

**Facultad de Humanidades
y Ciencias Económicas**



**TRABAJO FINAL
CICLO DE LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA
Extensión Luján de Cuyo**

**COMPARACIÓN ENTRE ENTRENAMIENTO DE
FLEXIBILIDAD ESTÁTICA Y DINÁMICA: AUMENTO
DE ROM AGUDO Y PERCEPCIÓN SUBJETIVA
POST EJERCICIO. DESEMPEÑO EN PRUEBA
COORDINATIVA.**

Estudiante: Prof. Micaela Miranday

Directora de Trabajo Final: Dra. Andrea Estela Suarez

Mendoza, febrero de 2025

ÍNDICE

ÍNDICE	pág. 2
RESUMEN	pág. 4
PALABRAS CLAVES	pág. 5
INTRODUCCIÓN	pág. 6
Planteamiento del problema	pág. 7
Preguntas	pág. 7
Objetivo de la investigación	pág. 7
Justificación y Antecedentes	pág. 8
DESARROLLO	pág. 12
Flexibilidad	pág. 13
Variables Anatómicas y Fisiológicas que Influyen en la Flexibilidad	pág. 25
Actividad Física, Flexibilidad y Bienestar	pág. 40
Flexibilidad y Patologías	pág. 52
Evaluación y Entrenamiento de la Flexibilidad	pág. 58
APARTADO METODOLÓGICO	pág. 66
Hipótesis	pág. 66
VARIABLES	pág. 66
Paradigma	pág. 66
Tipo o Alcance de la Investigación	pág. 66
Diseño de Investigación	pág. 66
Técnicas de Recolección de Datos	pág. 66
Método de Evaluación	pág. 66
ANÁLISIS DE DATOS	pág. 68
CONCLUSIÓN	pág. 75

ANEXOS

pág. 76

GLOSARIO

pág. 94

BIBLIOGRAFÍA

pág. 95

RESUMEN

Este estudio se basa en la búsqueda de información en relación al entrenamiento de una de las capacidades condicionales : la flexibilidad. Se realizó durante los meses de agosto, septiembre y octubre del año 2024, en la ciudad de Mendoza en el marco del Trabajo Final de Licenciatura de Educación Física en la Pontífice Universidad Católica Argentina.

Durante la investigación se compararon los resultados obtenidos de las respuestas de profesores y alumnos, en relación a una encuesta realizada a través de un formato electrónico, y los datos sobre el aumento de máxima movilidad articular (ROM) agudo post ejercicio de la flexibilidad obtenidos a través de dos test o pruebas de flexibilidad acreditados. La comparación de toda la investigación se realizó entre dos formatos de clase que se desarrollan con ejercicios diferentes de flexibilidad, uno donde se trabajan ejercicios de flexibilidad dinámica y el otro donde se utilizan ejercicios de flexibilidad estática. Fueron evaluadas 40 personas, 20 para el formato de flexibilidad estática y 20 para el formato de flexibilidad dinámica. Los dos test, antes mencionados, fueron: Sit and Reach y el test de flexibilidad de hombros, en el cuál se evaluó ambas posiciones de brazos para la obtención de datos más concluyentes. En lo que respecta a las encuestas realizadas se realizaron para obtener información sobre aspectos cualitativos, perceptivos, subjetivos y objetivos de los profesores y de los alumnos. Y finalmente también se realizó una prueba de coordinación simple a cada uno de los grupos.

Los resultados demuestran que el formato de entrenamiento con ejercicios de flexibilidad estática resultó ser más eficiente para obtener mayores aumentos de máximos rangos articulares agudos post ejercicio para las pruebas utilizadas. Por otro lado, los datos obtenidos en función de las encuestas podrían suponer, aún no con evidencia confirmatoria, una tendencia positiva a pensar que las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica resultan ser potencialmente más atractivas para el público en general más allá de los resultados objetivos sobre el aumento de flexibilidad debido al hecho de participar de la clase en cuestión. En lo que respecta a la prueba de coordinación los resultados no son concluyentes.

PALABRAS CLAVES

Flexibilidad / Flexibilidad dinámica / Flexibilidad Estática /ROM / Salud / Ejercicios /
Bienestar / coordinación

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El entrenamiento de la flexibilidad es parte importante, sino fundamental, para el bienestar general de las personas y para mantener la salud de todo el sistema locomotor. En lo que respecta a su entrenamiento se ha utilizado desde hace años ejercicios de formato estático para aumentar de forma aguda y crónica la amplitud articular. Más recientes son los ejercicios dinámicos para el desarrollo de la flexibilidad, en ambos casos se logran aumentos de máximos rangos de movimiento (ROM) pero resulta interesante determinar qué formato de entrenamiento resulta ser más eficiente.

En este estudio se compararán los resultados obtenidos en base a dos formatos de clase de flexibilidad, uno estático y otro dinámico. Se buscará ver si existen variaciones entre estos dos modelos de entrenamiento con respecto al aumento del ROM agudo post ejercicio utilizando el test de Sit and Reach y el test de movilidad de hombros.

Se trabajará con un grupo heterogéneo de 20 personas por modelo de clase, siendo las pruebas repetidas al menos 5 veces en cada grupo.

El objetivo será reunir información sobre si el aumento de flexibilidad post ejercicio es diferente o no al comparar entre sí ambos modelo de clase, uno estático y el otro, un formato dinámico.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- **Pregunta General**

¿La medición de los resultados en relación al aumento del máximo rango de movimiento (ROM) agudo post ejercicio, percepción subjetiva del entrenamiento y desempeño en una prueba de coordinación, obtenidos luego de la ejecución de ejercicios en clases de flexibilidad estática evidenciarían que este modelo de clase resultaría ser más efectivo para aumentar el ROM agudo post ejercicio en comparación a los resultados obtenidos luego de la ejecución de ejercicios propios de clases de flexibilidad dinámica, aplicados sobre un grupo heterogéneo de 20 personas por modelo de clase, en el departamento de Capital, de la provincia de Mendoza, Argentina, durante los meses de julio-agosto, año 2024?

- **Preguntas específicas**

¿El abordaje del entrenamiento de la flexibilidad desde un formato estático evidenciaría mejores resultados en el aumento del ROM agudo post ejercicio obtenido en prueba de flexibilidad Sit and Reach que un formato de clase de flexibilidad de tipo dinámico?

¿El abordaje del entrenamiento de la flexibilidad desde un formato estático evidenciaría mejores resultados en el aumento del ROM agudo post ejercicio obtenido en un test de flexibilidad de hombros que un formato de clase de flexibilidad de tipo dinámico?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- **Objetivo General de la investigación**

Demostrar que los resultados de las pruebas aplicadas sobre un grupo heterogéneo de 20 personas por modelo de clase, en el departamento de Capital, de la provincia de Mendoza, Argentina, durante los meses de julio-agosto, año 2024, para medir el aumento del ROM agudo post ejercicio, percepción subjetiva del entrenamiento y desempeño en una prueba de coordinación, obtenidos luego de la ejecución de ejercicios en clases de flexibilidad estática evidenciarían que este modelo de clase resultaría ser más efectivo para aumentar el ROM agudo post ejercicio en comparación el formato de clase de flexibilidad dinámico.

- **Objetivos Específicos**

Comparar la efectividad del entrenamiento de la flexibilidad con un formato estático con un modelo de clase de flexibilidad dinámico utilizando los resultados del aumento del ROM agudo post ejercicio obtenido en la prueba de flexibilidad Sit and Reach

Comparar la efectividad del entrenamiento de la flexibilidad con un formato estático con un modelo de clase de flexibilidad dinámico utilizando los resultados del aumento del ROM agudo post ejercicio obtenido en la prueba de flexibilidad de hombros.

JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

El entrenamiento de la flexibilidad, por muchos años, no ha sido promovido como parte de una serie de estímulos físicos fundamentales para el bienestar y la salud. Es frecuente ver en los gimnasios como las personas focalizan su entrenamiento cotidiano únicamente en ejercicios aeróbicos y de fuerza, siendo los beneficios de la flexibilidad poco y nada

conocidos, incluso por muchos de los mismos instructores y profesores, por lo que le dedican, con suerte, algunos escasos minutos antes de retirarse del establecimiento.

Según el artículo de Hernández Días Pablo, *Flexibilidad: evidencia científica y Metodología del Entrenamiento (2007)* la flexibilidad se refiere a la “capacidad para desplazar una articulación o una serie de articulaciones a través de una amplitud de movimiento completo, sin restricciones ni dolor, influenciada por músculos, tendones, ligamentos, estructuras óseas, tejido graso, piel y tejido conectivo asociado” (Herbert, R., Gabriel, M., 2002; Rusell, T., Bandy, W., 2004; Thacker, S., et al. 2004). Según el Manual Director de Actividad Física y Salud de la República Argentina (2013), la flexibilidad es “la capacidad de las articulaciones para moverse en todo su rango de movimiento”. A partir de los 9 años aproximadamente se comienza a perder esta capacidad por lo que es importante buscar conservarla y estimularla desde la juventud.

Según Merino R. y Fernández E. (2009), la flexibilidad no existe como característica general del cuerpo humano ya que el grado de flexibilidad es, en general, muy específico a cada articulación como y una acción articular concreta (Merni y col. 1981; citado en Alter, 2008; Moras, 1992; Hedrick, 2004; Bragança y col. ,2008).

A través de los años, se han propuesto múltiples beneficios para el entrenamiento de la flexibilidad:

- Aumento del ROM en las articulaciones entrenadas. (Davis, D., et al. 2005; Handel, M, et al. 1997; Zito, M., et al. 1997; Hernández, P., et al. 2005).
- Prevención de lesiones músculo esqueléticas por tensión. (Dadebo, D., et al. 2004; Prentice, W., 1997; Wiemann, K., Klee, A., 1997).
- Aumento de la relajación muscular como base para un movimiento más fluido. (Anderson, B., Burke, E., 1991; Andel, M., et al. 1997).
- Disminución de la rigidez muscular, con el consecuente almacenamiento de energía elástica más eficiente, para la realización de movimientos con el ciclo de alargamiento – acortamiento del músculo (SSC: *Stretch - Shortening Cycle*). (Handel, M. et al. 1997).
- Retarda el dolor muscular residual (DOMS). (Anderson, B., Burke, E., 1991; Herbert, R., Gabriel, M., 2002; Zachazewski, J. et al. 1996).
- Mejora el rendimiento deportivo en los atletas, puesto que el músculo trabaja a una longitud óptima. (Herbert, R., Gabriel, M., 2002; Rusell, T., Bandy, W., 2004, Thacker, S., et al. 2004).
- Prevenir acortamientos musculares. (Davis, D., et al. 2005).

- Mejora la coordinación neuromuscular. (Prentice, W., 1997).

Según Merino R. y Fernández E. (2009) la mayoría de los autores clasifican la flexibilidad en activa o pasiva. También se destaca el empleo de la clasificación de flexibilidad estática o dinámica, por último algunos autores también hablan de la flexibilidad general y específica. Pareja (1995) afirma de la posibilidad de conceptualizar y clasificar la flexibilidad de diversas maneras: *“a partir de las necesidades de su manifestación (general, especial), de la forma de movimiento (dinámica, estática), de la participación o no de la musculatura agonista en el ejercicio de flexibilidad (activa, pasiva), del grado de expresión cuantitativa de movimiento (cantidad de elongamiento muscular y de desplazamiento angular de la articulación), entre otras conocidas”*.

Considerando esto último, en este estudio en particular se hará hincapié en la clasificación basada en la forma de movimiento, es decir, según haya o no movimiento al expresarse la flexibilidad, tendremos entonces flexibilidad estática y dinámica.

Flexibilidad estática: *“Capacidad para mantener una postura en la que se emplee una gran amplitud articular”* Según Merino R. y Fernández E. (2009)

Flexibilidad dinámica: *“Capacidad de utilizar una gran amplitud articular durante un movimiento o una secuencia de movimientos”*. Si pensamos que este movimiento se puede realizar a distintas velocidades surgen tres subcategorías de la flexibilidad dinámica. Según Merino R. y Fernández E. (2009) estas categorías son:

- Flexibilidad dinámica balística: *“Capacidad de utilizar una gran amplitud articular durante un movimiento o una secuencia de movimientos realizados gracias al impulso e inercia posterior de un movimiento enérgico”*.
- Flexibilidad dinámica natural: *“Capacidad de utilizar una gran amplitud articular durante un movimiento o una secuencia de movimientos realizados tanto a velocidad normal como elevada”*.
- Flexibilidad dinámica lenta: *“Capacidad de utilizar una gran amplitud articular durante un movimiento o una secuencia de movimientos realizados a una velocidad por debajo de lo normal”*.

En un artículo publicado por Hedrick A. (2005) se exponen diferentes métodos de entrenamiento de la flexibilidad para mantener o incrementar el rango articular. Tres de los métodos más comunes son las técnicas balísticas, el estáticas y la facilitación

neuromuscular propioceptiva (FNP), las técnicas dinámicas son menos comunes pero aplicables:

- Balístico: (rebotes) es un movimiento rápido que lleva a una parte del cuerpo a través del rango de movimiento al límite, no es recomendado. (Hedrick A., 2005)
- FNL: fue desarrollada originalmente como una parte del programa de rehabilitación neuromuscular diseñado para relajar los músculos con tono o actividad incrementada (Hedrick A., 2005)
- Estática: grado posible en que se puede mover una articulación de forma pasiva (ninguna contracción muscular toma parte en el movimiento) hasta el punto límite de su amplitud de movimiento (Hernández Días P., 2007). *“Se realiza a una velocidad lenta y constante, sosteniendo la posición final durante 30 segundos. Un estiramiento estático incluye la relajación y el alargamiento simultáneo del músculo estirado”* (Hedrick A., 2005).
- Dinámica: grado posible de amplitud de movimiento de una articulación por medio de una contracción muscular, tiene que ver con la capacidad para mover una articulación de forma eficiente, con muy poca resistencia al movimiento (Hernández Días P., 2007). Consiste en ejercicios funcionales e incluye movimientos específicos de un deporte o patrón de movimiento y considerando el principio de especificidad, la flexibilidad dinámica puede ser más transferible a la vida cotidiana ya que tiene un mayor parecido con los patrones normales de movimiento. Por lo tanto, *“el entrenamiento de la flexibilidad dinámica es el modo recomendado de estiramiento si su objetivo es incrementar el rango de movimiento funcional”* (Hedrick A., 2005).

ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Según Behm D. et al (2012) *“para nuestro conocimiento no existen estudios que hayan reportado desmejoras inducidas por el estiramiento dinámico sobre el rendimiento subsiguiente”*, se esperaría que el estiramiento dinámico sea superior al estático por la mayor similitud y nivel de transferencia con los movimientos propios del deporte o disciplina (Torres et al., 2008). Sin embargo, la evidencia no es unánime. En los estudios donde se utilizó estiramientos dinámicos se evidenció tanto la facilitación del rendimiento de potencia (Manoel et al., 2008), de esprint (Fletcher and Anness, 2007; Little and

Williams, 2006) y de salto (Holt and Lambourne, 2008) así como también la ausencia de efectos adversos (Samuel et al., 2008; Torres et al., 2008; Unick et al., 2005; Wong et al., 2011). También se ha observado que la disminución en el rendimiento de un esprint dada por el estiramiento estático disminuyó luego de 6 semanas (Chaouachi et al., 2008). En otro estudio, 3 días de estiramientos estáticos con ejercicios de resistencia aeróbica no afectaron adversamente la capacidad para repetir sprints (Wong et al., 2011).

Según un estudio realizado por Salcedo P. (2017) denominado “*Estiramiento estático vs estiramiento dinámico postejercicio en la flexibilidad de los isquiotibiales y su efecto en el rendimiento físico de niños de 9-12 años*”, tenía como objetivo comparar las técnicas de entrenamiento de la flexibilidad estática y dinámica para ver cuál de ellas era más efectiva para aumentar la flexibilidad de los músculos isquiotibiales e incrementar el rendimiento físico (potencia muscular) entre niños de entre 9 y 12 años durante 36 sesiones que duraron 3 meses. En conclusión se observó que la flexibilidad de los isquiotibiales y el rendimiento deportivo (potencia muscular) resultó en mejora luego de un entrenamiento de la flexibilidad estática.

En otro estudio realizado por Behm D., Chaouachi A., Samson M. y Button D. (2012) denominado “Efectos del Estiramiento Dinámico y Estático en Protocolos de Entrada en Calor Generales y Específicos”, se buscaba determinar los efectos de protocolos de estiramiento estáticos y dinámicos en entrada en calor general y específica. Participaron 9 hombres y 10 mujeres que fueron evaluados en cuatro condiciones. Una entrada en calor general aeróbica con estiramientos estáticos; una entrada en calor general aeróbica con estiramientos dinámicos; una entrada en calor general y específica con estiramientos estáticos y una entrada en calor general y específica con estiramientos dinámicos. Luego se llevaron a cabo evaluaciones: tiempo de movimiento (patear), altura en el salto vertical con contramovimiento, test de “*sit & reach*” y tiempo sprint. Los resultados indicaron que no se observaron diferencias entre las condiciones de estiramiento dinámico y estiramiento estático en ausencia de la entrada en calor deportiva específica. “*La condición de estiramiento estático incrementó el rango de movimiento (ROM) en el test de sit & reach en un 2.8% más ($p = 0.0083$) que la condición de estiramiento dinámico. Estos resultados respaldarían la utilización del estiramiento estático dentro de una entrada en calor específica para asegurar el máximo ROM conjuntamente con la mejora del rendimiento de sprints*”.

En un estudio realizado por Acuña, G. et al (2021) denominado “Efecto agudo del estiramiento estático y dinámico sobre el rendimiento y la percepción de esfuerzo en

ejercicio contra resistencia”, se buscaba comparar el efecto agudo del estiramiento estático y dinámico entre series sobre el rendimiento y la percepción de esfuerzo en la ejecución de un ejercicio de contrarresistencia. Participaron 30 hombres, diez de ellos en cada grupo fueron asignados de manera aleatoria a las condiciones experimentales grupo control (sin estiramiento entre series), grupo con estiramiento estático entre series (EE) y grupo con estiramiento dinámico entre series (ED). Los sujetos realizaron 4 series al fallo con el 80 % del 1RM . Se concluye que el rendimiento expresado en el índice de fatiga y el número total de repeticiones, así como la percepción de esfuerzo, no se ven afectados de manera aguda por el uso de estiramiento entre series, sea de tipo estático o dinámico.

Considerando los estudios previos presentados existe evidencia que afirma que la flexibilidad estática debiera ser más eficiente en la búsqueda de mejores resultados post ejercicio en relación a rango de movimiento y rendimiento. En esta investigación se buscará confirmar dichas afirmaciones en función de los datos obtenidos, comparando los modelos de tipo de flexibilidad, estática y dinámica, con el análisis de los resultados post ejercicio del aumento de rango articular agudo, y se incluirán otros datos adicionales sobre la percepción subjetiva del entrenamiento, tanto de alumnos como profesores y el rendimiento en una prueba coordinativa post entreno.

DESARROLLO

CAPÍTULO 1

1. FLEXIBILIDAD

1.1 DEFINICIONES

La definición más simple considera la flexibilidad como “la amplitud del movimiento (ROM=range of motion) de una articulación” (Stoedefalke 1971; Mathews 1978). Phillips y Hornak (1979) añadieron a la definición “o secuencia de articulaciones”. Reilly (1981) introdujo “la falta de rigidez” en la definición de flexibilidad, y Bosco y Gustafson (1983) definieron la flexibilidad como “*el grado de movilidad (ROM) de las partes del cuerpo sobre sus articulaciones, sin tensión excesiva en ellas o en sus tendones y ligamentos.*” Las definiciones propuestas más recientemente incorporan “*la máxima amplitud del movimiento*” (Kell, Bell, Quinney 2001). Según esto, la flexibilidad se presenta como “la capacidad de una articulación para moverse en la amplitud total de su arco de movimiento” (Fahey, Insel y Roth 1999).

Según un artículo publicado por Hernández Pablo (2007), Flexibilidad: Evidencia Científica y Metodología del Entrenamiento, la flexibilidad se puede definir como la capacidad que permite desplazar una o más articulaciones a través de una amplitud de movimiento completo, sin presentar restricciones ni dolores (Herbert, R., Gabriel, M., 2002; Rusell, T., Bandy, W., 2004; Thacker, S., et al. 2004). Según Mario Di Santo (2001), la flexibilidad es la capacidad psicomotora que permite la disminución de los diferentes tipos de resistencias que las estructuras neuro-mio-articulares de fijación y estabilización ofrecen en la búsqueda de realizar una acción voluntaria de movimientos de amplitud angular óptima, producidos tanto por agentes endógenos (contracción del grupo muscular antagonista) como exógenos (propio peso corporal, compañero, sobrecarga, inercia, otros implementos, etc.). En educación física, medicina del deporte, y otras ciencias allegadas de la salud, la definición más simple es que es el rango de movimiento (ROM) disponible en una articulación o grupo de articulaciones (Hebbelinck, M., 1988).

Según Araujo C. (2005) la palabra flexibilidad es probable que provenga de una mezcla de las palabras flexión y capacidad. En principio se usó principalmente para describir el contacto de los dedos de los pies con los brazos extendidos, tanto desde de pie como desde sentado, con la columna flexionada y piernas extendidas (Cureton 1941). Cinesiológicamente, la flexión no es el único movimiento posible existe la extensión, aducción y abducción, aún así, la asociación original de la palabra flexión permanece en el término flexibilidad.

La flexibilidad ha sido recientemente incluida como una variable fundamental en los ejercicios para adultos y ancianos sanos. Si bien los ejercicios de flexibilidad forman parte de una planificación completa del ejercicio, es interesante advertir que hay muchos menos documentos científicos publicados sobre la flexibilidad que sobre otras variables físicas como son la potencia aeróbica máxima, la fuerza y resistencia muscular, y la composición corporal (Araujo C.;2005).

Otros autores también exponen definiciones de flexibilidad, tales como:

- Libertad para poder moverse (Metheny, E., 1952).
- *“La capacidad de involucrar parte o partes del cuerpo en un amplio rango de poderosos movimientos a la velocidad necesaria”* (Galley, P., Forster, A., 1987).
- *“La extensión total alcanzable (dentro de los límites de dolor) de una parte del cuerpo a través de su potencial rango de movimiento”* (Saal, J., 1998).
- ROM normal como respuesta a un *“estiramiento activo o pasivo”* (Halvorson, G., 1989).
- *“La capacidad de mover suavemente una articulación a través de todo su rango de movimiento”* (Kent, M., 1998).
- *“Capacidad de mover una sola articulación o series de articulaciones suave y fácilmente a través de un ROM irrestricto y libre de dolor”* (Kisner, C., Colby, L., 2002).
- *“La capacidad de mover una articulación a través de un rango normal de movimiento sin innecesario estrés en la unidad musculotendinosa”* (Chandler, T., et al. 1990).

Según Carrie M. Hall y Lori Thein Brody (2006) cuando se considera al cuerpo humano como una unidad integrada aparece el concepto de flexibilidad relativa ya que tiene en cuenta la movilidad comparativa de las articulaciones adyacentes. *“El movimiento del cuerpo humano adopta la vía de la menor resistencia”*. Si un segmento de la columna es hipomóvil por lesión o enfermedad las articulaciones adyacentes funcionarán de manera diferente, en un intento de compensar la hipomovilidad y mantener el equilibrio del organismo, y esto puede inducir a experimentar molestias y dolores. Según Hernández Pablo (2007) la flexibilidad es específica a cada articulación y depende de varios factores, entre los que encontramos, no solo de la “tensión” de los ligamentos, músculos, tendones y cápsulas articulares, sino también del tamaño y la forma de los huesos y la manera en que se articulan. (Bloomfield, J., Wilson, J., 1998).

Según Araujo C. (2005) el *“límite máximo de un movimiento articular determinado puede ser alcanzado activamente por una persona que contraiga sus propios músculos o pasivamente mediante la asistencia de otra persona para mover la articulación o el miembro”*. Si tenemos en cuenta que la amplitud del movimiento pasiva es en general mayor que la activa, además de verse influida por menos variables (fuerza muscular y coordinación), suele ser preferida en la evaluación de la flexibilidad. Este autor nos aporta entonces la siguiente definición de flexibilidad: *“La amplitud fisiológica pasiva del movimiento de un determinado movimiento articular”* (Araujo, C.; 2005).

Podemos encontrar diferentes beneficios en el entrenamiento de la flexibilidad citados por Pablo Eduardo Hernández Días en su artículo *“Flexibilidad: evidencia científica y metodológica del entrenamiento* (2007):

- Aumento del ROM de las articulaciones entrenadas (Davis, D., et al. 2005; Handel, M, et al 1997; Zito, M, et al. 1997; Hernández, P., et al. 2005)
- Prevención de lesiones músculo esqueléticas por tensión (Dadebo, D., et al. 2004; Prentice, W., 1997; Wiemann, K., Klee, A., 1997)
- Aumento en la relajación muscular como base para un movimiento fluido (Anderson,B., Burke,E., 1991, Andel, M., et al. 1997)
- Disminución de la rigidez muscular, con el consecuente almacenamiento de la energía elástica más eficiente, para la realización de movimientos con el ciclo de alargamiento-acortamiento del músculo (SSC: Stretch - Shortening Cycle). (Handel, M., et al. 1997)
- Retarda el dolor muscular residual (DOMS) (Anderson, B., Burke, E., 1991, Herbert, R.,Gabriel, M.,2002, Zachazewski, J. et al. 1996)
- Mejora el rendimiento deportivo en los atletas, puesto que el músculo trabaja en una longitud óptima (Herbt, R. , Gabriel, M., 2002; Rusell, T., Bandy, W., 2004, Thacker, S., et al. 2004)
- Prevenir acortamientos musculares (Davis, D., et al. 2005)
- Mejorar la coordinación neuromuscular (Prentice, W., 1997)

Es muy común considerar el entrenamiento de flexibilidad en cualquier planificación de entrenamiento físico, sobre todo para deportistas de competencias o en el ámbito de la salud, especialmente en personas mayores; pero, más allá de todos sus beneficios, la

realidad práctica es que es pobremente ejercitada en la mayoría de las personas que se suele entrenar en gimnasios o centros de fitness, incluso poco considerada para el entrenamiento personal de muchos de los mismos entrenadores.

