDY, L. (1985). Improving Active Range of Hip Flexion. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 56, No.2, 111-114.
- HARDY, L. and JONES, D. (1986). Dinamic flexibility and proprioceptive neuromuscular facilitation. *Research Quartely for exercise and sport*. 57, No.2, 150-153.
- HARICHAUX, P. (1984). Las bases fisiológicas del Stretching. *Boletín informativo del colegio general de profesores y licenciados en Educación Física*. No.13, 28.
- HIGH, D.M. and HOWLEY, E.T. (1989). The effects of Static Stretching and Warm-up on Prevention of Delayed-Onset Muscle Soreness. *R.Q.E.S.*, 60, No.4, 357- 361.
- HORTOBAGY, T.; FALUDI, J.; TIHANYI, J. and MERKELEY, B. (1985). Effects of Intense Stretching flexibility training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint. *Int.J.Sport Med*, 6, No.6, 317-321.
- KULUND, D. (1985). *Lesiones del deportista*. Barcelona: Salvat.
- LAMBERT, G. (1993). *El entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- LAPEDES, D.N. (1981). *Diccionario de Técnicos Científicos y Técnicos*. Barcelona: Marcombo.



LITWIN, J. & FERNANDEZ, G. (1982). *Evaluación y estadísticas aplicadas a la educación física y el deporte*. Buenos Aires: Stadium.

MACDOUGALL, J.D., WENGER, H.A. & GREEN, H.J. (1988). *Evaluation physiologique de l'athlète de haut niveau*. Paris: Vigot.

MEEN, S.; GEIJERSTAM, S.; STEINSLAND. Prevention of lower back trouble in young female gymnasts. En BACHL, N.; PROKOP, L.; SUCHERT, R. (1982). *Current topics in sports medicine urban*. Viena: Urban.

MÖLLER, M.; EKSTRAND, J.; ÖBERG, B. and GILLQUIST, J. (1985). Duration of stretching effect on range of motion in lower extremities. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 66, No.3, 171-173.

MÖLLER, M.H.L.; ÖBERG, B.E. and GILLQUIST, J. (1985). Stretching Exercise and Soccer: Effect of Stretching on Range of Motion in the Lower Extremity in Connection with Soccer training. *Int.J.Sports.Med.*, 6, 50- 52.

MORA VICENTE, J. (1989). *Indicaciones y sugerencias para el desarrollo de la flexibilidad*. Cádiz: Diputación de Cádiz.

MOREAU, J.P. (1982). *Le Stretching on la gymnastique de l,instinct*. Sand et Tchou. París

- OÑA, A. (1986). Nos falta ciencia si queremos E.F. *Apunts*. 3, 3-4.
- ORTEGA SANTANA, F.; CENTROL RAMIREZ, A.; LOPEZ CALBET, J.A.; GUIJARRO DE PABLOS; REYES ROMERO, R.; GARCIA MANSO, J.M. y GONZALEZ SEQUEROS, O. (1990). Las bases de la flexibilidad. *Apuntes*, XXVII, 61-69.
- OSTERNIG, L.R.; ROBERTSON, R.; TROXEL, R. and HANSEN, P. (1.987). Muscle activation during preproprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching techniques. *Am. J. Phys. Med.*, 66, No.5, 298- 307.
- PALESTRA. Servicio de juventud y deportes. Diputación de Cádiz. Año 1. No 3. Cádiz, 1986.
- PENINOU, G.; DUFOUR, M. et SAMUEL, J. (1984). Mesure des amplitudes en flexion-extension de l'articulation coxo-fémorale du sujet jeune. *Ann. Kinésithér.*, 11, No.1-2, 15-18.
- PEREDA, S. (1987). *Psicología experimental*. Madrid: Pirámide.
- PLATONOV, V.N.; Bulatova, M.M. (1993). *La preparación física*. Barcelona: Paidotribo.
- POPPER, K.R. (1983). *Conjeturas y refutaciones*. Barcelona: Paidós.

PORTERO, P. (1985). Influence de la position de la hanche sur l'activité isocinétique maximale des muscles polyarticulaires sagittaux de la cuisse. *Ann. Kinésithér.* 122, No.4, 137-144.

RASCH, P.J.; BURKE, R.K. (1985). *Kinesiología y anatomía aplicada. La ciencia del movimiento humano.* Buenos Aires: El Ateneo.

REYNOLDS, G. (1988). Usos y abusos del entrenamiento de la flexibilidad. *Revista de entrenamiento deportivo*, II, No.5-6,

RIANS, C.B.; WELTMAN, A.; CAHILL, B.R.; JANNEY, C.A.; TIPPETT, S.R. and KATCH, F.I. (1987). Strength training for prepubescent males: Is it safe?. *Am.J.Sports Med.*, 15, No.5, 483- 489.

RIDER, R.A.; DALY, J. (1991). Effects of flexibility training on enhancing spinal mobility in older women. *The journal of sports medicine and physical fitness.* 31, No.2, 213-217.

ROSELLO, J. (1984). Trabajo de flexibilidad y fuerza para adultos. *Revista Estadium.* No.107, 23-25.

SMITH, R.; CHENIER, T.C.; CAMMON, M.R.; HOUMARD, J.A.; FRANKLIN, M.E.; ISRAEL, R.G. (1993). The effects of static and Ballistic Stretching on Delayed onset Muscle Soreness and Creatine Kinase. *Research quarterly for exercise and Sport.* 64, No.1, 103-107.

SULLIVAN, M.K.; DEJULIA, J.J. and WORRELL, T.W. (1992). Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24, No.12, 1383-1389.

TAYLOR, D.C.; DALTON, J.D.; SEABER, A.V. and GARRETT, W.E. (1.990). Viscoelastic properties of muscle- tendon units. The biochemical effects of stretching. *The American Journal of Sports Medicine*, 18, No 3, 300- 308.

TORRES, S. y MORAS, G. (1990). La flexibilidad. Teoría y práctica. *Revista de entrenamiento deportivo*. IV. No.6.

VAN ROY, P.; HEBBELINCK, J. et BORMS, J. (1985). Introduction d'un goniomètre standard modifié avec la graduation et la branche pivotante montées sur un chariot déplaçable. *Ann. Kinésithér.*, 12, No.5, 255- 259.

VIEL, E.; LE GOFF, I. et VITSE-HAUTIER, V. (1.985). Le sens de la position articulaire, base de la reprogrammation neuromotrice. *Ann. Kinésithér.*, 12, 159- 167.

VIEL, E. (1989). *El método Kabat. Facilitación neuromuscular propioceptiva*. Barcelona: Masson, S.A.

WALLIN, D.; BJÖRN EKBLÖM, MD.; GRAHN, R. and NORDEMBERG, T. (1.985). Improvement of muscle flexibility. A comparison between two techniques. *Am.J.Sports Med.*, 13, No 4, 263- 268.



WEINECK, J. (1988). *Entrenamiento óptimo. Como lograr el máximo rendimiento*. Barcelona: Hispano-Europea.

WILSON, G.J.; BRUCE C. and GRAEME, A. (1992). Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 116-123.

WILLIFORD, H.; EAST, J.; SMITH, F. and BURRY, L.A. (1.986). Evaluation of warm-up for improvement in flexibility. *Am. J. Sports Med.*, 14, No.4, 316- 319.

ZATSIORSKI, V.M. (1989). *Metrología deportiva*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.