Según Araujo C. (2005) en el área de la salud, sobre todo al hablar de ancianos o a personas con discapacidades físicas, la independencia y la seguridad personal depende de la existencia de niveles adecuados de flexibilidad corporal general, y específicamente de la amplitud de algunos movimientos articulares (Gersten et al. 1970; Schenkman, Morey y Kuchibhatla 2000; Hauer et al. 2001). Por otro lado, no existe relación entre la flexibilidad, valorada mediante la movilidad de flexión del tronco, y la mayoría de causas de mortalidad (Katzmarzyk y Craig 2002).

Los ejercicios utilizados comúnmente para mantener y mejorar la movilidad articular se recomiendan desde casi todas las instituciones de la actividad física (ACSM 2000; Pollock et al. 2000), el interés general aumentó al ser incluida, la flexibilidad, como una variable física del fitness en los años 1950 (Corbin y Noble 1980).

Según Araujo C. (2005) *“no hay datos evidentes que indiquen cuál es el nivel ideal de flexibilidad para un adulto no atleta”*. Investigaciones examinaron la importancia de la amplitud del movimiento fisiológico en las acciones cotidianas, como caminar (Escalante, Lichtenstein y Hazuda 2001), permanecer en la posición sentada e incluso levantarse para agarrar un objeto de una estantería, de modo de relacionarla con la autonomía y la independencia de la persona (Rikli y Jones 1997). La gran mayoría de las acciones cotidianas requieren de una combinación de movimientos de varias articulaciones y que incluyen la contracción coordinada de un gran número de grupos musculares (Knudson, Magnusson y McHugh 2000). En un estudio publicado en Journal of Biomechanics, Fleckenstein, Kirby y MacLeod (1988) observaron *“que cuando la flexión de la rodilla se limitaba a 75°, ponerse de pie desde la posición sentada sólo era posible si se acompañaba de un movimiento de balanceo de los brazos y la flexión del tronco”*.

En adultos mayores las acciones y movimientos cotidianos, como caminar o levantarse, pueden verse limitadas por una reducción de la amplitud del movimiento de las articulaciones de las extremidades (Escalante et al. 1999; Escalante, Lichtenstein y Hazuda 1999, 2001). Escalante, Lichtenstein y Hazuda (2001) observaron que *“aproximadamente un 6% de la variación de la velocidad de la marcha puede explicarse por las diferencias en la flexión de la cadera y las rodillas”*. Brach y Van Swearingen (2002) en un estudio con 83 adultos mayores, encontraron que la capacidad para ponerse o quitarse una chaqueta está muy relacionada con el grado de movilidad de los

hombros, y también, que el caminar rápido y la zancada larga se relaciona con el rango de movilidad activo del tobillo.

Años de trabajo en posturas mantenidas durante muchas horas por día, con columnas en flexión permanente, retroversión pélvica y brazos siempre debajo de la línea de los hombros determina organismos estructuralmente adaptados y rígidos, que sacrifican su potencial de movimiento y con ello la calidad de vida.

1.1.1 Componentes de la Flexibilidad

Según Hernández Pablo (2007) tenemos 4 componentes básicos de la flexibilidad:

- **Movilidad**: *“Propiedad que poseen las articulaciones de realizar determinados tipos de movimiento, dependiendo de su estructura morfológica”.*
- **Extensibilidad, Distensibilidad o Compliance**: Propiedad de algunos componentes musculares para deformarse por influencia de una fuerza externa, aumentando su extensión longitudinal.
- **Elasticidad**: Propiedad de algunos componentes musculares para deformarse por estímulo de una fuerza externa, aumentando su longitud y retornando a su forma original cuando cesa el estímulo.
- **Plasticidad**: Propiedad de algunos componentes musculares y articulares para tomar formas diversas a las originales por estímulo de fuerzas externas y permanecer así luego de cesada la fuerza deformante.
- **Maleabilidad**: *“Propiedad de la piel de ser plegada repetidamente con facilidad, retomando su apariencia anterior al retornar a la posición original”.*

1.1.2 Factores que influyen en el desarrollo de la flexibilidad

Sapega y Nicholas (1981) determinaron que las principales causas de resistencia física al estiramiento muscular eran los componentes conectivos que definían el esqueleto muscular y no los componentes contráctiles. Johns y Wright (1962) cuantificaron que, desde un punto de vista anatómico, la cápsula articular fue responsable del 47% de la resistencia; el músculo, del 41%; el tendón, del 10%, y la piel, solamente del 2%, *“igualmente se debe esperar cierta variabilidad en estas proporciones cuando valoremos a una persona en distintas articulaciones y movimientos, y cuando consideremos*

diferentes grupos de edad, sexo y características físicas” (Araujo C.; 2005). Por último cabe destacar que en la gran mayoría de estudios se encontró que la movilidad de los lados derecho e izquierdo es bastante similar. Glanville y Kreezer (1973) fueron tal vez los primeros en evidenciar la falta de diferencias en los resultados de las mediciones de los dos lados del cuerpo en personas adultas (Araujo C.; 2005).

Según Pablo Hernández E. (2007), en su artículo “Flexibilidad: Evidencia Científica y Metodológica del Entrenamiento” existen diferentes factores que determinan el desarrollo de la flexibilidad y se pueden agrupar de la siguiente manera:

- **Intrínsecos**

- La estructura ósea puede restringir ciertas amplitudes de movimientos normales en situaciones de por ejemplo fracturas que en su recuperación hayan presentado depósitos excesivos de calcio en la misma articulación (Fernández, F., 2006)
- La masa adiposa también puede limitar la capacidad de la articulación de realizar una desplazamiento de amplitud completa. La cantidad de tejido adiposo es otro factor restrictivo (Reilly 1981). Según Araujo C. (2005) La distribución de la grasa corporal es inicialmente centrífuga, pero termina siendo centrípeta con el crecimiento y el desarrollo del cuerpo, por eso los recién nacidos tienen una limitación en la flexión de la muñeca por el exceso de tejido adiposo en esta zona, un adulto obeso podría tener dificultades para realizar una flexión de rodilla o la aducción de la cadera debido al exceso de tejido adiposo acumulado en estas zonas.
- Músculos, tendones y fascias son los principales limitadores del movimiento, lo que incluye la tonicidad muscular. La restricción articular causada por los músculos tiende a ser más notoria en las grandes articulaciones, fácilmente detectable en clientes con un mayor desarrollo muscular, como los culturistas (Araujo C.;2005). Los culturistas tienen un 10% menos de grado de movilidad en la rotación del hombro que los sujetos de la misma edad no culturistas (Barlow et al. 2002).
- Tejido conectivo que rodea las articulaciones como los ligamentos pueden afectar la amplitud de movimiento por causales como adherencias o acortamientos patológicos debido a inmovilizaciones prolongadas por ejemplo. Según Araujo C. (2005) el máximo ROM depende de las proporciones relativas de colágeno y

elastina en el tejido conectivo, porque la elastina es fácilmente distensible pero el colágeno es la primera causa de restricción.

- Sistema nervioso:, las proteínas contráctiles condiciona la magnitud y el alcance de la deformación longitudinal, por lo que resulta crucial la minimización de la tensión restrictiva y limitante que las estructuras contráctiles del músculo tienden, tanto refleja como voluntarias. Cuando hay una completa relajación neuromuscular, una *“fuerza externa puede llegar hasta duplicar la longitud normal de reposo del sarcómero conservándose la distancia mínima entre los filamentos delgados y gruesos a los efectos de que se pueda establecer, ante el cambio de las condiciones excitatorias, por lo menos un puente cruzado”*.

La flexibilidad está genéticamente influida, los ciclos biológicos, como el circadiano, el menstrual y los ciclos gestacionales (Calguneri, Bird y Wright 1982), producen variaciones significativas en la temperatura corporal y en los niveles de ciertas hormonas, lo que afecta potencialmente a la laxitud ligamentosa, las propiedades viscoelásticas de los músculos y tendones y, por tanto, la flexibilidad corporal (Araujo C.;2005).

Los profesores cada vez más se encuentran frente a clientes con problemas de sobrepeso y años de sedentarismo. En cualquier caso con niveles escasos de flexibilidad en las diferentes articulaciones y por lo tanto menos recursos motrices, mayores dificultades para sentarse o acostarse y levantarse del piso y por supuesto más propensos a molestias y dolores corporales, si es que ya no los tienen.

- **Extrínsecos**

- Sexo: las mujeres son más flexibles que los hombres por la mayor producción de estrógenos que produce una disminución de la viscosidad de los tejidos. (Ibáñez, A., 1993). La articulación temporomandibular es la única articulación en la que los hombres tienen mayor flexibilidad (Wright y Hopkins 1982). Wolf et al. (1979), señalaron que los hombres tenían mejores resultados en movilidad cuando se utilizaba el método lineal, que mide en centímetros, las mujeres tenían mayor amplitud cuando se utilizaba el goniómetro. Al analizar la flexión del tronco aisladamente con la técnica de Kraus-Weber, varios autores encontraron mejores resultados en las mujeres (Phillips et al. 1955; Kelliher 1960). En las extremidades inferiores las mujeres tienden a ser más flexibles (Nowak 1972). Según Araujo C. (2005) mediante el uso del flexitest se evidenció que las diferencias por sexo son mínimas entre los 5 y 6 años, pero a partir de esta edad existe una diferencia por

sexo, sobre todo luego de la pubertad, en donde siempre las mujeres obtienen mejores resultados en flexibilidad.

- Edad: la flexibilidad se pierde con el aumento de la edad cronológica en tanto no sea entrenada esta capacidad. Alcanza su desarrollo máximo entre los 14 a 17 años. (Vesz, A., Mota, B., 2004). Haas, Epps y Adams (1973), Hoffer (1980) y Waugh et al. (1983) estudiaron la movilidad de los recién nacidos y encontraron que ésta, durante los primeros 3 años de vida, aumenta progresivamente en las extremidades superiores pero se mantiene constante en las extremidades inferiores (Araujo C.;2005). Wynne-Davies (1971) detectó que la mayoría de los niños de entre dos y tres años podrían considerarse hipermóviles, a medida que se desarrollan evidencian una progresiva pérdida del nivel máximo de movilidad articular. Datos similares fueron también obtenidos en un estudio clásico por Beighton, Solomon y Soskolne (1973). En general, se ha observado que existe una disminución gradual de la movilidad articular con el envejecimiento, más allá de la técnica de medición utilizada (Kottke y Mundale 1959; Macrae y Wright 1969; Moll y Wright 1971; Allande et al. 1974; Sugahara y col. 1981; Einkauf et al. 1987; Shephard, Berridge y Montelpare 1990; Brown y Miller 1998). Durante el desarrollo, la disminución de la elasticidad de las estructuras de los tejidos conectivos por, parcialmente, a la alta cristalinidad del colágeno y al aumento del diámetro de las fibras, produce la reducción gradual de la flexibilidad corporal (Araujo C.; 2005).
- Calentamiento muscular: disminuye la viscosidad del sarcoplasma mejorando la contractibilidad y la capacidad de elongación. La temperatura del músculo aumenta debido al aumento de la circulación sanguínea por la vasodilatación muscular y de las estructuras vecinas, incluida la piel y por el aumento de las reacciones metabólicas catabólicas que generan la combustión interna y la liberación de energía calórica. (Hidalgo, E., 1993).
- Temperatura ambiental: las bajas temperaturas se asocian a una menor flexibilidad
- Cansancio: aumenta la sensibilidad de los husos musculares siendo más excitables al estiramiento.
- Costumbres sociales: sedentarismo, actividad laboral, hábitos posturales, etc.

- Estados emocionales: el miedo, estrés, ansiedad y dolor aumentan el tono muscular.
- Hora del día: la mayoría de las personas suelen ser más flexibles en horarios de la tarde.

En ciertos estados patológicos como la inflamación articular caracterizada por signos particulares como dolor, edema, rojeces, etc., determinan una limitación significativa de la movilidad (Williams 1957), al igual que las grandes cicatrices fibrosas (Wilson y Stasch 1945).

Es posible mejorar la fuerza muscular sin reducir significativamente la movilidad articular en un sujeto con un correcto programa de ejercicios (Massey y Chaudet 1956; Kusinitz y Keeney 1958; De Vries 1974). Por otro lado, es también cierto que un ejercicio inadecuado puede disminuir los niveles de movilidad articular (Watson 1981), sobre todo cuando la fuerza del cuádriceps femoral es incrementada (Moller, Oberg y Guillquist 1985). En personas hipermóviles, la hipertrofia muscular tiende a reducir el grado de movilidad articular, minimizando así las consecuencias negativas de la hipermovilidad. La hipertoncidad muscular aguda, producto de agotamiento post ejercicio o al dolor muscular tardío de las sesiones de entrenamiento días previos, o por la ansiedad intensa, pueden causar una reducción de la amplitud del movimiento articular (Araujo C.; 2005).

La sola repetición de un determinado ejercicio por cierto número de veces produce un aumento de la movilidad para movimientos específicos (Fieldman 1966; Atha y Wheatley 1976; Frost, Stuckey y Dorman 1982; O'Driscoll y Tomenson 1982). La actividad física en general puede producir un incremento agudo de la movilidad articular. Los efectos favorables de una sesión de estiramientos permanecían hasta como mínimo 90 minutos (Moller et al. 1985a). Hay pruebas de que el calentamiento puede mejorar significativamente las diferencias de movilidad articular existentes por lo que antes de realizar una evaluación de la flexibilidad, hay que cuantificar y controlar la intensidad, duración y características de la actividad física previa (Araujo C.; 2005).

1.1.3 Tipos de Flexibilidad

Según Merino R. y Fernández E. (2009) en su artículo "Revisión sobre tipos y clasificaciones de la flexibilidad. Una nueva propuesta de clasificación", el grado de flexibilidad es muy específico tanto para cada articulación como para una acción articular

concreta (Merni y col. 1981; citado en Alter, 2008; Moras, 1992; Hedrick, 2004; Bragança y col. ,2008). Platonov (2001) afirma que la flexibilidad activa y pasiva son específicas para cada articulación y que existen deportistas con un alto nivel de flexibilidad pasiva y un desarrollo escaso de la flexibilidad activa, y viceversa.

A continuación se exponen una serie de autores y sus clasificaciones obtenidas del artículo de Merino R. y Fernández E. (2009) en su artículo "Revisión sobre tipos y clasificaciones de la flexibilidad. Una nueva propuesta de clasificación":

- Holland (1968; citado en Basmajian, 1982): *"pueden existir dos tipos de flexibilidad: uno funcionalmente dinámico y otro que solo se mide en posiciones inactivas del cuerpo"*, según Holland la flexibilidad puede ser dinámica o estática.
- Hegedüs (1984) habla de ejercicios para desarrollar la flexibilidad activa y la pasiva.
- Weineck (1988) distingue entre movilidad general y específica, y movilidad activa y pasiva. Según este autor, la movilidad es sinónimo de flexibilidad.
- Donskoi y Zatsiorski (1988) diferencia la flexibilidad activa y la pasiva.
- Manno (1994) y Gómez Castañeda (2004) diferencia 3 tipos de flexibilidad: activa, pasiva y mixta.
- Pareja (1995) habla de la posibilidad de conceptualizar y clasificar la flexibilidad de diversas maneras: *"a partir de las necesidades de su manifestación (general, especial), de la forma de movimiento (dinámica, estática), de la participación o no de la musculatura agonista en el ejercicio de flexibilidad (activa, pasiva), del grado de expresión cuantitativa de movimiento (cantidad de elongamiento muscular y de desplazamiento angular de la articulación), entre otras conocidas"*.
- Alter (1998) la clasifica en "estática o dinámica".
- Esper (2000) dice que puede ser general o especial.
- George, Fisher y Vehrs (1999; citado en Valbuena, 2007), Gleim and McHugh (1997; citado en Vidal, 2004) y Arregui (2001) dicen que la flexibilidad puede ser estática o dinámica.
- Platonov (2001) distingue la flexibilidad activa, pasiva y la movilidad anatómica.
- González y col. (2001), describen tres tipos de flexibilidad: anatómica, activa y pasiva.
- Mora (1989), Vázquez y col. (1997), Platonov y Bulatova (1998), Rivera (2000), Gianikellis y col. (2003), Cadierno (2003) y Meléndez (2005) clasifican la flexibilidad en activa o pasiva.
- González (2005) la clasifica en activa, pasiva, anatómica y cinética.

- González (2005) presenta una segunda clasificación de la flexibilidad referida al taekwondo: activa general, activa específica, pasiva general y pasiva específica.
- Kim (2006) diferencia: estática, funcional y activa (pudiendo ser estática o dinámica).
- Vrijens (2006) distingue la flexibilidad general y específica; y la flexibilidad activa y pasiva.
- Alter (2008): estática, balística, dinámica o funcional y activa, que puede ser estática o dinámica.

Merino R. y Fernández E. (2009) especifican cuatro enfoques de clasificación:

- ❖ Según la aplicación de las fuerzas que intervienen en el movimiento (Flexibilidad de fuerza):
 - Flexibilidad Activa: cuando la musculatura se contrae para movilizar la o las articulaciones involucradas. Se subdivide en:
 - Libre: sin que intervenga ninguna otra fuerza (incluso la gravedad)
 - Asistida: con ayuda de otra fuerza externa
 - Resistida: cuando una fuerza externa aumenta la intensidad de la contracción
 - Pasiva: la musculatura no se contrae, es una fuerza externa la que produce el movimiento:
 - Libre: la fuerza externa es el peso del cuerpo
 - Forzada: además del peso del cuerpo actúa otra fuerza externa (máquina o compañero)

Según Merino R. y Fernández E. (2009) de la flexibilidad activa se puede decir:

- Failde (2003) y Alter (2008) dicen que: *“la flexibilidad activa se refiere al rango de movilidad realizado a través de la utilización voluntaria de los músculos propios sin oponer resistencia”*. Por lo cual la activa resistida no podría existir.
- Vázquez y col. (1997), González y col. (2001), Cadierno (2003), González (2005) y Kim (2006) dicen que el movimiento debe realizarse sin ayuda externa
- González (2005) especifica que dentro de estas fuerzas externas se debe incluir también al propio peso corporal, que tampoco puede ayudar o facilitar el movimiento. Según Merino R. y Fernández E. (2009) si consideramos que *“en muchos movimientos, según como se coloque el cuerpo, el propio peso del segmento corporal o del propio cuerpo puede disminuir o aumentar la amplitud de*

movimiento. Deberíamos considerar el propio peso del segmento implicado como una fuerza externa a tener en cuenta”.

- Kim (2006) comenta que puede ser estática o dinámica.
- Fleischman (citado en Colado, 1996) , Bagur y Ayuso (2001) y Serrato (2004) hablan de flexibilidad activa (hace referencia a que hay contracción muscular) o dinámica (hace referencia que hay movimiento) como sinónimos. Según Merino R. y Fernández E. (2009) la flexibilidad activa a su vez puede ser dinámica o estática y la dinámica podría ser activa o pasiva.
- Donskoi y Zatsiorski (1988), Vázquez y otros (1997), Platonov (2001) y González Núñez (2005) se refieren a ella como a una capacidad, mientras Vrijens (2007) nos habla de la agilidad en el movimiento.
- Weineck (1988), Harre (citado en Colado, 1996), González y col. (2001), Gianikellis y col. (2003) y Vrijens (2007) hablan de que el movimiento debe ser máximo.

Según Merino R. y Fernández E. (2009) de la flexibilidad activa resistida se puede decir:

- *“La fuerza externa que obliga a la musculatura a contraerse puede tener dos sentidos de acción, provocando dos tipos de contracción muscular”*: concéntrica o excéntrica. Cooley (2007), habla de la contracción excéntrica, siendo la propia musculatura del sujeto la que vaya “frenando” a esa fuerza externa.

Según Merino R. y Fernández E. (2009) de la flexibilidad pasiva se puede decir:

- Fleischman (citado en Colado, 1996; y García y cols., 1996), Bagur y Ayuso (2001), Serrato (2004) y Harichaux y Medelli (2006) hablan de flexibilidad pasiva o estática, como sinónimos. Según Merino R. y Fernández E. (2009) son tipos de flexibilidad pertenecientes a clasificaciones diferentes. La flexibilidad pasiva dice que no hay contracción muscular y la estática que no hay movimiento.
- Harre (citado en Colado, 1996), Vázquez y col. (1997) González y col. (2001) indican que el movimiento es en una articulación particular. Según Merino R. y Fernández E. (2009), en ese caso, estaríamos hablando de flexibilidad pasiva analítica, porque flexibilidad pasiva puede darse en dos o más articulaciones (general o sintética).
- Para Harre (1976; citado en Weineck, 1988) y Gianikellis y col. (2003) el movimiento es realizado por un deportista.
- Harre (1976; citado en Weineck, 1988), Vázquez y col. (1997), González y col. (2001), Gianikellis y col. (2003) y González (2005) hablan de la máxima amplitud

de movimiento articular , no necesariamente la máxima amplitud de movimiento articular.

❖ Según haya o no movimiento (Flexibilidad cinética):

- Dinámica: *“Capacidad de utilizar una gran amplitud articular durante un movimiento o una secuencia de movimientos”*
 - Balística: utiliza el impulso e inercia posterior de un movimiento enérgico
 - Natural: el movimiento es a velocidad normal o aumentada.
 - Lenta: el movimiento se realiza a velocidad por debajo de lo normal.
- Estática: *“Capacidad para mantener una postura en la que se emplee una gran amplitud articular”*

Según Pablo Hernández E. (2007) se puede definir a la flexibilidad estática como *“ una medida clínica que define la cantidad de movimiento de una, o de un grupo de articulaciones”* (Rogan, Wüst, Schwitter & Schmidtbleicher, 2015, p.4). Por otro lado la flexibilidad dinámica es el aumento de la resistencia con la elongación muscular, dado por el rango de movimiento articular, que puede ser cuantificado en términos de rigidez (Chumanov et al., 2011, p.527; Rogan et al., 2015, p.4). La flexibilidad pasiva y activa se puede medir mediante la rigidez muscular o los grados de movimiento articular disponibles en una, o en un grupo de articulaciones, debido a la elongación de las fibras musculares y el tejido conectivo (Askling, Saartok & Thorstensson, 2006, p.42).

Según Merino R. y Fernández E. (2009) de la flexibilidad dinámica se puede decir:

- Fleishman (citado en García y col., 1996), Bagur y Ayuso (2001) y García y Pacheco (2005) indican que la amplitud lograda se alcanza por una contracción muscular voluntaria, no podría existir la dinámica pasiva.
- Fleischman (citado en Colado, 1996), Bagur y Ayuso (2001) y Serrato (2004) hablan de flexibilidad dinámica o activa como sinónimos. *“Cuando no tiene por qué ser así, ya que dinámica implica que existe movimiento y activa que se produce una contracción muscular del sujeto en las articulaciones involucradas. Puede darse el caso de estar realizando movimientos de gran amplitud sin la intervención muscular del sujeto, gracias a la fuerza ejercida por un compañero.*

Estaríamos hablando de flexibilidad dinámica pasiva, por lo que flexibilidad dinámica no es sinónimo de activa”.

- Failde (2003) y Alter (2008) hablan de *“dinámica o funcional como sinónimos cuando se aplica a los rendimientos de una actividad física concreta”*. La flexibilidad dinámica no necesariamente debiera hacer referencia a una actividad deportiva porque podría darse ante cualquier actividad de la vida cotidiana.
- Dick (1993) también la denomina: cinética, balística o de rebote.
- Fetz (citado por Milton; citado por Pareja, 1995) entiende por *“flexibilidad dinámica la ejercitación de ella con movimientos repetitivos de impulsos, insistencias y rebotes”*.
- Failde (2003) y Alter (2008) dicen que la flexibilidad balística hace referencia a sacudidas o rebotes con movimientos rítmicos.
- Fleishman (citado en García y col., 1996), Corbin y Noble (1980; citados en Alter, 1998), Failde (2003), García y Pacheco (2005) y Alter (2008) especifican que el movimiento de la flexibilidad dinámica se realiza a velocidad normal o acelerada, por lo que, si se realiza lentamente sería otro tipo de flexibilidad.
- Para Heyward (1996) la flexibilidad dinámica *“es una medida de la torsión o resistencia al movimiento”*.
- Harichaux y Medelli (2006) dicen que la flexibilidad es la resistencia que opone una articulación a un movimiento.
- Para Valbuena (2007) es la *“capacidad de realizar movimientos de gran amplitud en oposición a una resistencia”*.
- Gleim y McHugh (citado en Vidal, 2004) hablan de la facilidad de movimiento dentro del potencial rango de movilidad.

Según Merino R. y Fernández E. (2009) de la flexibilidad estática se puede decir:

- Fleischman (citado en Colado, 1996 y García y col., 1996), Bagur y Ayuso (2001), Serrato (2004) y Harichaux y Medelli (2006) hablan de flexibilidad estática o pasiva como sinónimos.
- Para Fetz (citado por Milton; citado por Pareja, 1995), Kim (2006) y Valbuena (2007) la flexibilidad estática no implica movimiento.
- Fleischman (citado en Colado, 1996), Alter (1998, 2008), Bagur y Ayuso (2001) y Failde (2003) hablan de movimiento lento o de no hacer énfasis en la velocidad del movimiento. Para Merino R. y Fernández E. (2009) la flexibilidad estática significa sin movimiento.

- Fleischman (citado en Colado, 1996), Bagur y Ayuso (2001) y García y Pacheco (2005) dicen que es producida por una fuerza externa. Para Merino R. y Fernández E. (2009) la fuerza puede ser externa, interna o ambas a la vez.
- Para Heyward (1996) la flexibilidad estática es una medida del ROM (rango de movilidad) total en la articulación.
- Según Gleim y McHugh (citado en Vidal, 2004) se define a la flexibilidad estática como el rango de movimiento disponible por una o varias articulaciones.
- Manno (1994) y Gómez (2004) hablan también de la “flexibilidad mixta”, debida a la interacción de la activa y pasiva de forma variada. Para Merino R. y Fernández E. (2009) no es lo mismo estático que pasivo, si bien varios autores utilizan estos términos indistintamente. Según Merino R. y Fernández E. (2009) la flexibilidad estática puede ser activa o pasiva.
 - Flexibilidad estática activa: *“capacidad para mantener una postura en la que se emplee una gran amplitud articular gracias a la contracción isométrica de los grupos musculares implicados”*. Según Alter (1986) *“cuando se mantienen posiciones extendidas tensionando únicamente los músculos agonistas y sinergistas, mientras los antagonistas se encuentran estirados, estamos en presencia de la flexibilidad estática activa”*
 - Flexibilidad estática pasiva: *“capacidad para mantener una postura en la que se emplee una gran amplitud articular gracias a la ayuda externa, sin participación muscular del sujeto en las articulaciones involucradas”*.
- ❖ Según la cantidad de articulaciones involucradas (Flexibilidad cuantitativa):
 - General: *“Capacidad de alcanzar grandes amplitudes articulares solicitando simultáneamente a muchas o a casi todas las articulaciones del cuerpo”*
 - Analítica: *“Capacidad de alcanzar una gran amplitud articular en una sola articulación”*
 - Sintética: *“Capacidad de alcanzar grandes amplitudes articulares en dos o varias articulaciones simultáneamente”*

Según Merino R. y Fernández E. (2009) sobre la flexibilidad general se puede decir:

- Weineck (1988), Colado (1996), Gisbert (citado en García y col., 1996), Serrato (2004) y Vrijens (2006) incluyen las principales articulaciones del cuerpo (escapulohumeral, coxo-femoral y columna vertebral).

- Gisbert (citado en García Manso y col., 1996), incluye la movilidad de una o varias articulaciones en su concepto.

- ❖ Según los requerimientos de movilidad (amplitud de movimiento) de la actividad a desarrollar (Flexibilidad a demanda):
 - Funcional: *“Capacidad de alcanzar grandes amplitudes articulares necesarias para realizar una actividad específica”*
 - De reserva: *“Capacidad de alcanzar una amplitud articular superior a la requerida por una actividad específica para evitar rigideces que puedan afectar la coordinación del movimiento o a su nivel de expresividad”*
 - Anatómica: *“Capacidad de alcanzar la máxima amplitud que poseen las articulaciones”*
 - Genérica: *“Capacidad de alcanzar grandes amplitudes articulares que no sean específicas de una actividad concreta”*

Según Merino R. y Fernández E. (2009) sobre la flexibilidad funcional se puede decir:

- Metveiev (citado en García y col., 1996) y Serrato (2004) la denominan movilidad de trabajo y Esper (2000) la llama flexibilidad especial.
- Casi todos los autores la relacionan al deporte, aunque Kim (2006) y Diéguez (2007) dicen que puede emplearse para gestos no deportivos.
- Brooks (2001) y Diéguez (2007) incluyen que implica una amplitud de movimiento segura para la integridad y estabilidad articular.

Según Merino R. y Fernández E. (2009) sobre la flexibilidad de reserva se puede decir:

- Donskoi y Zatsiorski (1988) y Platonov (2001) refieren a la magnitud de más que sobrepasa la amplitud máxima con que se ejecuta el movimiento.
- Metveiev (citado en García y col., 1996) y Serrato (2004) la denominan residual.
- González y col. (2001) y Gianikellis y col. (2003) refieren a la diferencia de amplitud que existe entre la flexibilidad pasiva y activa.
- Frey (citado en Colado, 1996) denomina a esta diferencia reserva motriz.
- Donskoi y Zatsiorski (1988) emplean los términos déficit de la flexibilidad activa.
- Según Merino R. y Fernández E. (2009) hay que diferenciar:
 - Flexibilidad de reserva: tipo de flexibilidad, permite alcanzar una mayor amplitud para evitar rigideces.

- Reserva de flexibilidad: diferencia de magnitud entre la flexibilidad pasiva y activa.

Según Merino R. y Fernández E. (2009) sobre la flexibilidad anatómica se puede decir:

- Platonov (2001) también la llama máxima y Metveiev (citado en García y col., 1996) absoluta o máxima.
- Según Metveiev (citado en García y col., 1996) suele alcanzarse en los movimientos pasivos y forzados de cada una de las articulaciones.
- Para Metveiev (citado en García y otros, 1996), González y col. (2001) y González (2005) depende de la capacidad de elongación de los elementos blandos.
- Platonov y Bulatova (1998), Platonov (2001) y González y col. (2001) depende de la estructura de las articulaciones involucradas.
- Platonov y Bulatova (1998) comentan que las particularidades de la estructura de cada tipo de articulación es responsable de su movilidad. *“La amplitud de los movimientos depende sobre todo del grado de correspondencia entre la magnitud y la capacidad de desplazamiento de las superficies articulares. Cuanto mayor es la diferencia de la superficie (incongruencia de las articulaciones), tanto mayor será la posibilidad de desplazamiento de los huesos entre sí y mayor será el ángulo de desviación”.*

Considerando toda la información previa, en este estudio, se utilizarán ejercicios físicos categorizados como de flexibilidad activa general funcional dinámica (natural) o estática.

1.2 VARIABLES ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS QUE INFLUYEN EN LA FLEXIBILIDAD

1.2.1 Elongación Muscular

La elongación muscular se refiere a un estímulo externo que actúa a nivel del sistema músculo esquelético y nervioso (Hernández P. ; 2007).

Según Hernández P. (2007) por su estructura y sus características funcionales, debe considerarse al músculo esquelético como un sistema integrado por tres elementos constituyentes:

1. **El componente contráctil (CC):** miofilamentos de actina y miosina, capaces de manifestar efectos contráctiles y evidencia un comportamiento elástico por

lo que luego se ser elongado por un sistema de fuerzas externas tiene la tendencia a recuperar su longitud inicial (de reposo). Estos efectos son ejercidos tanto por el sistema actina miosina como por el conjunto de elementos de estabilización (titina y nebulina) (Astrand, P., Rodahl, K., 1997).

2. **El componente conectivo elástico dispuesto en paralelo (CEP) respecto al CC (tejido conectivo fascial o sistema fascial):** matriz extracelular de colágeno; epimisio, perimisio, endomisio y la propia membrana plasmática de la fibra muscular (Kovanen, V., 2002; Wang, K., et al. 1993). Estas estructuras presentan gran tendencia elástica y le dan la capacidad de generar la tensión que el músculo soporta después de ser sometido a un efecto de estiramiento. (Street, S., 1983).
3. **El componente conectivo elástico dispuesto en serie (CES) respecto al CC:** tendón y otros elementos de inserción ósea, tienen alto comportamiento elástico, tolerando fuerzas elevadas de tracción sin romperse y con gran capacidad de transmisión de la fuerza.

El sistema sensorial recibe información de cinco tipos principales de receptores (Hernández P. ; 2007):

1. Mecanorreceptores, que responden a fuerzas mecánicas tales como la presión, el tacto o el estiramiento.
2. Termorreceptores.
3. Nociceptores.
4. Fotorreceptores.
5. Quimiorreceptores.

Las terminaciones nerviosas libres detectan el tacto, la presión, el dolor, el calor y el frío. Por lo tanto, funcionan como mecanorreceptores, nociceptores y termorreceptores. Las terminaciones nerviosas especiales de los músculos y de las articulaciones son de muchos tipos y tienen muchas funciones, y cada tipo es sensible a estímulos específicos, estos son algunos (Wilmore, J., Costill, D., 1998):

1. Los receptores cinestésicos articulares.
2. Los husos musculares.
3. Los órganos tendinosos de Golgi (OTG).

Las sensaciones y el estado fisiológico son detectados por receptores sensoriales de las neuronas sensitivas, los impulsos sensoriales se dirigen a áreas que reciben el nombre de centro de integración, donde la información es interpretada y transmitida al sistema motor. Estos centros de integración varían en su función (Wilmore, J., Costill, D., 1998):

- Algunas señales, en la médula espinal, producen como respuesta un reflejo motor sencillo.
- Las señales que terminan en la parte inferior del tronco cerebral producen reacciones motoras subconscientes de una naturaleza más elevada y compleja (control postural al estar sentado, de pie o moviéndose).
- Las señales sensitivas que terminan en el cerebelo también se dan producto a un control subconsciente del movimiento. El cerebelo es el centro de coordinación, la motricidad fina y la gruesa parecen estar coordinados por el cerebelo junto con los ganglios basales.
- Las señales sensitivas que terminan en el tálamo comienzan a entrar en el nivel de la conciencia, y entonces comenzamos a distinguir varias sensaciones.
- Sólo cuando las señales sensitivas entran en la corteza cerebral podemos localizar moderadamente la señal. La corteza sensitiva primaria, localizada en la circunvalación postcentral (en el lóbulo parietal), recibe entradas sensitivas generales desde los receptores de la piel y desde los propioceptores de los músculos, tendones y articulaciones.

El estímulo de estiramiento que recibe el músculo, es integrado en diversos niveles del sistema nervioso central (SNC) y utilizado para elaborar una respuesta motora, tanto a nivel medular, provocando un acto reflejo con un fin protector, como a nivel de la parte inferior del tronco cerebral y del cerebelo, manteniéndolo informado sobre la posición actual del cuerpo (a través de los propioceptores) lo cual contribuye a la mantención del equilibrio y de la postura, y para la elaboración más efectiva de movimientos voluntarios por parte de la corteza motora primaria.

En un principio esta aferencia, provocada por una maniobra de elongación muscular sub – máxima, provocaría un acto reflejo simple de protección (contracción muscular), seguido de una relajación muscular refleja si el estímulo persiste. El estímulo sensitivo asociado a esta acción iría hasta los centros superiores del cerebro, dándonos la percepción consciente de estiramiento. (Belmar, J., 2004; Hidalgo, E., 1993; Wilmore, J., Costill, D., 1998).

La fuerza externa que estimula la elongación de un músculo es transmitida vía tejido conectivo (fascia); a través de la membrana muscular (sarcolema) a los elementos no contráctiles (complejo citoesquelético o costámeros) en la línea Z (Hernández, P.; 2007).

Al principio el estiramiento se hace a través del componente elástico, en serie y en paralelo. Si el componente contráctil está en reposo, permitirá que el componente en paralelo sea elongado, de lo contrario la elongación muscular se hará sólo a expensas del componente en serie y la acción se verá anulada en el componente en paralelo, por la contracción de la fibra muscular que se opondrá a la elongación. (Shrier, I., 1992).

La elongación de la fibra muscular comienza en el sarcómero. En la relajación que acompaña a la elongación no hay estímulos que produzcan la contracción (no hay puentes cruzados entre actina y miosina) así los sarcómeros ubicados en serie en una fibra, permiten que ésta tenga su máxima longitud anatómica. Hay que considerar que no todos los sarcómeros se estiran en la misma medida, los sarcómeros próximos a los tendones se estiran en mucho menor medida que los sarcómeros situados en la parte central de un músculo. (Alter, M., 1996).

Igualmente existen proteínas contráctiles que generan una resistencia inicial al estiramiento pasivo, dado la existencia de un pequeño número de puentes cruzados que están presentes incluso con el músculo relajado, los cuales se forman y se separan espontáneamente (Hill, D., 1968), comportamiento “*tixotrópico*” del músculo, esto podría explicar cómo técnicas que solicitan la contracción muscular previa a la elongación podrían aumentar el rango articular (Hernández, P.; 2007).

1.2.2 Reflejos Neuromusculares y Flexibilidad

- **Reflejo Miotático. Husos Musculares**

El huso es una estructura cilíndrica, alargada, con su parte central más gruesa que contiene dos o más fibras musculares transformadas y especializadas funcionalmente como mecanorreceptores de elongación (fibras intrafusales). A las fibras musculares esqueléticas se les llama fibras extrafusales (Hernández, P.; 2007).

La zona central de la fibra intrafusar es inervada por dos tipos de axones mielínicos que se enrollan alrededor de la fibra, formando una espiral: las fibras Ia o aferentes primarias, que son las de mayor diámetro y las fibras del tipo II o secundarias, de diámetro pequeño. La parte central de la fibra es un segmento no contráctil por lo que, cuando ésta es

estirada, el espiral se distorsiona, lo que genera potenciales de acción que viajan hacia el sistema nervioso central.

En cada extremo de la fibra intrafusil hay tejido contráctil innervado por axones neuronas motoras eferentes de la médula espinal: las motoneuronas gamma. Los potenciales de acción que llegan por estos axones, a las fibras intrafusales, provocan la contracción de la parte contráctil de ellas lo cual puede inducir, por estiramiento de su parte central, la generación de potenciales desde los terminales la. A través de las fibras la el sistema nervioso recibe constantemente información del grado de elongación de los diferentes músculos. A través de las fibras gamma, se puede regular la sensibilidad de ese receptor de elongación. (Belmar, J., 2004).

El huso muscular (fibras intrafusales) no posee capacidad contráctil y se ubica en forma paralela a las fibras extrafusales (con capacidad contráctil). Puede ser estimulado de dos maneras:

- Por estiramiento muscular
- Por contracción de las fibras intrafusales

El huso muscular responde de manera refleja con una función protectora, estimulando la contracción de las fibras extrafusales. Si tenemos en cuenta el primer ítems entonces podemos decir que al buscar estirar un músculo de manera refleja producimos el efecto opuesto (Bolognese, M.; 2007).

- **Reflejo Miotático Inverso. Órgano tendinoso de Golgi.**

Son receptores sensoriales encapsulados, a través de los cuales pasa un pequeño haz de fibras de tendones musculares. Se ubican en proximal a las uniones de las fibras de los tendones con las fibras musculares. Entre 5 y 25 fibras musculares suelen estar conectadas con cada órgano tendinoso de Golgi. Estas estructuras son sensibles a la tensión en el complejo músculo – tendón y operan como un indicador de la intensidad del esfuerzo. Tienen función protectora: cuando son estimulados estos receptores inhiben los músculos que se contraen (agonistas) y excitan los músculos antagonistas. (Wilmore, J., Costill, D., 1998).

En otras palabras, *“cuando la intensidad de estiramiento sobre un tendón excede un determinado punto crítico, se produce un reflejo inmediato que inhibe a las neuronas*

motrices del asta anterior que inervan al músculo” (Hernández, P.; 2007). Por lo que el músculo se relaja y la tensión excesiva desaparece. Este reflejo puede explicar un fenómeno interesante que se produce cuando se intenta mantener una posición de estiramiento que desarrolle una tensión máxima: es decir, súbitamente se llega a un punto en que la tensión desaparece y el músculo puede ser estirado aún más. (Alter, M., 1996).

1.2.3 Sistema Fascial y Cadenas Miofasciales

Sistema Fascial

Según Myers Thomes (2015) el concepto músculo-hueso que se enseña generalmente resulta un modelo de movimiento puramente mecánico separándolo en funciones diferenciadas, dejando de lado la idea de integración ininterrumpida que se observa en un cuerpo vivo. *“Cuando una parte se mueve, el cuerpo reacciona como un todo”* y el único tejido que puede mediarlo es el tejido conjuntivo. *“Podemos observar que los 70 billones de células que llamamos «nosotros» están en su lugar gracias a esta red corporal de fibras de elasticidad variable en un gel glucoproteico hidratado de viscosidad variable [...] Este entorno tensional cambia de forma constante por fuerzas endógenas y exógenas secundarias que van desde los flujos de líquido a la gravedad”* (Myer T.;2015).

Según González K. (2023) *“la fascia es una unidad biológica del cuerpo humano que funciona como un ecosistema para el adecuado trabajo de todos los sistemas que envuelve, esto debido a sus múltiples acciones como: ser un tejido protector, mantener el bombeo circulatorio de la sangre y la linfa; ayudar en los procesos bioquímicos del cuerpo a través del líquido intersticial, sostener; conectar y comunicar, permitiendo la integración de todos los sistemas con un propósito fundamental, el movimiento”*. La fascia se conoce como un tejido unificador de los procesos fisiológicos, se trata de un sistema muy importante para el funcionamiento humano.

Se podría decir entonces que el tejido conectivo fascial, como su nombre lo indica, une todos los órganos, tejidos y células del cuerpo, las cuales registran la información que le llega a través de esta red sobre los fenómenos que ocurren en el resto del cuerpo. Una vez más se cuenta con evidencia para ya no considerar al cuerpo como la sumatoria de partes aisladas para pasar a un concepto de unidad general donde cada célula se conecta y es influenciada por las demás, independientemente de que estén físicamente más cerca o lejos entre sí.

En ese caso existe evidencia para que las formas de entrenamiento basadas en el aislamiento de músculos y segmentos corporales debieran considerarse en casos excepcionales donde el objetivo final lo amerite, sobre todo en deportistas o en momentos particulares de una rehabilitación. En clientes o alumnos donde el entrenamiento físico se desarrolle con objetivo dentro de los parámetros de la salud, la planificación se podría trabajar desde una mirada diferente, donde se estimule el aumento en la cantidad de recursos motrices del sujeto a través de movimientos globales donde la conexión del todo el cuerpo se ponga en juego.

Según Pinzón (2014), se concibe que la fascia es prácticamente inseparable de todas las estructuras del cuerpo y actúa creando continuidad entre los tejidos mejorando su función (Kumka & Bonar, 2012). La microestructura del Sistema Fascial muestra que existe en él una abundante red nerviosa y células musculares lisas propias, responsables de varios tipos de sensaciones y respuestas (Rubio & Paredes, 2004) (Pilat, 2003).

El Sistema Fascial está formado por una serie ininterrumpida de tejido conjuntivo fibroso de origen embrionario mesodérmico, dispuesto por capas en dirección oblicua, transversal o circular con aspecto espiralado (Pinzón, 2014). Existen tres tipos diferentes de fascias conectadas entre sí: la superficial, la profunda y la visceral. La fascia superficial está más conectada a la piel, la profunda a los músculos y la visceral a las vísceras (Natale, y otros, 2015). Según Ferrer (2011) y Rubio & Paredes (2004), la microestructura del sistema fascial está compuesta por fibras, tejido de cohesión, células libres y sustancia fundamental:

- Fibras: principalmente colágeno (hasta 12 tipos diferentes según la densidad y necesidades del tejido, 60-70% de la masa del sistema fascial), da solidez y estructura. La elastina (fibras largas y delgadas) y reticulina (fibras de colágeno inmaduro que no están inmersas en la sustancia fundamental) dan elasticidad y ayudan a crear la base del tejido conjuntivo.
- Tejido de cohesión: heparina, fibronectina y ácido hialurónico. Ofrecen un substrato a las células del sistema nervioso, vascular y al epitelio.
- Células libres: fibroblastos, forman el tejido conjuntivo. También glóbulos blancos.
- Sustancia Fundamental: sustancia viscosa formada por agua y glucosaminoglicanos, permiten el intercambio celular dando diferentes propiedades al tejido.

Según Pinzón, I.,(2014), la microestructura coloide tiene propiedades para la mecano-regulación debido a la característica de tensegridad que se explicará en detalle

más adelante (*“propiedad del tejido que le da soporte y rigidez en los elementos estructurales, capaces de actuar conjuntamente bajo esfuerzos intrínsecos -tracción y compresión- propiciando resistencia y estabilidad”*), donde existen células musculares lisas propias y receptores de Golgi, corpúsculos de Paccini (atribuyendo sensibilidad a la vibración), órganos de Ruffini (siendo capaz de responder a impulsos lentos y presiones sostenidas), terminaciones nerviosas libres de fibras sensitivas tipo III y tipo IV y receptores del dolor. También existen mecanorreceptores de bajo umbral que responden a un estímulo mecánico extremadamente suave que puede generar una respuesta autónoma (Pinzón, 2014).

“El término matriz extracelular (MEC) se aplica a la suma total de sustancias extracelulares del tejido conjuntivo. En esencia, se trata de un sistema de fibrillas proteicas insolubles y complejos solubles formados por polímeros de carbohidratos unidos a moléculas de proteínas (es decir, son proteoglicanos) que captan agua. Mecánicamente, la MEC ha evolucionado para distribuir las tensiones del movimiento y de la gravedad al mismo tiempo que mantiene la forma de los distintos componentes del organismo. Además, proporciona el medio ambiente fisicoquímico idóneo para las células inmersas en ella, formando una trama a la que aquellas se adhieren y sobre la cual pueden moverse, constituyendo así un medio iónico hidratado y poroso, a través del cual los metabolitos y los elementos nutritivos pueden difundirse fácilmente”. (Myers Thomes , 2015).

Según Myers (2015) el tejido conectivo que une, reviste y da forma a todos los órganos del cuerpo se denomina “red fascial”, es de naturaleza integrada, indivisible y generalizada, une cada célula del cuerpo a las células vecinas y también conecta la red interna de cada célula (citoesqueleto) al estado mecánico de todo el cuerpo. *“Es posible que parte de su naturaleza conectiva radique en su capacidad de almacenar y transmitir información a través de todo el cuerpo. Cada cambio de presión (y la tensión acompañante) en la MEC provoca que el entramado semiconductor líquido y cristalino del colágeno húmedo y otras proteínas generen señales bioeléctricas que reflejan de forma precisa la información mecánica original”.*

Las células del tejido conjuntivo no sólo fabrican estos materiales, sino que también se reorganizan (remodelan) y reorganizan sus propiedades según las demandas dadas por la actividad individual cotidiana y las lesiones. Esto explica cómo aumenta la resistencia de los huesos de los bailarines, también *“por qué el ejercicio es útil para los individuos con osteoporosis incipiente: las fuerzas creadas por la sobrecarga de los tejidos sirve*

para reducir la absorción osteoclástica” y, a su vez, el por qué los astronautas y cosmonautas que luego de cierto tiempo en el espacio, sin fuerza de gravedad necesitan de sillas de ruedas para salir de sus naves. (Myers, 2015).

Según Pinzón (2014) la presencia de células contráctiles (miofibroblastos) en el tejido fascial es importante en la creación de contracciones tónicas que inciden en el tono muscular pasivo, dándole propiedades biomecánicas como: fluencia, relajación, histéresis, efecto de la flexión espinal sostenida en tejidos lumbares, cambios de hidratación inducidos por deformaciones, manipulación miofascial y deformación viscoelástica fascial (Kwong & Findley, 2014). Los miofibroblastos poseen un tipo de actina similar al que puede rastrearse en los músculos del sistema digestivo; es decir, la actina α del músculo liso el cual es innervado por el sistema simpático autonómico (Bordoni & Zanier, 2014).

Bajo la regulación de los sistemas nervioso e inmunológico, el Sistema Fascial regula el estado funcional de las células y proporciona un entorno estable para la supervivencia de las mismas (todas las células, tejidos y órganos que son envueltos y segmentados por el sistema de almacenamiento de soporte) (Bai, y otros, 2010).

Según Andrzej Pilat (2003) las funciones del Sistema Fascial se resumen en:

- Protección: mantiene la integridad anatómica y conserva la forma más conveniente, protección contra traumatismos (amortigua y dispersa los impactos).
- Formación de compartimentos corporales: La fascia compartimenta e integra todos los elementos corporales formando una red continua.
- Revestimiento: Constituye una red continua que conecta todos los elementos del cuerpo, uniendo grupos funcionales con otros anatómicamente muy separados entre sí. Soporte del equilibrio postural.
- Coordinación hemodinámica: El sistema venoso y linfático son estructuralmente inestables puesto que no disponen de elementos estructurales propios de suficiente rigidez. *“La fascia proporciona consistencia y elasticidad y trabaja como una bomba auxiliar para colaborar en el envío sangre y linfa desde la periferia hacia el corazón y los ganglios linfáticos”* (Pilat, 2003).
- Trasmisión de energía: se comprobó en el estudio de Carvalhais y colaboradores (2013), que *“evidenció una trasmisión de tensión entre el músculo Latísimo del Dorso que modificó las variables pasivas del glúteo mayor en la cadera, proporcionando evidencia de trasmisión de fuerza miofascial in vivo”* (Carvalhais, y otros, 2013).

“Las áreas de fijación superficial fascial actúan como focos desde los que se generan bandas de tensión que se extienden hacia otras estructuras, por ello se produce una excesiva sollicitación en las regiones del cuerpo que se extienden desde el foco de la disfunción” (Pinzon I.; 2014). Una persona con diferentes puntos de atrapamiento fascial, tiene, a su vez, varios focos desde donde se generan bandas de tensión que pueden cruzarse. Si ocurre que en un mismo espacio se cruzan varios vectores fuerza o bandas de tensión, los puntos donde coinciden dos o más de ellos sufren una particular tracción crónica en varias direcciones y esto puede dañar el tejido si se supera su límite elástico (Pinzon I.; 2014). En el cuerpo las fibras de tejido conectivo se orientan paralelos a la línea de acción de las fuerzas mecánicas lo que les permite soportar la tensión en esa dirección, pero las hace muy vulnerables a fuerzas con otra orientación (Rubio & Paredes, 2004).

La alteración postural con alteración en la biomecánica del trabajo muscular produce una zona de atrapamiento fascial (proceso de estrés mecánico debido a las restricciones de la miofascia). Estos músculos responden con retracción o debilitamiento. Dichas respuestas tónicas y fásicas favorecen a la nueva “postura” del individuo. Los siguientes son puntos de disfunción fascial primaria (Rubio & Paredes, 2004):

- 1- Suboccipital: Fascia cervical posterior.
- 2- Trapecio: Fascia de las fibras superiores del trapecio.
- 3- ECM: Fascia del Esternocleidomastoideo (miofascia).
- 4- Interescapular: Atrapamiento entre las capas fasciales del músculo angular del omóplato y el trapecio.
- 5- 1ª y 2ª costillas: Restricción en el sistema fascial de escalenos y pectorales.
- 6- Bajo ap. Xifoides: Fascia del diafragma.
- 7- Charnela dorsolumbar: Alteración en el sistema posterior oblicuo de estabilidad funcional por atrapamiento entre planos de trapecio y dorsal ancho.
- 8- Lumbar baja: Fascia toracolumbar por engrosamiento adiposo de la fascia del músculo dorsal ancho.
- 9- Inf. cresta ilíaca: sistema posterior oblicuo de estabilidad funcional.

10- Trocantérea: sistema posterior oblicuo de estabilidad funcional a través de disfunción a nivel de la fascia superficial de la región trocantérea.

11- Cara lateral rodilla: Atrapamiento banda iliotibial a nivel de la rodilla.

12- Maléolo externo: Atrapamiento de la fascia superficial a nivel de los maléolos.

13- Aquílea: Atrapamiento entre planos fasciales del triceps sural.

14- Maléolo interno: Atrapamiento de la fascia superficial a nivel de los maléolos.

15- Cara medial rodilla: Fascia del compartimento medial de los isquiotibiales.

16- Borde ext. Triángulo de scarpa: Planos fasciales de recto anterior, sartorio y aductores.

17- Epicondílea: Restricción fascial entre planos de los extensores de muñeca y dedos.

18- EpitrocLEAR: Restricción fascial entre planos de los flexores de muñeca y dedos.

Las fascias tienen un rol importante en la regulación de la postura, la coordinación motora periférica y la propiocepción. Se ha observado la presencia de inflamación y microcalcificaciones en la fascia de los pacientes con dolor muscular localizado, esto hace pensar que tiene un rol patogénico en la producción del dolor (Rodríguez, y otros, 2011). El deslizamiento limitado entre las capas del tejido fascial, neural, vascular visceral y muscular se considera una forma potencialmente significativa de disfunción somática (Bautista, 2015).

La *“transmisión de fuerza miofascial extra-muscular”* se produce desde los músculos a otras estructuras adyacentes no musculares y la transmisión de la fuerza de los músculos a otros músculos se conoce como *“transmisión de la fuerza miofascial intermuscular”* (Pinzón I.; 2014). El tejido conectivo suelto (fascia areolar o superficial) es menos organizado estructuralmente si se compara con capas densas de tejido conectivo profundas. Los procesos que producen el engrosamiento y densificación de los tejidos conectivos sueltos y su matriz extracelular se relacionan con la pérdida o reducción del potencial de deslizamiento entre las capas fasciales densas y las estructuras adyacentes (Chaitow L. , 2014b).

Según Pinzón I. (2014) en el entrenamiento deportivo se enfatiza el estímulo de las fibras musculares, el acondicionamiento cardiovascular y/o la coordinación neuromuscular

cuando la mayoría de las lesiones por sobrecarga se producen dentro de los elementos de la red fascial que se cargan más allá de su capacidad preparada.

Según Busquet L. (2002) el sistema antigravitacional está basado en la relación de las siguientes variables: Gravedad - Presiones internas - Fascias - Reacción; y comprende al esqueleto, las fascias y músculos monoarticulares (transverso espinoso, etc.). Este sistema *“se convierte en un sistema de auto-crecimiento cuando recluta músculos para tender al borramiento de las curvaturas”*. Por lo tanto, el equilibrio está basado en un desequilibrio, es decir, nuestra especie está formada en base a un desequilibrio anterior por lo que es normal considerar que los factores estáticos se localicen en la parte posterior del cuerpo para oponerse a ello.

La estática depende de 4 factores: el esqueleto, las fascias, la presión intratorácica y la presión intra abdominal; *“la relación fascias-presiones internas es el principal factor de la estática”* (Busquet L.; 2002). En este caso los músculos tienen una intervención secundaria ya que no están hechos para una acción constante, requerirían demasiada energía y se contracturarían.

Teniendo en cuenta la información aportada sobre las características mio fasciales se puede entender la importancia de este tejido en la postura corporal, en el movimiento cotidiano, en los gestos motrices deportivos y en el desarrollo de patologías a corto, mediano y largo plazo. Lo que permite tomar conciencia de la importancia de los ejercicios de flexibilidad donde se evita o disminuye puntos de densificaciones del tejido conectivo que afectan del movimiento o bloqueos entre capas de tejido fascial.

Al tener en cuenta que esta red conecta y transmite información a cada célula, tejido y órgano del cuerpo, el entrenamiento adecuado para mejorar y mantener su correcto funcionamiento repercute no solo en el sistema locomotor, sino en todos los sistemas, en diferente medida.

1.2.4 Músculos Tónicos y Fásicos

Desequilibrios musculares en relación a los niveles de fuerza, acortamientos de ciertos músculos y debilidades de otros, pueden causar o favorecer la aparición y mantenimiento de diferentes patologías. También, en sentido inverso, toda retracción y contractura muscular tiene una intención biológica lógica para el sistema corporal. *“Una contractura muscular es siempre lógica, es un sistema de seguridad, es necesaria. Sólo se la puede*

tratar haciéndola inútil, es decir, cualquier intervención que provoque su relajación imperativa sin tener en cuenta su utilidad sólo puede hacer más frágil el esquema de funcionamiento” (Busquet, L., 2002).

Musculatura tónica

Son músculos que por lo general tienen un tono elevado, se trata de los músculos antigravitatorios (isquiotibiales, tríceps sural, espinales, pelvitrocantéreos), también aquellos con función de suspensión (escalenos, trapecio superior, intercostales y sistema músculo fibroso del mediastino que sostiene el centro frénico y por el que pasan gran parte de la masa visceral) y por último están los músculos rotadores, abductores y aductores que mediante tensiones recíprocas nos permiten mantener la postura y el equilibrio. *“La actividad de los músculos estáticos es constante, por un lado mantienen un tono constante indispensable para poder mantener la postura erguida [...] y por otro se contraen para llevar a cabo los movimientos” (Philippe Souchart 2010).* Suelen estar situados en el tronco y/o en las zonas proximales de las articulaciones. La musculatura postural o tónica tiene tendencia a acortarse, a la rigidez y a tener contracturas musculares.

El acortamiento de la musculatura, puede llevar a modificaciones en la postura corporal que de ser mantenidas en el tiempo afectan al resto del cuerpo. Por lo tanto, es importante trabajar estos músculos con ejercicios de estiramiento y ejercicios de fuerza con contracciones isométricas en una posición cada vez más excéntrica.

Musculatura fásica

Estos músculos tienen menor tono de base ya que principalmente se encargan de generar movimiento en las articulaciones. Son músculos con la capacidad de generar mayores niveles de fuerza explosiva o potencia y son también más fatigables. Por lo general no presentan problemas de acortamiento ya que solo están contraídos cuando son solicitados de manera activa.

El sedentarismo, puesto las características de trabajo actuales y las posturas forzadas (ejemplo, peluquero, dentista, cirujano, etc.) conducen al debilitamiento progresivo de esta musculatura. Por lo que se recomienda realizar un entrenamiento de fuerza, evitando un rango de estiramiento-acortamiento muy corto o amplio.

1.2.5 Cadenas Miofasciales

Se entiende a las cadenas musculares como el conjunto de músculos que se activan sinérgicamente para llevar a cabo una acción específica. Se trata de un concepto funcional, no anatómico, que representa a un conjunto de elementos que se encuentran asociados a una función determinada. Leopold Busquet, que sostiene que *“si bien el músculo por sus inserciones moviliza los segmentos óseos, son los envoltorios fasciales con sus relaciones los que perciben, analizan y controlan los movimientos”*. Cuando una cadena muscular actúa en exceso, tiene posibilidad de fijar un patrón postural o comportamiento funcional alterado, transformándose en una cadena lesional.

Según Carrilero (1999) las cadenas miofasciales se suelen definir como *“la expresión de la coordinación motriz, organizadas para cumplir un objetivo: tónico-estático y fásico-dinámico”*. Representan circuitos que se disponen según la dirección y los planos por los que se propagan las fuerzas organizadoras del cuerpo, las cuales obedecen tres leyes: *“equilibrio, economía y confort (no dolor); pero ante una patología que altere el equilibrio, priorizará al no dolor para restablecerlo, a costa de la economía de esfuerzo”* (Oleari, C., s.f.).

Según el axioma de Beevor *“el cerebro no conoce la acción del músculo aislado sino el movimiento”* (Voss, 1991), es decir, el sistema nervioso activa grupos musculares de manera automática y con un orden de contracción temporal lógico, para realizar una acción motriz en concreto conocida o parcialmente conocida. Esta información ha sido la base para modelos de entrenamiento como el Entrenamiento Funcional, Pilates o el Sistema de Estiramiento Global, entre otros.

De hecho, en nuestra evolución, podemos incorporarnos y “despegarnos” progresivamente del suelo gracias a la acción de nuestras cadenas rectas y el control de nuestro sistema antigravitatorio, mientras que cualquier desplazamiento, desde la exploración que hace la cabeza hacia los lados o el alcance de objetos con las manos, hasta la marcha sobre los pies, depende del accionar de nuestras cadenas cruzadas” (Jáuregui, M., s.f.).

En el plano funcional, todas las estructuras conjuntivas (de origen mesodérmico) forman una única fascia que *“forma el envoltorio superficial del cuerpo y, por sus ramificaciones, penetra en la profundidad de las estructuras hasta el envoltorio de la célula”* (Busquet, L., 2002). *“Las funciones generales de las fascias son el sostén, la nutrición y la protección [...] las fascias actúan en el mantenimiento de la postura puesto que reducen el gasto de*

energía actuando por transmisión de fuerzas, aumento de las tensiones y equilibrio segmentario, utilizando el menor consumo metabólico” (Dra. Cristina Oleari, s.f.). La resistencia natural a ser tensada de esta tela fascial determina que cualquier demanda para un aumento de su longitud repercute en todo su conjunto y en caso que este aumento de longitud no pueda ser concedido se produce una tensión dolorosa, desencadenando por vías reflejas tensiones musculares (Busquet, L., 2002).

Se piensa que este sistema fascial es el responsable de facilitar la movilidad, la circulación celular y la elasticidad de los tejidos musculares. La miofascia puede verse afectada por una lesión, estrés postural o inactividad. *“Estas adherencias y la tensión muscular pueden promover la formación de puntos gatillo en la miofascia, que se traduzca en un síndrome de dolor miofascial, pudiendo convertirse en un problema crónico” (Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 2017)*

Existen cadenas rectas y cruzadas. En términos generales, según L. Busquet (2002), las cadenas rectas tienen una vocación estructurante, las cadenas cruzadas tienen una vocación de movimiento y el sistema anti-gravitacional es el repartidor de energía.

Según Busquet L. (2002) *“las fascias ligan las vísceras al cuadro músculo-esquelético”, podemos entender entonces la importancia de mantener la salud y movilidad de este tejido, así como también la relación causal del porque la disfunción de un tejido repercute en otro no necesariamente adyacente o perteneciente al mismo sistema de órganos. “Si la movilidad del cuadro músculo-esquelético se altera, tendremos una reducción de la velocidad de una o varias funciones viscerales” y a su vez, la disfunción de un órgano modificará “por su pesadez o su retracción, su sistema de suspensión fascial”, por lo cual, una disfunción visceral podría ser la responsable de una limitación en el movimiento o una pérdida de movilidad.*

“El doctor Thomatis ha puesto en evidencia la relación de frecuencia entre las notas agudas y la columna cervical, la cabeza, las notas bajas y la pelvis, el sacro”(Busquet, 2002). Esta relación también se presenta entre la columna vertebral y la voz, esto se puede explicar si observamos al cuerpo como una caja de instrumento y cualquier tensión interfiere en la voz (resonancia de vibraciones) y también en la audición (integración de las vibraciones). Trabajar sobre las tensiones vertebrales puede mejorar las condiciones de audición y fonación.

Cadenas Miofasciales rectas y cruzadas

Las cadenas cruzadas (línea espiral) permiten movimientos de torsión y, a diferencia de las cadenas rectas que se orientan más hacia la estática, las cadenas cruzadas se especializan principalmente en el movimiento. Por lo tanto el sistema cruzado requiere de la estabilidad del sistema recto y éste último necesita del sistema cruzado para establecer su estática cuando se ve amenazada. El movimiento desencadenado por el sistema cruzado tiende a preservar el equilibrio del cuerpo en el movimiento (Busquet, L., 2002). *“La línea espiral gira en torno al cuerpo en una doble hélice, uniendo cada lado del cráneo con el hombro contrario a través de la región superior de la espalda y después con la cadera del mismo lado tras pasar alrededor de las costillas y cruzar la región anterior a la altura del ombligo. Desde la cadera, la línea espiral recorre como una comba la región anterolateral del muslo y la espinilla hasta la parte medial del arco longitudinal del pie, atraviesa la planta del pie y asciende por la región posterior externa del miembro inferior hasta el isquion y por la miofascia del erector hasta el cráneo”* (Myers W. Tomas, 2008).

La función postural es envolver al cuerpo a través de una doble hélice para ayudar a mantener el equilibrio en todos los planos, ya que participa generando, compensando y manteniendo las torsiones, rotaciones y los desplazamientos laterales, su disfunción afecta el adecuado funcionamiento de las otras cadenas o líneas miofasciales, ya que la mayoría de las estructuras implicadas en la línea espiral también participan en otras líneas (Myers W. Tomas, 2008).

La función de la línea espiral en el movimiento es generar giros y rotaciones, mediar en ellas y en contracciones isométricas y excéntricas, estabilizar el tronco y el miembro inferior para evitar que se pliegue en una rotación completa (Myers W. Tomas, 2008). En lo que respecta a la torsión del torso, este movimiento se concentra a la altura de la vértebra L3 y el ombligo en la torsión posterior y anterior respectivamente.

Según Myers (2008) los patrones habituales de compensación postural debido a la línea espiral incluyen: pronación y supinación del tobillo, rotación de la rodilla, rotación de la pelvis sobre los pies, rotación de las costillas sobre la pelvis, elevación o desplazamiento anterior de un hombro e inclinación, desplazamiento o rotación de la cabeza.

Muchos de los ejercicios tradicionales sobre todo de fuerza, y también de flexibilidad, que se realizan en la mayoría de los gimnasios, por un lado, en general, estimulan al cuerpo de manera localizada, no global. Teniendo en cuenta lo anterior mencionado y las

características del sistema fascial se podría empezar a trabajar el entrenamiento físico desde una mirada integradora a todo el cuerpo y los sistemas. Los ejercicios puramente localizados, en el ámbito de la salud, resultan ser menos transferibles para los movimientos cotidianos y naturales de nuestra especie, no fortaleciendo de manera apropiada y funcional al cuerpo para dichos gestos motrices ni para evitar lesiones ante movimientos y posturas del día a día.

1.3 EFECTO AGUDO POST EJERCICIO DEL ENTRENAMIENTO DE LA FLEXIBILIDAD

Según Hernández, P.; 2007, estudios realizados demuestran que el incremento en el rango articular posterior a las técnicas de elongación, se debe a que estas disminuyen la viscoelasticidad del músculo, y a la vez aumenta la *compliance* (stiffness) o distensibilidad de éste (Fowles, J., Sale, D., 2000; Shrier, I., 1999). Se llama viscoelasticidad a la presencia del comportamiento elástico y viscoso, que influyen sobre la resistencia pasiva del tejido.

El comportamiento elástico refiere a la propiedad del tejido muscular ante un cambio de longitud volverá a la longitud original después de eliminada la fuerza externa. En una deformación plástica el tejido se mantiene deformado después del cese de la tensión (Hernández, P.; 2007).

El comportamiento viscoso produce el deslizamiento o “*creep*” en el músculo, se efectúa si la fuerza o tensión se mantiene constante en un tejido, el cual va progresivamente aumentando de longitud. Otra propiedad viscosa es la “relajación por estrés”, observada in vivo en la musculatura isquiotibial por Magnusson et al. (1992), donde la tensión del tejido disminuye cuando la longitud de este se mantiene constante (Hutton, S., 1992).

La “histéresis” es el grado de relajación que experimenta un tejido durante la deformación y el desplazamiento; si se exceden las limitaciones físicas y mecánicas del tejido, se produce una lesión (Prentice, W., 1997).

Según Araujo C. (2005) el principal mecanismo asociado a incrementos agudos y crónicos del grado de movilidad articular con entrenamiento específico es una mayor tolerancia al estiramiento, sin cambio sustancial alguno de las propiedades viscoelásticas del músculo (Magnusson et al. 1996; Magnusson 1998). En dicho estudio, se asegura que una única sesión de estiramientos específicos de 5 minutos, produce un incremento

del grado de extensibilidad de los músculos isquiotibiales sin modificar las propiedades de las curvas de rigidez muscular, es decir, que únicamente se produce un aumento de la tolerancia al estiramiento (Halbertsma, van Bolhuis y Göeken 1996).

Magnusson (1998) describió que el aumento del ROM agudo inducido por una sesión de estiramiento desaparecen en menos de 1 hora, el autor no excluye la posibilidad de que el entrenamiento específico durante largos períodos de tiempo, produzca adaptaciones crónicas (Araujo C.; 2005).

La resistencia del tejido a cualquier movimiento (pasivo o activo), puede producirse por lo siguiente (Hutton, S., 1992):

1. Restricciones neurogénicas: por ejemplo: control voluntario y reflejos
2. Restricciones miogénicas: propiedades resistivas del músculo
3. Restricciones articulares: las estructuras (cápsula y ligamentos) generan fuerzas opositoras al movimiento.
4. Restricciones de la piel y tejido conectivo subcutáneo.

Los ejercicios de flexibilidad pueden aumentar la extensibilidad de los tejidos blandos a través de 3 mecanismos (Hernández, P.; 2007):

- Deformación viscosa: cambios en las propiedades viscoelásticas
- Alteración de la percepción de estiramiento: el individuo es capaz de tolerar cada vez mayores tensiones durante la elongación
- Adaptaciones estructurales: cambios en la estructura muscular

El aumento agudo post ejercicio del rango articular ha sido confirmado por estudios que utilizaron protocolos de elongación pasiva y FNP. (López, C., Fernández A., 1995; Wiemann, K., Klee, A., 1992; Hernandez, P., et al. 2005). Se ha demostrado que la elongación muscular produce un aumento de la longitud del vientre muscular, no así del tendón, lo que explica, en parte, la disminución de la fuerza post ejercicios de flexibilidad ya que el músculo podría encontrarse en una parte de la curva longitud – tensión menos óptima para la generación de fuerza (Hernández, P.; 2007).

Si la matriz extracelular de colágeno (fundamental en la producción de la fuerza) (Street, S., 1983), se afecta por un sobre estiramiento que alcanzará a producir la deformación plástica, la capacidad para generar la contracción muscular se perdería y sería menor. (Magnusson, S., et al. 1996). Durante el transcurso de una clase de entrenamiento de la fuerza, las fuentes metabólicas energéticas van disminuyendo por lo que la fuerza

máxima también disminuye. Al contrario, durante el transcurso de una sesión de entrenamiento de la flexibilidad la tensión en las estructuras musculares aumenta, por mayor tolerancia del individuo debido a las adaptaciones de los receptores nociceptivos, lo que produce cada vez mayores amplitudes de movimiento. Esto también puede provocar un microtrauma sin ninguna sensación de ruptura muscular, aun así, traería una disminución de su rendimiento (Hernández, P.; 2007). Según estudios (Shrier, I., 2004) se demuestra que leves aumentos de longitud (aproximadamente el 20% de la longitud de reposo de las fibras) puede causar un daño en las fibras musculares, resultando en una disminución de la fuerza.

En lo que respecta a la regulación del movimiento por activación nerviosa del músculo se relacionan principalmente con la activación del órgano tendinoso de Golgi, mecanoreceptores y nociceptores. Cuando se activa el Órgano Tendinoso de Golgi se inhibe la activación del músculo agonista, una elongación muy intensa puede activar este reflejo (Hill, D., 1968). Los mecanoreceptores (tipo III aferente) y los nociceptores (tipo IV aferente) pueden reducir la conducción del impulso nervioso hacia el SNC. (Bigland – Ritchie, B., 1992; Mense, S., Meyer, H., 2000).

Existen estudios en donde un protocolo de elongación mejora el rendimiento muscular, utilizan pruebas funcionales en la evaluación. Los ejercicios para la elongación muscular disminuyen la viscoelasticidad del tendón y el músculo (Magnusson, S., 1992; Kubo, K., Kanehisa, H., 2001), lo que disminuye la rigidez (*stiffness*), por lo que se necesita menor cantidad de energía para mover el miembro, en ese caso, ante una misma cantidad de energía, la fuerza y la velocidad de la contracción resultante puede estar aumentada (Hernández, P.; 2007).

Cacchi et al. (1987) en su estudio realizaban tres test: squat jump, salto vertical con contramovimiento y el power test en 15'', comparando los resultados de estos con y sin la aplicación de ejercicios de elongación (elongación pasiva y FNP). Se demostró una influencia positiva sobre todo después de la aplicación de elongación por FNP.

En un estudio realizado por Worrel et al. (1994) se observó un aumento del torque máximo isocinético post elongación. Se utilizaron dos técnicas para los músculos isquiotibiales: pasiva asistida y con FNP, luego se midió el ROM y el torque isocinético máximo. No hubo una diferencia significativa en los ROM entre ambas técnicas: el torque máximo alcanzado fue mayor al torque máximo basal, con valores de aumento de + 21.3% para la elongación pasiva y de + 25.7 para la elongación con FNP.

CAPÍTULO 2

2. ACTIVIDAD FÍSICA, FLEXIBILIDAD Y BIENESTAR

2.1 ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD

Nuestros ancestros fueron desarrollando capacidades físicas a medida que interactuaban con el entorno tratando de subsistir. Desde que el género *Homo* emergió, hace aproximadamente 2 millones de años, y hasta la aparición de la agricultura y la ganadería, se vieron en la necesidad de ir aumentando la actividad cazadora-recolectora. Podríamos decir que nuestra especie fue diseñada genéticamente para llevar un estilo de vida físicamente activo (Cordain y otros, 1998).

La realización de actividad física produce cambios en la estructura muscular (hipertrofia), a nivel circulatorio (aumento de la capilaridad), a nivel celular (aumento de mitocondrias) y a nivel metabólico (aumento de las reservas de glucógeno y de la capacidad buffer) ((Manual Director de Actividad Física y Salud de la República Argentina; 2013).

2.1.1 Efectos beneficiosos de la actividad Física

- **A nivel Intracelular:**

Según el Manual Director de Actividad Física y Salud de la República Argentina (2013) la actividad física produce el aumento de temperatura, cambios de pH, secreciones de diferentes hormonas y neurotransmisores (Kenney, Wilmore y Costill, 2011). También alteración en la concentración intracelular de calcio y de los estados energéticos: los procesos metabólicos (transporte de glucosa, glucógenogénesis) o transcripcionales (ADN a ARN) para la síntesis de proteínas.

La adrenalina se eleva y también el calcio lo que facilita la contracción muscular, regula la calmodulina quinasa, la proteína quinasa C y la calcineurina. En la contracción muscular se incrementa el IGF-1 (factor de crecimiento semejante a la insulina) y FGF (factor de crecimiento de fibroblastos) y se libera óxido nítrico (vasodilatación).

El ejercicio físico activa las MAP kinasas ERK 1 y 2 (kinasas activadas por señales extracelulares uno y dos), JNK y p38 (Saavedra, 2005). La activación de JNK está asociada con la inducción de genes que sintetizan proteínas del tipo estructural o funcional. El ejercicio estimula las MAP kinasas que podrían ser esenciales en los

procesos de incremento en la sensibilidad a la insulina post ejercicio. La expresión de GluT y hexoquinasa regula la oxidación de los ácidos grasos durante el ejercicio (Manual Director de Actividad Física y Salud de la República Argentina; 2013).

- **A nivel de Transportadores Musculares de Glucosa**

Los monosacáridos sólo atraviesan las membranas celulares en presencia de ciertas proteínas de transporte: los transportadores de sodio y glucosa, los SGLT (sodium-glucose transporters) y los GluT (glucose transporters). Cuando la insulina se une al receptor se produce un cambio conformacional en éste y se desencadenan una serie de eventos moleculares, que llevan al incremento del número de GluT en la membrana del miocito o del adipocito y la entrada de glucosa (Díaz Hernández y Burgos Herrera, 2002). La cantidad de GluT presentes en la membrana celular es la que va a determinar el ritmo de entrada de la glucosa al músculo esquelético.

Por el aumento de glucemia la insulina es liberada por las células β del páncreas y se une a receptores de membrana, quienes darán la señal para la migración y expresión de GluT4 (Ramos Jiménez, Hernandez Torres, Wall Medrano y otros, 2009). Así la glucemia baja porque la glucosa es captada por las células. Durante la actividad física, el músculo esquelético necesita glucosa para producir energía. El calcio utilizado en la contracción muscular también estimula la expresión de GluT. La cantidad de transportadores GluT es directamente proporcional a la cantidad de actividad física realizada (Manual Director de Actividad Física y Salud de la República Argentina; 2013).

- **A Nivel Mitocondrial**

Debido a la realización de ejercicio físico se produce el incremento en el contenido mitocondrial en las fibras musculares entrenadas lo que mejora la capacidad de producir energía aeróbica a partir de los ácidos grasos y carbohidratos (American College of Sports Medicine, 2008). Esto posibilita una mayor tasa de oxidación de ácidos grasos luego del entrenamiento, en estado de reposo. También se reduce la tasa de ruptura de carbohidratos ahorrando glucógeno muscular. (Shephard, Astrand, 2007) (Manual Director de Actividad Física y Salud de la República Argentina; 2013).

- **A nivel de Células Satélites Musculares**

Las células satélite se activan, proliferan y se fusionan para formar nuevas fibras musculares. El entrenamiento de la fuerza activa una respuesta anabólica que es el aumento de la testosterona, la hormona del crecimiento y las somatomedinas (Coyle,

2000).

- **A Nivel Cardíaco**

Debido a la realización de actividad física se producen adaptaciones cardiovasculares mejorando la capacidad funcional o condición física debido a una mejora en el transporte y consumo de O₂ a los músculos activos, lo que está relacionado con una disminución de la morbimortalidad (Myers, Prakash, Froelicher y otros, 2002). Las adaptaciones resultantes refieren al agrandamiento fisiológico de todas las cavidades cardíacas y de los grandes vasos, para aumentar el volumen sistólico efectivo. El ventrículo izquierdo evidencia un aumento de las cavidades, del espesor de la pared y de la masa miocárdica. La bradicardia sinusal en reposo es un signo frecuente de la persona que realiza actividad física habitualmente (Kenney, Wilmore y Costill, 2011).

- **A Nivel Vascular**

Según el Manual Director de Actividad Física y Salud de la República Argentina (2013) el mayor volumen sistólico del corazón entrenado en reposo (120-130 ml contra 70-80 ml) se debe a un aumento en el volumen telediastólico. El gasto cardíaco, o sea el volumen sistólico por la frecuencia cardíaca, en los sujetos entrenados puede llegar a ser el doble de los valores de aquellos sujetos que son sedentarios, llegando a alcanzar los 40 l·min⁻¹. El volumen sistólico es determinante, y puede llegar hasta 170-180 ml en un deportista. El aumento fisiológico a intensidades moderadas es debido al mayor retorno venoso y mejor llenado ventricular, que se manifiestan en un mayor volumen tele diastólico sin modificación apreciable de la fracción de eyección (Serratosa Fernández, 2001).

El aumento del volumen sistólico aumenta la distensión arterial por lo tanto la presión arterial sistólica se eleva. En el ejercicio agudo el comportamiento esperado de la tensión arterial es una elevación de la tensión arterial sistólica, pero cuando la práctica de dicho entrenamiento se realiza de forma crónica se tiende a disminuir los valores de tensión arterial, aún en hipertensos.

- **A Nivel Ventilatorio**

El ejercicio incrementa la frecuencia y amplitud de respiración (polipnea e hiperpnea), porque se intenta suplir la demanda aumentada de oxígeno durante la actividad física. Se producen adaptaciones en el sistema respiratorio aumentando el volumen pulmonar, la capacidad inspiratoria y reduciendo el volumen pulmonar residual

(Calderón Montero, 2007; Robinson, 1982), la persona entrenada respira de manera más eficaz que un sedentario.

2.2 SEDENTARISMO Y ACTIVIDAD FÍSICA

La prevalencia de la inactividad física es el resultado de un proceso de transformación cultural que ha ocurrido en la mayoría de los países desarrollados y que se está consolidando en los países en vías de desarrollo (Turconi y Cena, 2007), trayendo consecuencias tanto individuales como comunitarias (Organización Mundial de la Salud, 2009). En las últimas décadas fueron estudiadas las consecuencias de presentar un bajo nivel de actividad física como un factor de riesgo cardiovascular independiente (Kannel y Sorlie, 1979; Wingard, 1982) evidenciando el descenso de la prevalencia de enfermedades crónicas como diabetes, obesidad, enfermedad cardiovascular, osteoporosis, incluso algunas neoplasias, en aquellos sujetos físicamente activos.

Las recomendaciones vigentes para adultos (Haskell, Lee, Russell y otros, 2007) indican que para promover y mantener la salud, todos los adultos saludables de 18 a 65 años necesitan realizar:

- actividad física aeróbica de intensidad moderada por un mínimo de 30 minutos 5 días a la semana, continuos o de 10 minutos.
- actividad física aeróbica de intensidad vigorosa por un mínimo de 20 minutos 3 días a la semana, continuos o de a 10 minutos
- combinación de ambas.
- También cada adulto debería realizar actividades que permitan mantener o incrementar la fuerza y resistencia muscular por un mínimo de 2 días a la semana.

En el año 2013 el Ministerio de Salud de la Nación Argentina publicó los resultados de una Encuesta Nacional de Factores de Riesgo para Enfermedades No Transmisibles. Se evidencio que a nivel nacional la prevalencia de actividad física baja fue de 54,7%, se observó que las mujeres registraron mayor prevalencia de actividad física baja (57,4%) en comparación con los varones (51,8%); se evidenció también que este indicador fue mayor en el grupo de 65 años y más (67,6%). La prevalencia de actividad física baja aumentó a menor nivel educativo y no se registraron diferencias en cuanto al ingreso total del hogar por unidad consumidora. En cuanto a las razones el 38,7% mencionó la falta de tiempo, el 26,8% por razones de salud, y un 14,2% refirió falta de voluntad.

2.3 EFECTOS EN EL RENDIMIENTO FÍSICO POR EL ENTRENAMIENTO DE LA FLEXIBILIDAD

Según Bolognese M. (2017) experimentalmente se ha demostrado que gracias al entrenamiento de la flexibilidad existen cambios de tipo anatómico morfológico y molecular en distintos niveles, ya sea tejido muscular propiamente dicho o en sus cubiertas. (Dain P. Laroche y cols. 2008; Rancouer et al. 2009). Estos efectos, de 3-4 semanas de estiramientos afectan a la tolerancia pero no a la viscoelasticidad (Halbertsma, 1994; Magnusson y col., 1996). Estudios realizados con animales sometidos a estiramiento pasivo durante 24 horas durante varios días aumentaron el área del músculo por adición de sarcómeros (Goldspink y cols., 1995). Se ha propuesto que existe un aumento del rango articular por la formación de nuevos sarcómeros en la fibra muscular (De Deyne, P. 1999, 2001). Otros estudios (Kubo, K; Kanehisa, H., 2001), muestran que los efectos a largo plazo de la elongación muscular disminuyen la viscosidad.

Young y Elliott (2001); Schmidtbleicher (2000) en sus estudios indicaron que el estiramiento estático previo al entrenamiento producía una significativa reducción del rendimiento en los Saltos desde el cajón, probablemente por la potenciación del mecanismo de inhibición (OTG), muy determinante en este tipo de sollicitación; en la menor capacidad funcional de aprovechamiento de la energía elástica y en una posible asincronía entre la fase de contacto y la respuesta concéntrica del movimiento (Wilson, 1991); pero todavía no están claros los mecanismos. Cornwell y cols. (2001) relacionaron la reducción de la stiffness musculotendinosa, como resultado de un programa de estiramiento, con una reducción de la potencia.

Kubo, Kanehisa y Fukunaga (2002) los programas de entrenamiento de la flexibilidad afectaban a la viscosidad del tendón pero no su elasticidad. Por otro lado, se han publicado estudios que han demostrado reducciones en la fuerza isométrica (Behm et al., 2001; Power et al., 2004), en la fuerza dinámica (Nelson and Kokkonen, 2001) y en la altura de salto (Young and Behm, 2003) luego de una serie aguda de estiramientos.

Asimismo el propio David Behm (2006), encuentra que luego de un entrenamiento de 4 semanas de estiramientos, no se encontraron diferencias significativas en la manifestación de la fuerza o potencia. Esto mismo encuentran Dain P. LaRoche et al. (2008), luego de 4 semanas de entrenamiento de la flexibilidad.

Bacurau y cols.(2009), demostraron que los estiramientos dinámicos mejoraron la manifestación de fuerza máxima, mientras que los estáticos la disminuyeron. Por otra parte, Unick J. y cols. (2005) compararon los estiramientos dinámicos y estáticos en la performance del salto vertical encontrando resultados similares a los anteriores.

De lo expuesto hasta aquí, se podría inferir que los cambios agudos producidos por los estiramientos pasivos previos a la manifestación de fuerza o potencia, serían perjudiciales en cuanto al rendimiento, no así los estiramientos activos; mientras que los cambios crónicos producidos por los estiramientos, no provocarían pérdidas significativas.

En cuanto a la resistencia (endurance), Wilson J. et al. (2010) encuentran un ahorro del costo energético total en no entrenados en flexibilidad; al igual que Trehearn, TL. and Buresh, R.J. (2009) que encuentran mayores distancias de carrera en mujeres y hombres estudiantes, que poseen menores resultados en el test de sentarse y alcanzar (Sit and Reach).

Según Bolognese M. (2017) el estrés puede describirse como desgaste o exceso de tensión en la vida y puede expresarse desde el punto de vista mental, emocional y físico, la crispación continuada, el miedo, las frustraciones, etcétera pueden ser perjudiciales. En las bases de la medicina psicosomática se encuentra la unión de cuerpo y mente y en este sentido la bibliografía aporta numerosos estudios en los cuales el ejercicio y los programas de entrenamiento de la flexibilidad disminuyen el estrés (De Vries, 1980). La relajación muscular permite reducir su activación y permite ser un factor con clara influencia sobre la amplitud de movimiento. En lo ideal la musculatura antes de ser estirada debería ser un nivel elevado de relajación, aunque normalmente lo que sucede es que utilizamos los estiramientos para relajar la musculatura (Bolognese M.; 2017).

Según un estudio de Manire, JT y cols. (2010), sería más eficiente entrenarla flexibilidad por la tarde, lejos de la hora de levantarse.

2.4 POSTURA CORPORAL

2.4.1 Definiciones y Conceptos

Según Leopold Busquet (2002) el cuerpo obedece a tres leyes: equilibrio, economía y confort (no dolor). *“En el esquema fisiológico, el equilibrio, con toda su dimensión parietal, visceral, hemodinámica, hormonal, neurológica (homeostasis) es prioritaria y las soluciones adoptadas son económicas”, y naturalmente confortable. “En el esquema*

adaptativo (curvado), la organización del cuerpo tratará de conservar el equilibrio, pero concediendo prioridad al no dolor”, es decir, el cuerpo humano adoptará posturas diferentes, compensatorias, con tal de no sufrir y por lo tanto mantener el confort, más allá que éstas con el tiempo produzcan sobrecargas, molestias o dolores en otra parte del cuerpo, que podrían incluso desencadenar lesiones con el tiempo.

Las definiciones típicas resultan similares a la aportada por Kendall's (2007) que refiere a la postura corporal como *“la posición relativa que adoptan las diferentes partes del cuerpo. Su valoración sirve para observar qué músculos están acortados, debilitados o elongados”*. Se considera que la postura correcta es aquella que permite un estado de equilibrio muscular y esquelético, es la alineación ideal con un máximo de eficiencia fisiológica y biomecánica, o sea con un mínimo gasto de energía y sin sobrecargar ninguna estructura. Al contrario, las posturas incorrectas son consecuencia de fallos de la relación entre diversas partes del cuerpo, dando lugar al incremento de la tensión sobre las estructuras de sostén, sobrecargando algunas por sobre otras, de forma asimétrica, produciendo desbalances musculares y aumentando la probabilidad de sufrir molestias, dolores y hasta lesiones que se experimentan a corto y a largo plazo.

Según Bolognese M. (2017) *“la actitud que adoptamos normalmente y las costumbres sociales influyen sobre el grado de movilidad articular”*. Los pueblos orientales normalmente tienen una amplitud de movimiento superior en la articulación de la cadera que los países occidentales por su peculiar forma de sentarse. En las extremidades inferiores se detectó una amplitud de movimiento aumentada en la población china y de Arabia Saudí, en comparación con sujetos británicos y escandinavos (Ahlberg, Moussa, Al-Nahdi, 1988). Dick (1993) argumenta que la adaptación a las posiciones de trabajo, como pueden ser las posiciones forzadas de la columna al trabajar en máquinas o el estudiar en posiciones incómodas pueden reducir la movilidad articular de determinadas articulaciones.

La postura de cada persona puede variar según la presencia de diferentes factores entre los cuales encontramos: autoestima, estado emocional, moda, hábitos, costumbres, herencia, profesión, presencia de traumatismos, lesiones, dolores o patologías agudas o crónicas, etc. Por lo tanto la postura corporal de cada persona es propia del sujeto en sí, si bien por lo general se presentan patrones comunes bien documentados entre grupos de personas.

En la actualidad, sobre todo en el mundo occidental, la mayoría de las fuentes laborales se relacionan con altos niveles de sedentarismo y posturas forzadas sostenidas durante

mucho tiempo. Estas posturas de trabajo inadecuadas representan uno de los principales factores de riesgo para los trastornos musculoesqueléticos., desencadenando, como consecuencia, desde molestias ligeras hasta la presentación de una verdadera incapacidad. Normalmente al principio se ignoran dichos síntomas puesto que son de aparición lenta y de carácter inofensivo, con el tiempo se hacen crónicos y aparece el daño permanente sobre todo en el tejido conectivo y posiblemente repercutiendo en el tejido nervioso y vasos sanguíneos.(Gubía, C. S; García, V., 2000).

Según la Ley de Wolff la densidad del hueso se modifica en función de las fuerzas que actúan en este tejido, es decir, que cuando el hueso se encuentra ante un cambio de su forma o función se modifica su estructura para adaptarse a la nueva necesidad. En términos prácticos esto llevaría a un fortalecimiento o la atrofia del tejido según la demanda mecánica impuesta y por supuesto esta ley se podría trasladar a los demás tejidos. La postura corporal que adoptamos la mayor parte del día representa una carga particular para nuestro cuerpo y los huesos y articulaciones se adaptan a esa postura que adopta la persona durante largas horas continuas, y que lejos de determinar un beneficio para el sujeto, repercuten negativamente en su salud y en su bienestar general.

Siempre que se restringe el movimiento normal de una o más articulaciones del cuerpo, se producirá un acortamiento adaptativo de los tejidos blandos y articulaciones (Carrie M. Hall, Lori Thein Brody, 2005), puesto que se adaptarán a lo que perciben como la nueva necesidad. Las enfermedades o traumatismos de los tejidos blandos y articulaciones, que provocan dolor, debilidad o inflamación, pueden empeorar la movilidad.

Según Bolognese M. (2017) sería recomendable mantener amplitudes óptimas, saludables para las actividades de la vida cotidiana. Considerando a la flexibilidad de la cadena posterior como extremadamente importante dentro de la salud y el fitness, podemos decir que una evaluación del test de sentarse y alcanzar positiva (Sit and Reach), podría ser óptima en el ámbito de la salud (ACSM, 2000).

Según la APTA (American Physical Therapy Association) se puede definir como *alteración* a la pérdida o anomalía en una estructura o función fisiológica, psicológica o anatómica. Las *limitaciones funcionales* son restricciones de la capacidad para realizar una acción física, una actividad o tarea de modo eficaz, competente o según los niveles esperados, y *discapacidad* es la incapacidad para asumir papeles específicos de la edad y el sexo dentro de un contexto social concreto y en un medio ambiente físico.

Considerando esto último no está demás aclarar que muchas de las personas que normalmente acuden a un gimnasio tradicional, independientemente de sus motivos, presentan algún grado de alteración, limitación funcional o discapacidad. Según Carrie M. Hall y Lori Thein Brody, en su libro *Ejercicio Terapéutico, Recuperación Funcional*, el ejercicio terapéutico engloba, entre otras cosas, ciertos objetivos como:

- Mejorar el estado físico, el estado de salud y la sensación general de bienestar de personas diagnosticadas con alteraciones, limitaciones funcionales o discapacidades.
- Mejorar o mantener el estado físico o el estado de salud de personas sanas.
- Prevenir o reducir al mínimo futuras alteraciones, pérdidas funcionales o discapacidades de cualquier persona.

Para mantener una postura corporal determinada un cierto periodo de tiempo no podemos dejar de mencionar la estabilidad corporal que refiere a “*la coordinación sinergista del sistema neuromuscular para proporcionar una base estable a los movimientos o actividades funcionales superpuestas*”. Comprende la correcta movilidad articular para adecuar la posición del componente óseo, la fuerza y resistencia muscular necesaria para mantener dicha posición y la coordinación suficiente y cierto grado de conciencia corporal para hacer los reajustes necesarios en cada momento. (Kisner Carolyn y Colby Lynn, “Ejercicio Terapéutico”, 2005). Si alguno de estos aspectos mencionados se encontrara comprometido resultaría en consecuencias en la capacidad para adoptar una postura corporal correcta y desencadenaría compensaciones que podrían repercutir negativamente en la persona.

A través de la relajación voluntaria se busca que la persona aprenda a percibir y aliviar de manera consciente las tensiones musculares que pueden repercutir en su salud. (Kisner Carolyn y Colby Lynn, “Ejercicio Terapéutico”, 2005). “*La tensión muscular prolongada puede causar dolor, lo cual genera espasmos musculares, que a su vez provocan más dolor*” (Carrie M. Hall, Lori Thein Brody, 2006). Ejemplos de esto tenemos mucho cuando nos ponemos a revisar las posturas corporales mantenidas de forma crónica en los trabajos tradicionales sedentarios, que son la mayoría. Si consideramos un trabajo de oficina por ejemplo donde la tendencia postural es hacia adelante, con los hombros en rotación interna, la columna lumbar y dorsal en flexión y la columna cervical en extensión; entre otras cosas, es de suponer un acortamiento progresivo del músculo pectoral mayor, en consecuencia el músculo trapecio se encuentra en tensión excéntrica constante y

crónica para contrarrestar la creciente tendencia del cuerpo de proyectarse hacia adelante, lo que aumenta su tonicidad, se producen contracturas musculares dolorosas que afectan además a la región cervical pudiendo producir cefaleas.

2.5 FLEXIBILIDAD, COORDINACIÓN Y MOVIMIENTO

2.5.1 Movilidad y Movimiento. Variables

Cuando hablamos de movimiento nos referimos a la respuesta de una parte del cuerpo a nivel articular por una fuerza generada por actividad muscular o por una fuerza externa. *“La movilidad normal, en su definición más amplia, comprende el movimiento osteocinético, el movimiento artrocinético (capacidad de una superficie articular para rodar, girar y deslizarse sobre otra) y la coordinación neuromuscular para conseguir un movimiento voluntario”* (Kisner, C. y Colby, L., 2006). En dicho movimiento existen múltiples estructuras implicadas, entre las que se encuentran músculos, tendones, ligamentos, cápsula articular, huesos, fascias, nervios, etc. El máximo movimiento articular posible se lo conoce como ROM (range of motion - rango de movilidad) y sus formas de expresión se suelen mencionar como flexión, extensión, aducción, abducción y rotación. Para que el movimiento normal de cierta articulación se mantenga en el tiempo es necesario la movilización periódica en su máxima amplitud. *“La movilidad se mantiene en la mayoría de las personas por el uso habitual, el empleo diario de las extremidades y articulaciones durante las actividades diarias normales”*, el acortamiento adaptativo se produce entonces, en la mayoría de las personas cuando pasan mucho tiempo en una postura (por ej., sentados la mayor parte del día) y pierden así la movilidad (Carolyn Kisner y Lynn Allen Colby, 2006). Existen otras múltiples causales que limitarían el ROM normal de una persona, como pueden ser enfermedades sistémicas, articulares, neurológicas o musculares; lesiones traumáticas o quirúrgicas; la inactividad o inmovilización por el motivo que sea (Carolyn Kisner y Lynn Allen Colby, 2005).

Según Pinzon I.(2014) para un apropiado intercambio de los líquidos corporales debe haber una correcta movilidad de los tejidos de modo de no alterar la microcirculación y por tanto el equilibrio de Starling (equilibrio en la dinámica capilar, fuerzas que intercambian los fluidos entre los espacios intravasales e intersticiales -hidrostática y colodsmotica). Una restricción en la movilidad produce reacciones con endurecimiento de la sustancia fundamental del sistema fascial y acumulación de toxinas, al tiempo que no se garantiza una adecuada nutrición de los tejidos. Resulta además en una producción

excesiva de colágeno que fibrosa el tejido y da lugar a la formación de áreas de atrapamiento y compromiso vascular de las estructuras contráctiles (contracción isquémica dolorosa debido a la estimulación de receptores vaniloides). La instauración de varios puntos de atrapamiento miofascial provoca daño celular, liberación de ATP y manifestación dolorosa por estimulación de receptores purinérgicos (Rubio & Paredes, 2004).

Según Pinzón I. (2014) cuando un segmento corporal deja de recibir un estímulo adecuado se producen patrones de atrapamiento fascial llevando a una deficiente circulación que limita el suministro de nutrientes hacia la sustancia fundamental del tejido conectivo. *“Estos patrones de atrapamientos se encuentran cerca de las superficies óseas, en inserciones musculares en los huesos y se forman durante el proceso de transmisión de impulsos mecánicos compensadores y los atrapamientos profundos que implican entrecruzamientos fasciales de grandes masas musculares”*. Las zonas de atrapamiento miofascial son muy sensibles y dolorosas a todo tipo de estímulo (Simons, Travell, & Simons, 2007). Como consecuencia además, se acelera el proceso de formación de entrecruzamientos patológicos entre moléculas de colágeno de distintas láminas fasciales lo que provoca una restricción en el deslizamiento relativo de las mismas. *“Las restricciones en una región determinada pueden causar una reducción de la amplitud del movimiento en otras zonas de forma que se alteran los patrones de movimiento. Así los movimientos de otras zonas serán también menos efectivos, menos precisos y supondrán mayor gasto energético”*. Esto provoca una progresiva sobrecarga en diferentes segmentos del aparato locomotor (Simons, Travell, & Simons, 2007) (Rubio & Paredes, 2004). Por ejemplo una limitación en el potencial movimiento de la articulación de la cadera pudiera afectar la biomecánica de la rodilla produciendo molestias o dolor. En la realidad cotidiana es común observar que ante la presencia de un dolor de rodilla por ejemplo su busca la causa en ese mismo punto anatómico, muchas veces sin evaluar el movimiento de cuerpo en su conjunto, tratando síntomas sin buscar desencadenantes.

Según Carolyn Kisner y Lynn Allen Colby (2005) *“cuando una persona con un control neuromuscular normal realiza actividades de la vida diaria, los tejidos blandos y articulaciones se elongan y/o acortan continuamente, y se mantiene su movilidad o flexibilidad apropiadas”*. Cuando se limita el movimiento normal de partes del cuerpo, muchas veces adoptando también ciertas posturas corporales por un tiempo prolongado, se producirá un acortamiento adaptativo de los tejidos blandos y articulaciones comprometidos, perdiendo flexibilidad y favoreciendo a la posición acortada en la que se sitúa la articulación la mayor parte del tiempo.

Según Busquet L. (2002), al devolver la libertad de movimiento a cualquier estructura, ésta podrá efectuar todas sus funciones, ya que si consideramos la relación estructura - función, en un esquema fisiológico, la función gobierna la estructura, pero cuando nos encontramos ante un esquema patológico, es la estructura la que gobierna la función.

El acortamiento adaptativo limita la movilidad y la función, lo que afecta las posibilidades de la persona para realizar actividades normales de la vida diaria. El cuerpo busca compensar la limitación utilizando otras articulaciones o extremidades para conseguir los objetivos funcionales, con lo cual contribuye al desuso y aumentando aún más el acortamiento. Todo esto produce dolor que nuevamente resulta en un factor que favorece la permanencia de esta situación. La debilidad sobreviene por los cambios en la relación entre longitud y tensión, aumentando la predisposición del paciente a no usar el miembro que le duele (Carolyn Kisner; Lynn Allen Colby, 2006).

Según Carolyn Kisner y Lynn Allen Colby (2006) cuando hablamos de movilidad normal existen dos opuestos: la hipomovilidad o movilidad reducida, y la hipermovilidad o movilidad excesiva.

- **Hipermovilidad:** Suto (1947) sugirió que la hiperextensibilidad de los tejidos ligamentosos y capsulares es responsable de la hipermovilidad. Actualmente se cree que el síndrome de hipermovilidad articular benigna es el resultado de la excesiva laxitud ligamentosa asociada a factores genéticos responsables de la síntesis de tres proteínas: el colágeno, la elastina y la fibrilina (Grahame 1999).

No debe confundirse con inestabilidad hipermovilidad. *“La inestabilidad es una amplitud relativa del movimiento osteocinético o artrocinético para la cual no hay un control muscular protector”*. En general, la hipermovilidad es típicamente benigna y el pronóstico es bastante favorable, pero también puede ser, a menudo, el único signo externo de enfermedades médicas complejas, particularmente los síndromes de Ehlers-Danlos y Marfan (Grahame 2000c). La hipermovilidad se relaciona con artralgia, dolor de espalda, torceduras y luxaciones frecuentes (Nef y Gerber 1998).

Según Araujo C. (2005) la hipermovilidad es un hallazgo bastante frecuente, que se encuentra en entre el 1 y el 35% de la población (Forleo et al. 1993; Decoster et al. 1997; Grahame 1999; Russek 1999; Seow, Chiow y Khong 1999; Duró y Vega 2000). Las prevalencias de hipermovilidad e hiperlaxitud ligamentosa demuestran la existencia de factores hereditarios (Sturkie 1941; Carter y Sweetnam 1960; Wynne- Davies 1970) y poligénicos (Grahame 1999), la mayoría dominantes (Beighton y Hóran 1970; Russek

1999; Martin e Ives 2002), pero a veces recesivos (Hóran y Beighton 1973). Existen diferencias étnicas (Beighton, Solomon y Soskolne 1973; Wordsworth et al. 1987; Forleo et al. 1993; Birrell et al. 1994; Mikkelsson, Salminen y Kautiainen 1996; Rikken-Bultman et al. 1997; El- Garf, Mahmoud y Mahgoub 1998; Seow, Chiow y Khong 1999; Verhoeven, Tuinman y Van Dongen 1999; Vougiouka, Moustaki y Tsanakti 2000), y suele ser más frecuente en las mujeres y a disminuir con la edad en los adultos (Beighton, Solomon y Soskolne 1973; Dungy y Leupp 1984; Larsson, Baum y Mudholkar 1987; Mikkelsson, Salminen y Kautiainen 1996; Decoster y col. 1997; El-Garf, Mahmoud y Mahgoub 1998; Qvindelnd y Jónsson 1999), después de alcanzar sus máximos a la edad de dos a tres años (Wynne-Davies 1970). La hipermovilidad puede encontrarse en una y pocas articulaciones, p. ej., genu recurvatum (Loudon, Goist y Loudon 1998),

Finsterbush y Pogrund (1982) observaron que de los sujetos hipermóviles, un 42% presentaba molestias moderadas o síntomas musculoesqueléticos difusos, molestias multiarticulares sobre todo en pies y rodillas. Acasuso-Diaz, Collantes- Esteves y Sanchez-Guijo (1993) mostraron que los jóvenes soldados que tenían mayor laxitud ligamentosa eran más propensos a sufrir lesiones de tobillo luego de 2 meses de entrenamiento militar. Hudson et al. (1998) confirmaron que la hipermovilidad general es más frecuente en personas con alteraciones reumáticas de los tejidos blandos, incluida la fibromialgia.

En mujeres embarazadas se producen cambios en la posición de la cadera y la relajación de los ligamentos pélvicos (Abramson, Roberts y Wilson 1934), esto se produce por la hormona relaxina, cuyos niveles séricos aumentan diez veces en las cuatro últimas semanas de embarazo (Calguneri, Bird y Wright 1982).

Hall et al. (1995) encontraron que las personas hipermóviles tienen una respuesta propioceptiva mala, lo que puede relacionarse con su aumento del riesgo de lesiones de sobreextensión de la rodilla.

- **Hipomovilidad:** donde encontramos los conceptos de contractura y acortamiento adaptativo. *“Una contractura es una afección de resistencia fija alta al estiramiento pasivo de un tejido y que resulta de la fibrosis o acortamiento de los tejidos blandos de la articulación o de los músculos”*. Aparecen luego de una lesión, operación o inmovilización que produce la formación de una cicatriz. El acortamiento adaptativo es el *“acortamiento del tejido respecto a su longitud normal en reposo”* por la inmovilización de un tejido en una posición acortada o la adopción de una postura corporal concreta por largos periodos de tiempo.

La movilidad está dada gracias a la acción conjunta de diferentes estructuras corporales:

- Músculos: Cuando un músculo está inmóvil durante un período de tiempo determinado, se produce pérdida de flexibilidad y adopta la posición acortada en que se encuentra. Este acortamiento adaptativo del tejido se denomina a menudo contractura (Carrie M. Hall, Lori Thein Brody, 2005).
- Tejido Conectivo: Puede aumentar su longitud con un estiramiento mantenido, y se acortará de modo adaptativo si se inmoviliza. Una cicatriz esta formada por un tejido conectivo más denso que no cede al estiramiento. Cuando se produce una inmovilización prolongada se forma este tejido fibrótico denso (Carrie M. Hall, Lori Thein Brody, 2005).
- Piel: La presencia de tejido cicatrizal por quemaduras, incisiones o desgarros graves hace que la piel se vuelve tirante y limita el movimiento (Carrie M. Hall, Lori Thein Brody, 2005).
- Huesos y Articulaciones: ante la presencia de alguna restricción de la cápsula articular o al existir una relación defectuosa entre las superficies articulares se presentará una limitación o interferencia con el movimiento normal (Carrie M. Hall, Lori Thein Brody, 2005).

Las cicatrices formadas luego de una lesión, especialmente en tejido conectivo, músculo y piel, no ceden al estiramiento como el tejido original, puesto que están formadas por tejido conectivo más denso y por lo tanto limitaría ciertos movimientos en mayor o menor medida según el caso (Carolyn Kisner y Lynn Allen Colby, 2005). Por ejemplo, las cicatrices de cirugías determinan un punto específico del cuerpo donde las líneas de tensión presentan una resistencia y una variación o quiebre de densidad del tejido fascial por lo que se ve afectada en mayor o menor grado la transmisión de las fuerzas a través de ese punto.

Varias son las posibles causas de un acortamiento adaptativo de los tejidos blandos, lo que conlleva la pérdida consiguiente de amplitud del movimiento (Carolyn Kisner y Lynn Allen Colby, 2005):

- Inmovilización prolongada
- Restricción de la movilidad

- Enfermedades neuromusculares (parálisis, debilidad, espasticidad, etc.) o del tejido conjuntivo (esclerodermia, dermatomiositis, polimiositis, artritis y artrosis)
- Patología hística por traumatismo que llevan a la formación de cicatrices
- Deformidades óseas congénitas o adquiridas.

Una reducción de la movilidad de una o más articulaciones tiene efectos profundos sobre el hueso y los tejidos blandos. El cuerpo es un organismo que se adapta a las cargas y estímulos que recibe, ya sea de manera positiva o negativa para el propio sujeto. Un tejido que se ve pobremente estimulado adaptará su estructura a esta situación y encontramos así atrofia muscular y alteraciones articulares, entre otras (Carolyn Kisner; Lynn Allen Colby, 2006).

2.5.2 Tenseguridad

Al hablar de movilidad y postura corporal no podemos dejar de lado el concepto de Tenseguridad, según Fuller *“la tenseguridad es un sistema estructural constituido por elementos de compresión discontinuos conectados por elementos de tensión continuos. Debido a la forma en que se distribuyen las fuerzas tensionales y de compresión en su interior constituye una estructura estable que es capaz de reaccionar e interactuar de manera dinámica”*. Según V.G. Jáuregui (s.f.) : *“La tenseguridad es un principio estructural basado en el empleo de componentes aislados comprimidos que se encuentran dentro de una red tensada continua, de tal modo que los elementos comprimidos (generalmente barras) no se tocan entre sí y están unidos únicamente por medio de componentes traccionados (generalmente cables), que son los que delimitan espacialmente dicho sistema”*.(Torné L. 2008)

En el modelo newtoniano de la gravedad las estructuras se mantienen erguidas y en su lugar por el peso mismo de los materiales (carácter compresivo). Pero las estructuras tensegríticas están ideadas como un *“sistema de tensiones equilibradas omnidireccionalmente”* (Kenner, 1976), disfrutan de un equilibrio interno propio, no dependen de la gravedad para asegurar su propia estabilidad. Los sistemas tensegritarios son integrales, entendiendo que *“cualquier fuerza externa que reciban se transmite a todos los elementos del sistema por igual lo que hace que se deforme de manera simétrica y global en lugar de colapsarse en una parte, redistribuyendo las fuerzas entre todos los elementos y logrando una nueva forma en equilibrio”*. Además, el sistema es capaz de recuperar su posición inicial después de que la acción de una fuerza externa desaparezca, y todo esto incluso sin fuerza de gravedad.(Torné L. 2008)

Ahora cuando nos referimos al cuerpo humano el modelo de tensegridad considera que los huesos son componentes de compresión discontinuos que se encuentran "flotando" en un tejido de tensión continua de las partes blandas. Stephen Levin en su artículo "*tensión continua, compresión discontinua: un modelo para el soporte biomecánico del cuerpo*" (1982), presentó la columna con sus ligamentos y músculos profundos como un sistema de tensegridad. Y también con la clavícula, las sacroilíacas, la escápulo torácica, el iodes, etc. Expuso una de las principales propiedades de las tensegridades: "*la capacidad de disipar las fuerzas y distribuirlas entre todos los elementos que componen el sistema, en vez de concentrarlas en aquel que las recibe directamente*".

Si tenemos en cuenta que somos una estructura tensegritaria, la "carga" que en cierta persona esta causando dolor o tensión por ejemplo en la espalda baja puede tener su origen en el pie o el hombro. Es importante empezar a ser capaces de ver el patrón para saber dónde intervenir y dejar de ver el punto del dolor como la "zona problema". Erik Dalton dice: "¡No persigas el dolor!" Ida Rolf dijo: Dónde crees que está, no está. En ambos casos se refieren a la naturaleza tensegritaria del cuerpo.

2.5.3 Capacidades Coordinativas

Según Carrie M. Hall y Lori Thein Brody (2005) la coordinación, el equilibrio y la adquisición de destrezas funcionales están interrelacionadas entre sí y son aspectos complejos del control motor que dependen de los sistemas sensoriales, sobre todo el somatosensorial y el propioceptivo. Legido (1972), cit. por Rivera y cols. (1993), la considera "como la organización de las sinergias musculares adaptadas a un fin y cuyo resultado es el ajuste progresivo a la tarea". Kiphard (1976) define las capacidades coordinativas como "coordinación es la interacción armoniosa y en lo posible económica de los músculos, nervios y sentidos, con el fin de traducir acciones cinéticas precisas y equilibradas (motricidad voluntaria) y reacciones rápidas y adaptadas a la situación (motricidad refleja)", por su parte Álvarez Del Villar (1983) lo expresa como la "capacidad neuromuscular de ajustar con precisión lo querido y pensado, de acuerdo con la imagen fijada por la inteligencia motriz, a la necesidad del movimiento o gesto deportivo concreto". Castañer y Camerino (1990), cit. por Mora, J. (1995: 121): " es la capacidad de regular de forma precisa la intervención del propio cuerpo en la ejecución de la acción justa y necesaria según la idea motriz prefijada". Según Grosser y cols. (1991) " globalmente se entiende como coordinación motriz la organización de todos los procesos parciales de un acto motor en función de un objetivo motor preestablecido. Dicha

organización se ha de enfocar como un ajuste entre todas las fuerzas producidas, tanto internas como externas, considerando todos los grados de libertad del aparato motor y los cambios existentes de la situación."

Cuando hablamos de coordinación, ésta responde a la capacidad de activar fibras musculares específicas en el momento preciso con la secuencia e intensidad adecuada. *"La coordinación es la base de todo movimiento armónico y eficiente que pueda producirse a nivel voluntario o involuntario"* (Carrie M. Hall y Lori Thein Brody, 2005). El equilibrio refiere a la capacidad de mantener el centro de gravedad sobre la base de apoyo o sustentación, principalmente cuando se está erguido, es importante y necesario para mantener una postura determinada en el espacio o moverse de forma controlada y coordinada.

Las capacidades coordinativas (sinónimo: agilidad) son capacidades determinadas sobre todo por la coordinación, esto es, por los procesos de regulación y conducción del movimiento (Hirtz, 1981). Habilitan a las personas a dominar de forma eficiente acciones motoras en situaciones previstas (estereotipos) e imprevistas (adaptación), y también para aprender los movimientos específicos de un deporte o disciplina con relativa velocidad (Frey, 1977, 356). Se trata de un tema sumamente complejo cuya base fisiológica es la plasticidad del SNC, teniendo un gran papel en el desarrollo de la riqueza motriz del atleta (Vergara, C. et al; 2013). Según Matveev se refiere a la aptitud de organizar actos motrices integrales y a la facultad de modificar las formas elaboradas de las acciones o trasladarse de una a otra según la exigencias del contexto. Según Adalberto Collazo (2002) Capacidad del sistema neuromuscular para controlar, regular y dirigir los movimientos espacio corporales y temporales en las actividades físico deportivas, que se expresa en la coordinación motriz inter e intramuscular en estrecha unión con el sistema nervioso central, donde la calidad de los procesos de la percepción, la representación y la memoria del individuo son determinantes para una correcta ejecución motriz del movimiento. Para Jacob (1990) las capacidades coordinativas tienen tres funciones esenciales dentro de la vida:

1. Condicionan la vida en general.
2. Condiciona el aprendizaje motor.
3. Condiciona el alto rendimiento deportivo.

Existen varios autores que clasifican las capacidades coordinativas de diferentes formas.

A continuación se exponen algunas de ellas.

Martin (1982), citado por Meierhofer (1989), y Hahn (1988); Muhlethaler (1987); Hirtz citado por Josi (1990), y Kosel (1996), clasifican a las capacidades coordinativas de la misma manera:

- Capacidad de equilibrio.
- Capacidad de orientación.
- Capacidad de ritmo.
- Capacidad de reacción.
- Capacidad de diferenciación.

Platonov (1995), las clasifica de la siguiente manera:

- Capacidad de valorar y regular los parámetros dinámicos y espacios temporales.
- Capacidad de mantener una posición (equilibrio).
- Sentido de ritmo.
- Capacidad de relajar voluntariamente los músculos.
- Coordinación de los movimientos.

Grosser y cols. (1991), realizaron la siguiente clasificación:

- Capacidad de equilibrio
- Capacidad de orientación
- Capacidad de adaptación y modificación
- Capacidad de reacción
- Capacidad de diferenciación.
- Capacidad de combinación.

Según Weineck J. (2005) se distinguen las capacidades coordinativas generales de las específicas. Las capacidades coordinativas generales se manifiestan en los diferentes ámbitos de la vida cotidiana y del deporte para solucionar de forma racional y creativa las tareas que requieren movimiento (cf. también Harre/Deltow/Ritter, citado en Raeder, 1970). Las capacidades coordinativas específicas se desarrollan en relación a cierta disciplina de competición y se caracterizan, según Osolin (1952), por la capacidad para variar la técnica propia de la modalidad

Según Meinel y Schnabel (1987), cuyo capítulo 5, dedicado a la coordinación motriz, desarrolla Zimmermann (1991):

- Capacidad de acoplamiento o de combinación del movimiento. Capacidad de coordinar oportunamente los movimientos de cada segmento corporal, en cada

fase, para lograr la ejecución de un movimiento global final.

- Capacidad de orientación espacial y temporal. Es la capacidad de determinar y variar la posición y/o los movimientos del cuerpo en el espacio y en el tiempo; en relación al campo de acción (terreno de juego, material fijo, etc.) y/o a un objeto en movimiento (balón, adversarios, compañeros, etc.).
- Capacidad de diferenciación kinestésica. Es la capacidad de expresar una gran precisión y economía entre las diferentes fases del movimiento o entre los movimientos de diferentes partes del cuerpo.
- Capacidad de equilibrio. Es la capacidad de mantener el cuerpo en condiciones de equilibrio o recuperarlo. Tanto en reposo como en movimiento.
- Capacidad de reacción. Capacidad de iniciar y continuar rápidamente acciones motoras adecuadas y de breve duración, como respuesta a una señal dada.
- Capacidad de transformación o de cambio. Es la capacidad de conseguir modificar la acción programada, en base a la percepción o a la previsión de variaciones de la situación durante el desarrollo de la propia acción.
- Capacidad de ritmo regular e irregular. Capacidad de intuir y reproducir un ritmo impuesto desde el exterior y también es la capacidad de utilizar la propia actividad motriz siguiendo un ritmo interiorizado. Diferenciando aquellos ritmos en los que la cadencia o secuencia es igual -ritmo regular- ; de aquellos en los que la secuencia motriz no lo es -ritmo irregular-.

Ruiz Aguilera (1985) propone la siguiente clasificación de capacidades coordinativas (Vergara, C. et al; 2013):

- **Capacidades coordinativas generales o básicas**
 - Capacidad de regulación del movimiento: Capacidad del sistema neuromuscular en unión con el sistema nervioso central para la realización consciente de las acciones motrices con determinada fluidez y eficiencia (Vergara, C. et al; 2013).
 - Capacidad de adaptación y cambios motrices: Capacidad de adaptarse a las influencias del medio externo. Se desarrolla cuando se seleccionan ejercicios que van de menor a mayor complejidad física, permitiendo la adaptación motriz (Vergara, C. et al; 2013).
- **Capacidades coordinativas especiales**
 - Capacidad de orientación: Variación o determinación de la posición corporal y los movimientos en el espacio temporal en relación a un objeto

- fijo o en movimiento (Vergara, C. et al; 2013).
- Capacidad de equilibrio: Constituye la “*capacidad que permite al hombre desplazar el centro de gravedad de su cuerpo hacia todas las direcciones posibles sin abandonar su área de sustentación, independientemente de la inercia o fuerza externa que tiende a sacarlo de la misma*” (Vergara, C. et al; 2013). Capacidad del organismo para mantener o recuperar la posición del cuerpo durante la ejecución de posiciones estáticas o en movimiento. (García Manso y col., 1996). El mantenimiento del equilibrio se logra gracias a los esfuerzos musculares dinámicos o estáticos en relación con la situación de las distintas partes del cuerpo. (Ruiz Aguilera, 1985).
 - Capacidad de reacción: Ejecución rápida de movimientos adecuados ante una situación determinada (Vergara, C. et al; 2013).
 - Capacidad de ritmo: capacidad coordinativa compleja que se caracteriza, entre otras, por la adecuación de los movimientos a un estímulo externo constante y predecible, que puede ser sonoro, visual o táctil (sincronización sensoriomotora)(Shaefer & Overy, 2015). Una de las razones por las que el ser humano es capaz de sincronizar con los estímulos, es por su capacidad de prever y anticipar la siguiente pulsación que se produce equidistante y constantemente en el tiempo. Otra de las capacidades implícitas en la capacidad rítmica es la de producir pulsaciones regulares y constantes a un tempo determinado sin presencia de un estímulo externo con el que sincronizar“(tempo espontáneo)” (Montilla, 2002).
 - Capacidad de anticipación: se manifiesta en el conocimiento de la fase anterior del movimiento principal o la de un movimiento previo a otro que continúa, presupone experiencia motriz (Vergara, C. et al; 2013).
 - Capacidad de diferenciación: determinación específica de los movimientos bajo un aspecto de la exactitud, la dosificación y la economía en el desarrollo local temporal de la fuerza (Vergara, C. et al; 2013).
 - Capacidad de acoplamiento: Es la capacidad para coordinar movimientos de partes de cuerpo, movimientos individuales y operaciones entre sí, en relación con determinados objetivos de acción y dirigida al movimiento de todo el cuerpo (Gomeñuka, N. y Cabral, M.; 2008)
 - **Capacidades coordinativas complejas**: según Ruiz Aguilera y col. (1985) constituyen un producto tanto de las coordinativas generales como especiales, así como del desarrollo de la movilidad y las habilidades (Vergara, C. et al; 2013)

- Capacidades de aprendizaje motor: es el producto de las capacidades coordinativas generales y especiales, ya que cuando actúan sincronizadamente determinan el ritmo de aprendizaje, el grado de progresividad y agilidad, para ejecutar una acción motora. Por ejemplo: en la enseñanza de gestos deportivos se inicia con juegos populares, luego con pre deportivos y por último con ejercicios de exigencia técnica (Meinel y Schnabel. 2004).
- Agilidad: es la capacidad para asimilar rápidamente nuevos movimientos de una manera armónica y dinámica en un tiempo y espacios determinados; teniendo en cuenta las exigencias y cambios que se pueden presentar de acuerdo con el medio. En la capacidad de agilidad hacen presencia todas las capacidades coordinativas; por consiguiente actúa significativamente en la enseñanza y aplicación de juegos, deportes, actividades artísticas y recreativas (Meinel y Schnabel. 2004).

Según Weineck J. (2005) las capacidades coordinativas son importantes para dominar los gestos motrices necesarios de situaciones que requieren una actuación rápida y orientada a un objetivo y también en la prevención de los accidentes (permite evitar colisiones, caídas, etc.):

- Las capacidades coordinativas son el fundamento del aprendizaje sensomotor, permitiendo una mayor velocidad y eficacia en el aprendizaje de movimientos nuevos o difíciles (Weineck J.; 2005). Korobkov (citado en Raeder, 1970) se refiere al entrenamiento de la habilidad como un “*entrenamiento de la entrenabilidad*”.
- La eficiencia de una habilidad bien desarrollada se debe a la precisión de la regulación motora (Weineck J.; 2005), siendo estos gestos motrices susceptibles a ser aprehendidos y reaprendidos incluso en años de entrenamiento tardíos.
- Un alto nivel de capacidades coordinativas permite adquirir destrezas deportivo-técnicas de otras modalidades, que se pueden aprovechar, por ejemplo, para la condición física general y para el entrenamiento compensatorio (cf. Colectivo de Autores, 1982).

Los diferentes componentes de las capacidades coordinativas alcanzan su grado de desarrollo óptimo en momentos a veces muy distantes (cf. Hirtz, 1977), de forma general las habilidades experimentan su mayor desarrollo entre el séptimo año de vida y la pubertad (cf. Stemmler, 1977; Hirtz, 1976). En ese momento, según Bringmann (1973), se

produce una maduración más rápida del SNC, un aumento de la función de los analizadores acústico y óptico, con una mejora de la elaboración informativa, de modo que se facilita el entrenamiento de las destrezas motoras complicadas.

Según Quesada Herrera M. (2018) en su estudio sobre el *“Efecto del Entrenamiento de la Flexibilidad con el uso de Estiramientos Dinámicos, sobre las Aptitudes Físicas: Flexibilidad, Agilidad y Capacidad de salto en Jugadores de Baloncesto de 1° División en Costa Rica”* se evaluó el efecto del estiramiento dinámico para mejorar la flexibilidad y potenciar aptitudes físicas (salto y la agilidad) en 14 jugadores masculinos de baloncesto. distribuidos en dos grupos (control y experimental) con quienes se aplicó una rutina de estiramiento dinámico en un periodo de 2 meses y una medición pre y post de la flexibilidad (Sit-and-Reach), del salto (test de salto vertical) y de agilidad (T- agility test). Se concluye que una rutina de estiramiento dinámico no produce un cambio positivo sobre la capacidad del salto ni la flexibilidad, ya que en esta última, hubieron cambios en ambos grupos por lo que se presume que los ejercicios propios de la disciplina o algunas variables de la prueba de flexibilidad Sit-and-Reach puedan haber tenido efectos sobre la medición post de la flexibilidad. Pero por otro lado, si se puede evidenciar que la rutina de estiramiento dinámico influye de forma positiva sobre la agilidad expresada en un menor tiempo de realización de la prueba.

Este estudio por lo tanto expone evidencias sobre una relación entre el entrenamiento de flexibilidad y la agilidad, lo que resulta de importancia en esta investigación que estamos llevando a cabo.

2.5.3.1 Equilibrio

Considerando la heterogeneidad de la población al momento de planificar una prueba de capacidades coordinativas se puso especial importancia a la población y al contexto en el cual se realizarían las pruebas. Se enfatizó en una de dichas capacidades coordinativas, de especial importancia para la salud de la población general especialmente en el adulto mayor: el equilibrio.

Según Contreras (1998), el equilibrio es el mantenimiento de la postura mediante correcciones que anulen las variaciones de carácter exógeno o endógeno, mientras que para García y Fernández (2002) el equilibrio corporal consiste en las modificaciones tónicas que los músculos y articulaciones elaboran a fin de garantizar la relación estable entre el eje corporal y el eje de gravedad. Contreras (1998), García y Fernández (2002),

Escobar (2004) y otros autores afirman que existen dos tipos de equilibrio, estático y dinámico.

- El equilibrio estático se presenta cuando el centro de gravedad del cuerpo humano se encuentra dentro del área donde se localizan los puntos de apoyo del sujeto y que le permite realizar ajustes anti gravitatorios. Se puede entender cuando un sujeto puede mantenerse en una posición constante debido al balance de sus fuerzas (Jiménez, 2013).
- El equilibrio dinámico se entiende como el resultado de la integración de un manejo complejo de fuerzas que se involucran para mantener el cuerpo erguido y estable al estar en movimiento (Álvarez, 1987).

El equilibrio corporal se construye y desarrolla en base a las informaciones viso-espacial y vestibular. Un trastorno en el control del equilibrio, no sólo va a producir dificultades para la integración espacial, sino que va a condicionar en control postural. Se pueden distinguir tres grupos de factores:

- Factores Sensoriales: Órganos sensoriomotores, sistema laberíntico, sistema plantar y sensaciones cenestésicas.
- Factores Mecánicos: Fuerza de la gravedad, centro de gravedad, base de sustentación, peso corporal.
- Otros Factores: Motivación, capacidad de concentración, inteligencia motriz, autoconfianza

CAPÍTULO 3

3. FLEXIBILIDAD Y PATOLOGÍAS

3.1 PATOLOGÍAS, SÍNDROMES Y SÍNTOMAS

3.1.1 Lumbalgia

Según el Colegio Americano de Reumatología *“aproximadamente el 80 % de la población mundial desarrolla dolor de espalda en algún momento de su vida. El dolor de espalda es uno de los motivos más frecuentes por el que las personas consultan al médico. La gran mayoría de los pacientes se recupera en pocas semanas, y lo logran manteniéndose activos, haciendo ejercicios y tomando medicamentos para aliviar el dolor de manera ocasional”* (Kim Chan, K., 2023). Es fácil comprobarlo en la relación cotidiana con los miembros de la familia y las personas del trabajo, el deporte, etc. La lumbalgia es un síntoma común y muchas personas asisten al gimnasio cuando dejó de ser solo una molestia para resultar ser un factor limitante.

Según Recimund, en un estudio sobre la Lumbalgia inespecífica (2019) *“múltiples estudios han demostrado que cerca del 90 % de los casos de lumbalgia no presentan algún tipo de lesión demostrable, razón ésta por la que se cataloga como inespecífica”*. Chavarría (2014) ha afirmado que afecta de entre un 15 y 20% de la población adulta, las personas con edades entre los 30 y 50 años son más propensas y la prevalencia de este padecimiento se vincula proporcionalmente con el aumento de la edad. Las lumbalgias afectan la función, la participación social y la prosperidad financiera personal. *“Parece estar ligada a una gran variedad de elementos, tales como factores fisiológicos, biomecánicos, ambientales, genéticos, sociales, organizacionales, físicos e inclusive psicológicos”*. (Hartvigsen et al.; 2018)

Según Perez Guisado J. (2006) *“el reposo está contraindicado, pues debilita y atrofia la musculatura de la espalda, debiéndose de restringir por este motivo a no más de 2-3 días y cuando sea absolutamente necesario. Por el contrario, el ejercicio físico ha demostrado su eficacia a la hora de proteger contra la lumbalgia, contra el dolor asociado a la misma, de favorecer la recuperación en los procesos que se han cronificado, disminuir las recidivas, el número de días de baja laboral y ayudar en el tratamiento de los componentes psicológicos asociados a la lumbalgia crónica.”* Personalmente, para mí es común escuchar que tras una visita al médico, sin diagnóstico específico el profesional le recetó reposo, medicación y por sobre todo evitar los movimientos que le producen el dolor en cuestión, cuando la lógica nos dice que si hay una limitación en cierto gesto

motriz resultaría importante estudiar la biomecánica completa del movimiento puesto que cuando un gesto natural a nuestra especie deja de realizarse por un tiempo determinado el cuerpo se adaptará para no realizarlo de manera crónica, sobre todo si el cerebro considera que le va a producir daño y dolor, especialmente si una figura de autoridad también lo confirma. El movimiento no debe limitarse, sino adaptarse, buscando el mayor potencial en cada persona según la situación en la que se encuentre.

Existe un factor psicológico en la prevalencia de la lumbalgia. *“La actitud de evitación del dolor parece estar asociada al hecho de que el individuo piensa que la exposición frente a determinadas situaciones o estímulos resultará en dolor y sufrimiento”* por lo que el miedo asociado al posible dolor a una actividad laboral determinada, a ciertos gestos motrices en combinación con determinadas actitudes y creencias influyen en la incapacidad asociada a la lumbalgia. En ese caso el ejercicio físico sería fundamental porque pone a la persona en posición de afrontar y reorganizar esas actitudes, creencias y conductas asociadas al dolor, favoreciendo la pérdida del miedo hacia el dolor o el daño adicional y aumentando la autoestima y la confianza en las actividades diarias. (Pérez-Guisado, 2006)

Según Araujo (2005) las personas con amplitudes de movimiento restringidos en la zona lumbar y en los músculos isquiotibiales tendrían más probabilidad a la compresión o lesión de las raíces nerviosas, al igual que quienes cuentan con una amplitud del movimiento articular anormalmente amplia en la región lumbar. Ellison, Rose y Sahrman (1990) detectaron que la asimetría entre la rotación medial y lateral de la cadera puede ser más importante etiológicamente que la hipomovilidad, en su estudio quienes mostraban mayor grado de movilidad en la rotación lateral de la cadera que en la medial, eran más propensos a presentar disfunciones lumbares.

Kujala et al. (1997) en su estudio encontraron que las personas con menor extensión lumbar eran de tres a cuatro veces más propensas a tener molestias lumbares en un período de 3 años (Araujo C. ;2005). Según Araujo C. (2005) la *“relación entre la flexibilidad y el dolor lumbar podría tener un patrón bifásico o de tipo U, en el que tanto la hipomovilidad como la hipermovilidad pueden comportar la aparición de dolores lumbares”*.

“Hay estudios que demuestran que la discapacidad en la fuerza de la espalda, la flexibilidad y la capacidad cardiovascular están presentes en muchas personas que tienen lumbalgia y en una proporción superior a la de la población general. Esta discapacidad está asociada al hecho de que la persona afectada presenta durante un largo tiempo una

inhibición de los movimientos y una mayor inactividad física que provocan una serie de cambios neurológicos y fisiológicos en la columna vertebral” Muchos estudios han certificado la eficacia del entrenamiento de la flexibilidad en pacientes con dolor crónico de espalda, observándose una mejoría de alrededor del 20%. (Perez-Guisado J. , 2006).

3.1.2 Diabetes Mellitus

Según Araujo C. (2005) en pacientes diabéticos se estudió la hipomovilidad clínica (Lundbzaek 1957; Grgic et al. 1975, 1976; Rosenbloom et al. 1981, 1982, 1983, 1984). En un estudio se encontró que la movilidad articular estaba limitada en un 28% de los niños con diabetes en comparación con el 1% en niños sanos (Grgic et al.1976). Los niños diabéticos con movilidad articular limitada tienen un riesgo significativamente más alto de desarrollar a largo plazo complicaciones microvasculares (Rosenbloom et al. 1981).

Según Araujo C. (2005) *“la movilidad articular limitada es una consecuencia de la diabetes mellitus en los tejidos blandos”*, sobre todo en las manos, empieza en el quinto dedo y se desplaza hacia los demás dedos (Kennedy et al. 1982; Rosenbloom et al. 1982; Shinabaerger 1987). Los pacientes no suelen reportarlo porque no causa ningún impedimento funcional (Rosenbloom et al. 1982; Fitzcharles et al. 1984). Aunque las causas bioquímicas no se conocen todavía completamente, se sabe que incluyen cambios del colágeno, principalmente un incremento del número de interconexiones moleculares o conexiones cruzadas y altos niveles de glucosilación (Campbell et al. 1985).

3.1.3 Lesiones del Sistema Locomotor

Según Araujo C. (2005) se cree que los ejercicios de estiramiento y el desarrollo de niveles “adecuados” de flexibilidad ayudan a prevenir las lesiones deportivas. En un artículo Gleim y McHugh (1997) analizaron datos de 18 estudios y concluyeron que no existe una evidencia definitiva que sugiera que realizar ejercicios de estiramiento prevenga las lesiones. Shrier (1999), confirmó que los ejercicios de flexibilidad realizados pre entrenamiento no previenen las lesiones. El autor presentó 5 razones:

- En las especies animales, el aumento de la distensibilidad muscular inducido por el calor aumenta la probabilidad de rotura de los tejidos.

- Los estiramientos antes de realizar ejercicio no tienen efectos prácticos en movimientos donde no se alcanza la amplitud máxima del movimiento.
- El estiramiento no altera la distensibilidad muscular en la fase excéntrica de la contracción muscular, cuando se producen la mayoría de las lesiones.
- Los ejercicios de estiramiento pueden lesionar algunas estructuras.
- El estiramiento puede enmascarar el dolor muscular

Kirby et al. (1984) observaron en sus estudios que las gimnastas más flexibles tenían una mayor predisposición al dolor de espalda; McMaster, Roberts y Stoddard (1998) pudieron observar en nadadores de élite una correlación entre la laxitud de los hombros y el dolor de hombro; Jönhagen, Nemeth y Eriksson (1994), estudiando a sprinters, y Hartig y Henderson (1999), a personas con entrenamiento militar vieron que los sujetos menos flexibles tienen mayor probabilidad de lesionarse. Hartig y Henderson (1999) hablan que la relación entre la incidencia de lesión y la flexibilidad tiene forma de U, donde los niveles de flexibilidad extrema tienden a asociarse con alta predisposición a la lesión.

3.2 CONSECUENCIAS DE HÁBITOS POSTURALES

Teniendo en cuenta que el tono muscular está en relación con el sistema reticular y que la carga del mismo está en relación directa con el estado de fatiga física o mental del sujeto, se puede deducir que la actitud del hombre depende del correcto funcionamiento del conjunto de sus estructuras y de su dinámica mental. Los diferentes tipos morfológicos se presentarán entonces según la forma de utilización de las cadenas rectas anteriores, posteriores, cruzadas y de la capacidad del sujeto para auto-crecerse (Busquet, L., 2002).

Se conocen como Posiciones Forzadas a las *“posiciones de trabajo que supongan que una o varias regiones anatómicas dejen de estar en una posición natural de confort para pasar a una posición forzada que genera hiperextensiones, hiperflexiones y/o hiperrotaciones osteoarticulares con la consecuente producción de lesiones por sobrecarga”* (Gubía, C. S; García, V., 2000).

Cuando se habla de posturas forzadas hablamos de posiciones del cuerpo fijas o restringidas que sobrecargan los músculos, los tendones y las articulaciones de forma generalmente asimétrica. Por ejemplo una persona que trabaja en atención al cliente en general no solo permanece sentada muchas horas seguidas sino que el patron motor de estar sentado en esa persona es una constante y que involucra la activación de ciertas

cadena miofasciales de manera asimétrica, es decir, si una persona tiende a sentarse con el torso en ligera rotación hacia la izquierda, las cadenas cruzadas se adaptan a dicha postura la cual se tendría a mantener en otras situaciones como al caminar, correr o en las acciones cotidianas, por lógica las estructura articulares también se veían con cargas asimétricas y con el paso el tiempo podría aumentar el potencial de lesión. Otro ejemplo podría ser un trabajador de una construcción o de limpieza, la persona, en general, siempre toma la pala o la escoba de la misma manera y afianza el gesto motriz conocido. En definitiva todas las personas se mueven con patrones que nos hacen sentir más cómodos, pero la limitación en el potencial motriz acentúa los recursos conocidos, adapta el cuerpo a dichos gestos y como mencionamos aumenta la sobrecarga en ciertas estructuras.

“Las posturas de trabajo inadecuadas es uno de los factores de riesgo más importantes en los trastornos musculoesqueléticos” (Gubía, C. S; García, V., 2000). Por lo general los efectos físicos van desde ligeras molestias hasta la aparición de una verdadera incapacidad. Existe la evidencia científica sobre la existencia de una relación entre las posturas y la aparición de trastornos musculoesqueléticos, pero aún no existe mucho evidencia sobre el mecanismo de acción implicado.

Las molestias musculoesqueléticas producto de malos hábitos posturales son de aparición lenta y son por lo general ignoradas en un principio, con el tiempo el síntoma hasta que se hace crónico y puede aparecer un daño permanente. Afectan principalmente al tejido conectivo (tendones y sus vainas), pero también puede afectar los nervios y el flujo sanguíneo.

Se suelen presentar como *“molestias, incomodidad, impedimento o dolor persistente en articulaciones, músculos, tendones y otros tejidos blandos, con o sin manifestación física”* (Gubía, C. S; García, V., 2000), lo cual es causado o agravado por movimientos repetidos, posturas forzadas y movimientos que desarrollan fuerzas altas en cuerpos humanos no adaptados o con una técnica incorrecta.

Es importante conocer las consecuencias a corto y a largo plazo de hábitos posturales inadecuados y el poco conocimiento o interés de la población en general por el cuidado de la salud a través de la preservación o mejora de sus posibilidades y capacidades físicas. Los malos hábitos posturales no sólo repercuten a nivel enteramente del sistema locomotor, ya que el cuerpo humano se compone de una unidad integrada por sistemas vinculados profundamente relacionados entre sí.

Los siguientes estudios demuestran la correlación de patrones de distorsión postural y parámetros de salud general:

- La materia gris en el cerebro disminuye en presencia de una postura incorrecta (Apkarian, A. et al. (2004).

En este estudio se comparó la función del cerebro en condiciones de dolor crónico de espalda en 26 pacientes que se diferenciaron en dos grupos, quienes exhiben dolor por daño al nervio ciático (neuropático) y no neuropático. Los pacientes con dolor crónico de espalda mostraron un volumen menor de materia gris neocortical de entre 5-11% que los sujetos de control, lo que equivale al volumen de materia gris perdido en 10- 20 años de envejecimiento normal, siendo la pérdida de 1,3 cm³ de materia gris por cada año de dolor crónico. *“Nuestros resultados implican que la CBP (dolor crónico de espalda) se acompaña de atrofia cerebral y sugieren que la fisiopatología del dolor crónico incluye procesos talamocorticales”.*

- La postura de la cabeza repercute en la capacidad cardíaca y pulmonar (Cailliet R; Gross L, 1987)

En este estudio se evaluó el efecto de la postura hacia adelante de la cabeza y su relación con la capacidad respiratoria funcional. La conclusión fue que “la postura de cabeza hacia adelante puede agregar hasta 30 libras de apalancamiento anormal en la columna vertebral, la reducción de la capacidad pulmonar en un 30%”. A largo plazo esto se asocia con una disminución de la capacidad pulmonar y produciendo enfermedades vasculares del corazón y de la sangre.

- Una mala postura podría elevar su presión arterial (Deuchars, J., Edwards, I. 2007)

Jim Deuchars ha encontrado una correlación entre los músculos en el cuello, la presión arterial y la frecuencia cardíaca. Existe una conexión neural entre la musculatura paraespinal cervical y el núcleo tractus solitarius, la parte del tronco encefálico que desempeña un papel crucial en la regulación de la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Los cambios en el tono de la musculatura cervical asociados con las presentaciones posturales de los pacientes afectan la presión arterial. La correcta alineación postural tiene un impacto sistémico en la salud vascular.

- El dolor produce modificaciones en la postura (Jones, S. et al. 2011)

Las personas que tienen dolor lumbar experimentan “*diferentes patrones de estabilización postural y se mueven de manera diferente*”. En este estudio se observaron “*alteraciones neuromotoras del dolor que representan patrones de movimiento*” desarrolladas en consecuencia a dicho dolor o que reflejan deficiencias subyacentes que pueden contribuir al dolor lumbar. Existe una relación entre el dolor y los patrones de distorsión postural ya que éstos interrumpen los movimientos dinámicos y producen compensaciones de la cadena cinética.

- La Alineación correcta de la Columna Cervical Disminuye la Fatiga y Aumenta el Estado Mental (Goldstein, L & Makofsky H. 2005)

Goldstein y Makofsky (2005) concluyeron que al corregir la postura de la cabeza hacia adelante se produce una disminución en el dolor, la tensión muscular y rigidez en el cuello, mandíbula, hombros y espalda ya que se lleva a “*una alineación postural mejorada que es eficiente, funcional y estética*”. Además se “*observó una disminución de la fatiga y un estado mental mejorado con un rendimiento mejorado en el trabajo*” al corregir la alineación de la columna cervical. El 50% de la población sufre de dolor en la columna cervical o dolores de cabeza y el 70% de la población que sufre de dolores de cabeza presenta disfunción cervical.

- La postura con hipercifosis aumenta la probabilidad de caídas en los ancianos (Kado, D. et al. 2007)

Kado et al. (2007) demuestran que existe una correlación entre la postura con hipercifosis y caídas perjudiciales en personas mayores. Los adultos mayores con hipercifosis son más propensos a sufrir caídas ya que la hipercifosis se relaciona con la disminución de la estabilidad y el equilibrio en los ancianos.

- Posturas de poder alteran el estado emocional (Carney et al. 2010)

Las posturas abiertas y expansivas expresan poder y confianza. “*Manteniendo una postura de poder, incluso durante tan sólo dos minutos, los pacientes pueden cambiar su fisiología para ser más poderosos*” ya que “*causan cambios neuroendocrinos y conductuales [incluyendo] elevaciones de la testosterona, disminución del cortisol y aumento de los sentimientos de poder y tolerancia al riesgo*”.

- Niveles de confianza conectados a la postura Arnette, S. & Pettijohn, T. (2012)

Aquellas personas con una postura positiva y erguida presentan un nivel más alto de liderazgo autopercebido. Existe una conexión psicológica de la postura, es decir, “*la*

postura corporal afecta el estado cognitivo y emocional de los pacientes". Las personas con una postura alineada tienen más probabilidades de verse como líderes que quienes presentan una postura tímida.

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN Y ENTRENAMIENTO DE LA FLEXIBILIDAD

Para aumentar la flexibilidad es necesario realizar programas de entrenamiento físico específico. Según Araujo C. (2005) los ejercicios balísticos fueron inicialmente utilizados para esto, luego técnicas basadas en la teoría de la facilitación neuronal propioceptiva (FNP) (Burke, Culligan y Holt 2000). Más adelante se comenzaron a utilizar principalmente formas de entrenamiento estáticas, donde el sujeto alcanza una posición extrema y permanece allí por entre 15 a 90 segundos, lo óptimo son 30 segundos (Bandy e Irion 1994; Bandy, Irion y Briggler 1998; Feland et al. 2001). Lamentablemente, la mayoría de los estudios han sido realizados considerando períodos de entrenamiento muy cortos, rara vez superiores a 1 año (Morey et al. 1996).

Según Bolognese M. (2017) los tiempos de estiramiento deberían ser diferentes para las diferentes técnicas de estiramiento (estáticas, dinámicas, etcétera), para los diferentes grupos musculares o zonas de trabajo (dependiendo del contenido de fibras de colágeno, elastina, etcétera) y del objetivo del trabajo.

Algunos entrenadores indican que entre 12 y 18 segundos estaría el tiempo óptimo de estiramiento para el trabajo pasivo; sin embargo, Ayala & Sainz (2010), realizaron un experimento en donde utilizaron 3 protocolos de trabajo de estiramientos diferentes “12 veces 15 segundos; 6 veces 30 segundos y 4 veces 45 segundos” (total de 180 segundos para cada protocolo) en 3 grupos distintos, un 4° grupo fue control. Se encontraron mejoras similares en la amplitud de movimiento con los 3 protocolos a diferencia del grupo control, lo que sugiere que sería indistinto el tiempo de aplicación de los estiramientos. Bandy, Iron y Briggler (1997) encontraron que 30 segundos permitía la relajación del músculo estirado obteniéndose los máximos beneficios (Bolognese M.; 2017).

En lo que refiere a la dosificación del entrenamientos de la flexibilidad, según Bolognese M. (2017) no existen evidencias de la cantidad de repeticiones ni de series a tener en cuenta para los trabajos de estiramiento, aunque el alargamiento que se produce en las 2 primeras repeticiones alcanza el 80% del total posible (Esnault, Viel, 2003). La flexibilidad se pierde rápidamente sin un entrenamiento sistemático (Wilmore J., Costill D., 1998; Bandy W., et al. 1998), los avances alcanzados pueden perderse en parte luego de una semana sin entrenamiento (Tanigawa M., 1972; Starring D., et al. 1988; Spernoga S., et al. 2001). Desafortunadamente existen muy pocos estudios en relación a este tema, sin

embargo, en base a la revisión bibliográfica y los estudios más recientes, se puede recomendar que la elongación muscular debería realizarse por lo menos tres veces por semana (Rancour, Jessica; Holmes, Clayton F; Cipriani, Daniel J.; 2009).

4.1 EVALUACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD

Según Araujo C. (2005) la flexibilidad es bastante reconocida como uno de los principales componentes de la salud física (Cureton 1941; Corbin y Noble 1980; Reilly 1981; Bouchard et al. 1990; Pate et al. 1995; Borms y Van Roy 1996; Fahey, Insel y Roth 1999; Cooper Institute for Aerobic Research 1999; ACSM 2000). Por lo que está integrada en los test de la forma física (Silman, Haskard y Day 1986; Skinner, Baldini y Gardner 1990; Borms y Van Roy 1996; Suni et al. 1998; Cooper Institute for Aerobic Research 1999; ACSM 2000). Aún así, no es apropiado considerarla como una variable única y uniforme ya que es específica para unos ciertos movimientos (Harris 1969). Es decir, un único arco de movilidad articular evaluado no refleja la movilidad general del individuo, por lo que se deben contar con un número mayor de test que aportarán información sobre una persona en particular.

La existencia de una *“gran variedad de protocolos, técnicas, métodos, instrumentos y aparatos para la evaluación de la flexibilidad confirma la relativa importancia y la aplicación de la flexibilidad en diferentes situaciones”* (Araujo C.; 2005). La evaluación de la flexibilidad puede ser utilizada por los profesores de educación física para valorar la forma física (Cureton 1941), por médicos para valorar el riesgo de lesión (Nicholas 1970), por los reumatólogos para identificar la hipermovilidad benigna en una mujer joven (Biro et al. 1983) y por pediatras endocrinólogos para determinar el potencial de un adolescente diabético para sufrir microangiopatía (Rosenbloom et al. 1981).

Podemos resumir las siguientes utilidades para la evaluación de la flexibilidad (Araujo C.; 2005):

- Valorar las características físicas
- Evaluación médica o funcional para los programas de ejercicio
- Valorar el riesgo potencial de lesión
- Obtener datos de referencia para los resultados de la valoración de la intervención (entrenamiento físico o rehabilitación)
- Diagnosticar las posibles causas de un rendimiento deportivo malo o limitado o en las actividades cotidianas.

- Valorar el buen potencial para cierto deporte
- Obtener un diagnóstico clínico y un seguimiento ante condiciones de hipo e hipermovilidad

La flexibilidad tiene componentes estáticos y dinámicos (Corbin y Noble 1980; Reilly 1981). *“El componente estático hace referencia a la ROM máxima, mientras que el componente dinámico hace referencia a la cantidad de energía requerida para realizar un determinado movimiento articular, medido como torque (momento)”* (Araujo C.; 2005). Existen dificultades inherentes a la medición e interpretación del componente dinámico por lo que se realiza únicamente en condiciones de investigación excepcionales (Magnusson et al. 1996).

Debido a que existen dos tipos básicos de flexibilidad - dinámica y estática - (Holland 1968; Clarke 1975; Fahey, Insel y Roth 1999), es importante primero clasificar la evaluación de la flexibilidad en estática y dinámica. Según Araujo C. (2005) la mayoría de los protocolos de evaluación de flexibilidad dinámica se consideran una herramienta de investigación no utilizada en la práctica clínica o deportiva; miden curvas de rigidez articular, es decir, el torque necesario para movilizar la articulación y un predeterminado arco de movimiento (Wright y Johns 1960; Johns y Wright 1962).

Harris (1969a) abogó por un enfoque cinesiológico para clasificar la evaluación de la flexibilidad estática y determinó que existen dos tipos de mediciones:

- Acción articular simple: requiere la medición directa de una extremidad o porción del cuerpo en la que esté implicada una sola acción articular.
- Acción articular compuesta: necesaria cuando está implicada más de una articulación o tipo de acción en una articulación. La gran mayoría de las actividades cotidianas y deportivas son acciones articulares compuestas.

Johnson y Nelson (1979) dijeron que las mediciones de la flexibilidad pueden ser lineales (en pulgadas o centímetros) o rotatorias (en grados de rotación) y propusieron clasificar los tests de flexibilidad estática en:

- Relativos: relativos a la longitud o la anchura de una parte específica del cuerpo
- Absolutos: miden únicamente la ejecución en relación con una meta absoluta

Maud y Cortez-Cooper (1995) propusieron dos métodos de evaluación:

- Indirectos: indirectos miden la distancia lineal entre dos partes o segmentos corporales

- Directos: son aquellos en los que los ángulos articulares son medidos en grados.

4.1.1 Métodos Angulares

Según Araujo C. (2005) se conocen comúnmente como goniometría y proporcionan resultados en grados de arco (por ejemplo: ángulo formado por el eje longitudinal del antebrazo y el brazo durante la flexión del codo) mediante el uso de instrumentos diseñados especialmente. No se puede olvidar que las mediciones goniométricas son difíciles o incluso imposibles de realizar en algunas articulaciones o ciertas situaciones específicas, sobre todo cuando el movimiento global se produce por la movilidad de varias articulaciones pequeñas, como en la columna durante la flexión del tronco (Buck et al. 1959).

El instrumento más utilizado por estos métodos es el goniómetro (un aparato que mide los ángulos entre segmentos óseos). El origen del goniómetro es literalmente desconocido (Moore 1949a), pero se mencionó por primera vez en trabajos publicados a principios de los años 1920 (Albeey Gilliland 1920; Gilliland 1921; Conwell 1925). Otro instrumento utilizado es el flexómetro, que es un dial ponderado a 360° y un señalizador ponderado montado en una caja, ambos independientes de la fuerza de la gravedad y provistos de pulsadores de bloqueo independientes (Leighton 1956) (Araujo C., 2005).

4.1.2 Métodos Lineales

Estos métodos expresan resultados en función de una escala de distancia graduada normalmente en unidades de centímetros o pulgadas, por ejemplo el test de Sit and Reach (Weber & Krauss 1949; Wells y Dillon 1952; Kraus y Hirschland 1954) introducido en el año 1952 por Wells y Dillon que buscaban valorar la flexibilidad lumbar e isquiotibial. Para su realización el sujeto se sienta con las rodillas completamente extendidas y los pies fijados contra un objeto inmóvil, luego realiza una flexión estirando los brazos hasta alcanzar el punto más alejado posible, se registra la distancia lineal entre los pies y la punta de los dedos de las manos (Wells y Dillon 1952; Corbin y Noble 1980; Reilly 1981).

Existen varias versiones del test sit-and-reach, que difieren ligeramente (Looney y Plowman 1990; Maud y Cortez-Cooper 1995; Schmidt 1995; Cornbleet y Woolsey 1996; AAH-PERD 1988; Brown y Miller 1998; Jackson et al. 1998; Cooper Institute for Aerobic

Research 1999; Hui y Yuen 2000). Según Araujo C. (2005) se realizaron tres grandes cambios del test original en estas versiones:

- La escala de medición se cambió para solo obtener resultados positivos, para ello se colocó una marca de 38 centímetros representando el punto en el que las puntas de los dedos de las manos están en línea con las de los dedos de los pies (Cornbleet y Woolsey 1996; Jackson et al. 1998).
- Se estableció un punto de inicio 0 para medir el alcance (de la vara) por parte del sujeto, mientras las nalgas, espalda y hombros se mantenían en contacto con la pared. Se midió la magnitud de la flexión del tronco, es decir, el desplazamiento de la punta de los dedos de las manos en relación con el punto 0 (Maud y Cortez-Cooper 1995).
- Test sit-and-reach “back-saver”: el sujeto se sienta en un banco con las rodillas flexionadas en ángulo recto y los pies apoyados en el suelo, el tronco se flexiona y los brazos se extienden tan lejos como sea posible. Con este método se pierde la influencia de los isquiotibiales en el movimiento (Hui y Yuen 2000).

Otro test lineal de flexibilidad popular es Toe Touch (tocar los dedos de los pies) (Kraus y Hirschland 1954). El sujeto sentado con las rodillas extendidas intenta tocar los dedos de los pies con los dedos de las manos. Este método busca valorar la movilidad de la flexión del tronco y la extensibilidad de los isquiotibiales.

4.1.3 Métodos Adimensionales

Los métodos adimensionales no utilizan unidades de medición angulares ni lineales, por ejemplo el método internacional utilizado para valoración de la salud de los recién nacidos mediante la determinación de su puntuación Apgar (Feinstein 1999). Nicholas (1970) con jugadores de fútbol americano utilizó un método adimensional que luego fue adaptado a un protocolo de evaluación de pre participación en el deporte (Goldberg et al. 1980). Este protocolo de evaluación consiste en una evaluación visual de la amplitud de ocho movimientos corporales, cinco de la parte inferior y tres de la parte superior del cuerpo. Cada movimiento se gradúa en una escala de 0 a un máximo de 2 en incrementos de medio punto (Goldberg et al. 1980). Mediante la suma de los resultados, los valores posibles son entre 0 y 10 en parte inferior del cuerpo, entre 0 y 6 para la parte superior y entre 0 y 16 para la flexibilidad general, que oscila desde la máxima rigidez en 0 hasta la máxima pérdida en 16 (Araujo C.; 2005).

Para los métodos lineales y adimensionales la instrumentación es limitada o inexistente (Araujo C.; 2005). Wells y Dillon (1952) para el test Sit and Reach propusieron un banco con dimensiones predeterminadas y una regla ajustada. Para algunos otros protocolos lineales, sólo son necesarias una vara de medición o cintas graduadas (Cureton 1941; Johnson y Nelson 1979). Los métodos adimensionales en general requieren gráficos de referencia o formas de evaluación impresas.

4.2 ENTRENAMIENTO DE LA FLEXIBILIDAD

Según Hernández P. (2007) en su artículo "Flexibilidad:Evidencia Científica y Metodológica del Entrenamiento" existen diferentes técnicas para el entrenamiento de la flexibilidad:

- **Elongación Balística:** se realiza provocando rebotes en los límites del movimiento articular por contracciones repetitivas del músculo agonista de modo de producir elongaciones rápidas del músculo antagonista. Utiliza la velocidad adquirida por el cuerpo o por un miembro en un esfuerzo para forzarlo más allá de su rango normal de movimiento. *"La mayoría de las actividades deportivas son dinámicas y requieren movimientos de tipo balístico. [...] Puesto que el estiramiento balístico es funcional, debe integrarse en programas de entrenamiento y reacondicionamiento cuando sea apropiado"* (Hernández Díaz, P.; 2007)
- **Elongación Estática Asistida o Pasiva Asistida:** se busca el estiramiento del músculo o grupo muscular hasta donde el movimiento se ve limitado o impedido por la tensión propia del tejido (Alter, M., 1996), este estiramiento es mantenido por un tiempo determinado, en que la percepción de la distensión no resulte dolorosa. buscando la relajación y la disminución de la tensión. La persona no hace ninguna contracción activa ya que el movimiento es realizado por un agente externo (peso corporal, elemento, terapeuta o compañero). El tiempo recomendado en el que se debe mantener esta posición varían, con fluctuaciones entre los 3 y 60 segundos. (Prentice, W., 1997). La duración de este efecto inmediato en el rango articular era de menos de 30 minutos (Magnusson, 1992)

Según Hedrick A. (2005) como se realiza en forma lenta y estática no provoca la activación de los reflejos de estiramiento por lo que la probabilidad de lesión es menor que en el estiramiento balístico. *"El incremento de la duración del estiramiento no siempre es mejor. Incrementar la duración del estiramiento hasta 60 segundos produce una mayor*

mejora en la flexibilidad que el estiramiento sostenido durante 30 segundos". El procedimiento para el estiramiento estático es el siguiente:

1. Entrada en calor de 3 a 5 minutos
2. Movimientos lentos y suaves, coordine la profundidad de la respiración. Se exhala a medida que se estira hasta el punto en donde sienta tensión pero no dolor. Sostener la posición por 10 segundos mientras respira normalmente y luego exhale a medida que lentamente se estira un poco más hasta el punto donde sienta tensión y no dolor. Mantenga la posición 10 a 20 segundos.
3. Repita 3 veces.

- **Elongación Estático-Activa:** se busca aumentar la longitud del músculo buscando su estiramiento por activación del músculo agonista, también se impide el reflejo miotático, se busca la máxima extensión muscular con la sola participación de las masas musculares que intervienen.

- **Elongación con Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP):** El concepto FNP, fue desarrollado por el doctor Kabat y los fisioterapeutas Knott y Voss a partir de 1947, se basa en la anatomía y neurofisiología con un objetivo terapéutico y deportivo. El estiramiento efectuado produce un aumento en la frecuencia de impulsos transmitidos por los husos musculares lo que aumenta la resistencia de ese mismo músculo de forma refleja. A su vez, un exceso de tensión muscular activa el órgano tendinoso de Golgi que produce un efecto inhibitor reflejo sobre la musculatura, es decir, al término de una contracción se produce una inhibición refleja proporcional a la contracción realizada (Hidalgo, E., 1993; Prentice, W., 1997).

Existen 2 formas diferentes de trabajar el FNP: mantener-relajar y contraer - relajar (Viel, E., 1989):

- Técnica Mantener-Relajar o Sostener - Relajar: se utiliza por lo general si el rango de movimiento es demasiado limitado o si el movimiento activo no es posible debido a debilidad o dolor (McAtee y Charland, 2010). Se busca llevar la extremidad al punto de máxima amplitud no dolorosa, luego, mediante una resistencia isométrica el paciente se opone a la intención del terapeuta por ampliar el movimiento. Luego el paciente se relaja y mueve activamente la extremidad a una nueva amplitud.

- Técnica de Contraer-Relajar: se utiliza en pacientes que tienen una importante limitación en la amplitud de movimiento (McAtee y Charland, 2010) se busca elongar la

extremidad al punto de máxima amplitud no dolorosa, se realiza luego una contracción isotónica del grupo muscular elongado. Luego el paciente se relaja y el terapeuta mueve de manera pasiva la extremidad a una mayor amplitud no dolorosa. Luego de varias repeticiones se instruye al paciente de realizar movimientos de manera activa la extremidad a lo largo de la nueva amplitud de movimiento. (McAtee y Charland, 2010)

El **Stretching Global Activo (SGA)** está basado en las cuatro familias de **autoposturas** de la Reeducación Postural Global (RPG), creada por Philippe Souchard en 1980. En una clase típica de SEG o SEA se utiliza principalmente la **Elongación con Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP)**. En caso de clases grupales los alumnos se pueden ayudar entre sí a imprimir las resistencias necesarias en los diferentes grupos musculares, también el paciente mismo puede ejercer la resistencia para consigo mismo con las manos o a través de contracciones isométricas.

Este proceso utilizado seguirá los siguientes pasos (Jessika Castellanos, 2017):

- La persona adopta una postura determinada e indicada por el docente en función de cual sea el objetivo, es decir, la cadena muscular a flexibilizar.
- Ligero estiramiento del músculo deseado, facilitado por la postura corporal adoptada, hasta su máxima amplitud, sin dolor. *“Esto también se denomina barrera de restricción de tejido blando o barrera de estiramiento”* (McAtee y Charland, 2010)
- Contracción isométrica del músculo agonista en contra resistencia (que puede ser la propia gravedad de la Tierra, o la fuerza contraria ejercida por el mismo cliente sobre la articulación o la fuerza del terapeuta o auxiliar), mantener durante 6 segundos (reflejo de inervación autógena)
- Relajar el músculo contraído 2-3 segundos, respirar profundamente. Se mantiene la extremidad en la posición inicial.
- Luego realizar estiramiento de mayor amplitud articular, sin forzar, en este caso, con contracción del músculo antagonista, durante 6-10 segundos. No se debe forzar el movimiento con un fuerza externa del propio paciente (por ejemplo utilizando sus manos para una mayor amplitud de movimiento de los aductores de las piernas) ni del auxiliar.
- Relajar el músculo y repetir el proceso a partir de la última amplitud de movimiento alcanzada.
- Se debe tener en cuenta que no se debe realizar antes de un entrenamiento físico

Los estiramientos se pueden realizar de 3 a 4 repeticiones, pero no se debe realizar todos los días (2 o 3 veces a la semana cuando mucho) (Jessika Castellanos, 2017).

- **Método Dinámico:** Según Hedrick A. (2005) no es un conocimiento común entre los entrenadores, consiste en ejercicios funcionales, es similar al estiramiento balístico pero evita el rebote, incluye movimientos específicos de un deporte o patrón de movimiento y requieren de equilibrio y coordinación. *“Debido al principio de especificidad, la flexibilidad dinámica puede ser más aplicable a la vida diaria debido a que tiene un mayor parecido con los patrones normales de movimiento [...] El entrenamiento de la flexibilidad dinámica es el modo recomendado de estiramiento si su objetivo es incrementar el rango de movimiento funcional”* Hedrick A. (2005).

4.3 EVALUACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD

→ SIT AND REACH

Según el artículo de Baranda P. et al (2012) son varias las pruebas sit-and-reach descritas en la literatura científica. Todos ellos implican un movimiento global de flexión de tronco:

- el clásico sit-and-reach test
- el “V sit and reach test
- el “back-saver sit-and-reach test”
- el “modificado sit-and-reach test”
- el “toe-touch test”

El clásico sit and reach test, diseñado por Well y Dillon, se realiza con la persona sentada, rodillas extendidas y pies en 90° de flexión con sus plantas apoyadas contra un cajón específico. Se realiza la flexión del tronco con brazos extendidos manteniendo la posición final durante aproximadamente 2 segundos. Se valora en centímetros la distancia entre la punta de los dedos de la mano y la tangente a la planta de los pies. Se consideran positivos valores que sobrepasen la planta de los pies (cero de la regla) y negativos los que no lleguen. Este test se utiliza para medir la flexibilidad isquiosural y lumbar, como principal desventaja se destaca que se requiere un cajón especialmente construido para ello (Baranda P. et al; 2012).

Para eliminar la anteriormente dicha desventaja, el test fue posteriormente modificado para ser realizado sin utilizar un cajón de medida. El nuevo test fue denominado “V sit-and-reach test”. Se requiere que el sujeto se sienta en el suelo, con las piernas separadas 30 centímetros (cm) formando una V y rodillas extendidas. Se coloca una regla entre las dos piernas a una distancia de 23 o 38,1 centímetros desde la línea del talón. El procedimiento es similar al test clásico, ya que el sujeto realiza una flexión de columna proyectando sus manos hacia adelante y hacia el piso (hacia la regla).

En este estudio se utilizará esta modificación del test original para realizar el experimento.

Santonja et al. consideran que en adolescentes y adultos son normales los valores de +5 cm, la restricción moderada se visualiza en el rango entre -6 y -15 y la restricción marcada a partir de -15 cm. Cornbleet y Woolsey indican que el valor mínimo aceptable para pasar el test es de al menos +2 cm para todas las edades y sexos, sin diferenciar grados de cortedad.

→ TEST DE MOVILIDAD DEL HOMBRO (FMS)

El FMS (Functional Movement System) es un test creado en 2006 por Gray Cook, Lee Bourton y Barbara Hoogenboom para valorar la función de los deportistas aparentemente sanos, estudiando así la calidad del movimiento para la prevención de lesiones. El FMS está compuesto por siete pruebas que utilizan patrones fundamentales donde el deportista adopta posiciones en las cuales podría mostrar desequilibrios y debilidad muscular. *“El FMS a pesar de demostrar una buena fiabilidad como método de identificación de desequilibrios musculares, no se evidencia científicamente el papel de la prueba como predictor de lesiones en deportistas, por lo que expertos recomiendan no emplearla con este fin hasta que los autores lo recomienden”.* (Huffington E.; 2019).

En el FMS se evalúa lo siguiente: Sentadilla profunda, Paso de obstáculos, Estocada en línea, Movilidad de hombro, Aumento activo de la pierna, Estabilidad de tronco y Estabilidad rotatoria. En este proyecto solo explicaré el test de Movilidad de Hombros que es el que se utilizará.

La prueba de movilidad del hombro, también requiere movilidad de la columna escapular y torácica. Su objetivo es evaluar la movilidad del hombro incluyendo movimiento de abducción, rotación externa, flexión, extensión, aducción y rotación interna. Evalúa el

rango de movimiento bilateral del hombro, combinando la rotación interna con la aducción y la rotación externa con abducción (Huffington E.; 2019).

Para realizar la prueba el terapeuta mide la longitud de la mano de la persona desde el pliegue distal de la muñeca hasta la punta del tercer dedo, en pulgadas. *“Se le pide al deportista que con cada mano haga un puño. El deportista toma una posición de aducción, extensión y rotación interna de hombro máxima y una posición máxima de abducción flexionada junto con rotación. Durante la prueba las manos deben permanecer en la posición uno además de tener que llevar las manos a la parte posterior y se mide la distancia entre las proximidades óseas más cercanas. Esta prueba se puede realizar hasta tres veces”* (Huffington E.; 2019).

Luego de hacer la medición se puntúa al sujeto según los resultados:

- Puntuación de 3: cuando los puños están a menos de una mano de distancia.
- Puntuación de 2: cuando los puños están a una mano y media de distancia.
- Puntuación de 1: cuando los puños no están a más de una mano y media de distancia.
- Puntuación de 0: cuando el dolor en el atleta está asociado con cualquier posición realizada durante la prueba.

En el caso de este estudio de investigación, se evaluarán los cambios entre las mediciones pre y post ejercicio de los sujetos de la muestra.

APARTADO METODOLÓGICO

HIPÓTESIS

El modelo estático para el entrenamiento de la flexibilidad es el formato que evidencia mejores resultados para lograr mayores aumentos en el ROM agudo post ejercicio en comparación con el modelo dinámico, utilizando una muestra heterogénea de 20 personas por modelo de clase durante los meses de julio-agosto, en Mendoza, Argentina, año 2024.

MUESTRA

20 personas que realizan entrenamiento de flexibilidad dinámica y 20 personas que realizan movimientos de flexibilidad estática. Las edades de los alumnos eran variables, la mayoría mujeres, todos adultos mayores de edad de entre 30-60 años que realizaban la actividad física por no menos de 1 mes de forma continua.

VARIABLES

Definición Conceptual de Variables

- **Variable Independiente:** “antecede a una variable dependiente, la que se presenta como causa y condición de la variable dependiente, es decir, son las condiciones manipuladas por el investigador a fin de producir ciertos efectos”.
- **Variable Dependiente:** “se presenta como consecuencia de una variable antecedente, es decir, que es el efecto producido por la variable que se considera independiente, la cual es manejada por el investigador”.

VARIABLES del estudio

- Variable Independiente: formato estático para el entrenamiento de la flexibilidad
- Variable Independiente: formato dinámico para el entrenamiento de la flexibilidad.
- Variables Dependientes: aumento del ROM post ejercicio

PARADIGMA

Mixto

TIPOS O ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

Estudio Correlacional

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño no experimental

TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Cuestionario individual a alumnos

Se enviaron, a través de whatsapp, un link con el cuestionario a los alumnos medidos que respondieron de manera exitosa a través de su celular.

- Cuestionario a profesores

Se enviaron de la misma manera, un link con el cuestionario a los profesores que respondieron de forma inmediata.

- Observación no estructurada no participante de las personas de la muestra durante las clases

Se realizó la observación de los alumnos durante las clases dictadas, la principal dificultad al momento de realizar la toma de muestras fue coincidir con los mismos alumnos el número suficiente de veces como para medirles, puesto que muchos faltaban bastante o tomaban clases en horarios donde se me dificultaba mucho asistir.

METODO DE EVALUACION DE RESULTADOS

- Prueba de flexibilidad: Sit and Reach (Baranda P. et al; 2012) y Test de movilidad del hombro (Huffington E.; 2019)

Al momento de tomar las medidas se evidencio la necesidad de buscar la manera de poder comparar los resultados de aumentos de valores de ROM entre las personas más allá de los valores reales antes y después de la clase. Por lo que se determinó la siguiente categorización de los resultados en puntajes según los aumentos de ROM medidos.

- 0 - 1 cm = 0 puntos
- 1.1 - 3 cm = 1 punto
- 3.1 - 5 cm = 2 puntos
- 5.1 - 10 cm = 3 puntos
- 10.1 - 15 cm= 4 puntos

- **Prueba de capacidades coordinativas**

De la misma manera que con las pruebas de flexibilidad se determinó una categorización de los resultados para que estos fueran comparables entre sí.

- No puede caminar por la línea ni evitar que se le caiga la almohadita = 0 puntos
- Camina por la línea o evita que se le caiga la almohadita = 1 punto
- Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita con dificultad= 2 puntos
- Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita: 3 puntos

ANÁLISIS DE DATOS

Flexibilidad y Disfrute

Al momento de buscar trabajos de investigación sobre el nivel de disfrute que perciben los alumnos en las clases de entrenamiento de la flexibilidad no pude encontrar ninguno.

Si consideramos las respuestas dadas por los alumnos en los cuestionarios, cuando se les pidió anotar una puntuación del 1(mínimo disfrute) al 10 (máximo disfrute), el 45 % de quienes practican flexibilidad estática marcaron 10 (puntaje máximo) en su nivel de disfrute, frente al 60% que marcaron ese mismo valor y que realizan un entrenamiento de flexibilidad dinámica.

En las clases donde se realizan ejercicios de flexibilidad dinámica el 25% marcaron una puntuación de disfrute de 9 y el 15% marcaron 8. En tanto quienes realizaron clases donde entrenan ejercicios de flexibilidad estática el 20% marcaron una puntuación de 9, el 20% marcaron una puntuación de 8, el 10% marcaron 5 y el 5% marcaron una puntuación de 4. En estas clases la tendencia de puntuación resulta ser más heterogénea a diferencia de las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica.

Durante la observación de las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica los alumnos hacían chistes, reían, vocalizaban y socializaban más entre ellos y con el profesor. Las clases con ejercicios de flexibilidad estática eran más silenciosas.

Flexibilidad y sus Beneficios

En ambos cuestionarios las respuestas de ambos profesores fueron positivas sobre los beneficios de este tipo de entrenamiento. El profesor que dicta clases que se basan en el formato de flexibilidad estática respondió que los beneficios se relacionan con *“un estado más liviano y energético del cuerpo y menor stress”*, el otro profesor respondió que estas clases *“Mejoran su estado físico y la sensación de bienestar, disminuyen dolores y molestias corporales”*. Estas respuestas coinciden con los beneficios que aseguran conseguir los alumnos por la realización de las clases. Algunas respuestas de los alumnos del formato de flexibilidad estática son:

“Menor dolor en las articulaciones / Menos lumbalgias y más flexibilidad / Fuerza, equilibrio flexibilidad y alegría./ No tengo molestias musculares, como dolores de cintura, espalda o cuello./ Mayor flexibilidad / Estoy mas relajada, mas flexible, tengo más fuerza, puedo controlar mi cuerpo y emociones / Mayor flexibilidad e impacto a nivel emocional (mayor tranquilidad) / Más flexibilidad, más energía una buena concentración y claridad /

Tengo más conciencia de mi postura, de la respiración y de tratar de hacerme el hábito de estirarme todos los días”.

En estas respuestas destaca especialmente los resultados percibidos de aumento de flexibilidad y disminución de dolores. Lo que coincide con el marco teórico que afirma que dentro de los beneficios de la práctica de ejercicios de flexibilidad podemos encontrar el aumento del ROM de las articulaciones entrenadas (Davis, D., et al. 2005; Handel, M, et al 1997; Zito, M, et al. 1997; Hernández, P., et al. 2005) y además, según Pinzón I. (2014) cuando un segmento corporal deja de recibir un estímulo adecuado se producen patrones de atrapamiento fascial llevando a una deficiente circulación que limita el suministro de nutrientes hacia la sustancia fundamental del tejido conectivo. Las zonas de atrapamiento miofascial son muy sensibles y dolorosas a todo tipo de estímulo (Simons, Travell, & Simons, 2007).

Algunas de las respuestas de los alumnos que entrenan en clases de formato de flexibilidad dinámica son:

“Flexibilidad y fuerza. / Mayor, fuerza, flexibilidad, menos dolor de cuerpo, mas energía / Flexibilidad fuerza y conciencia del cuerpo y de las compensaciones / Más facilidad de movimientos / Disminución del dolor del nervio clásico / Flexibilidad, postura, capacidad de movimientos. / Mejor postura y movimientos más extendidos / Mejor postura y flexibilidad. Alivio en la zona de cadera. / Me hace sentir muy bien y ágil / Se han disminuido los dolores / Mejora en la postura en general, disminución de dolores de cintura y articulaciones, mejora en conciliar el sueño, etc / Me desentumesco y me relaja / Me ha aliviado dolores de espalda y me ha aportado a la relajación general. / Mejoro un dolor que ya creía crónico y me estreso menos en mi vida en general. / Menos dolores físicos y más movilidad en las articulaciones / Mejoré mi flexibilidad, mi peso y la estructura ósea, estímulo la concentración”

En lo que respecta a las respuestas de los alumnos que toman clases con ejercicios de flexibilidad dinámica se destacan también aumentos de flexibilidad, disminución de dolores de espalda y dolores físicos generales , mayor relajación, agilidad y mejora en la ejecución de movimientos. Esto se relaciona con aspectos teóricos que hablan sobre los beneficios del entrenamiento de flexibilidad, tales como mejorar la coordinación neuromuscular (Prentice, W., 1997), la disminución de la rigidez muscular, con el consecuente almacenamiento de la energía elástica más eficiente, para la realización de movimientos con el ciclo de alargamiento-acortamiento del músculo (SSC: Stretch - Shortening Cycle). (Handel, M., et al. 1997) y el aumento en la relajación muscular como

base para un movimiento fluido (Anderson,B., Burke,E., 1991, Andel, M., et al. 1997). En lo que respecta a las lumbalgias Kujala et al. (1997) en su estudio encontraron que las personas con menor extensión lumbar eran de tres a cuatro veces más propensas a tener molestias lumbares en un período de 3 años (Araujo C. ;2005).

Actividad Física, Constancia, Bienestar y Salud.

En la pregunta a los profesores sobre cuántas veces por semana realizan actividad física ambos docentes respondieron que la mayoría de sus alumnos asisten 2 veces por semana, esto coincide con las respuestas de los propios alumnos, en el cuestionario de aquellos que realizan clases con ejercicios de flexibilidad estática el 75 % viene 2 veces por semana y el 25% viene 1 vez por semana. Los alumnos que realizan clases con ejercicios de flexibilidad dinámica, el 20% realizan 1 vez por semana, el 70% asisten 2 veces por semana y el 10% asisten 3 veces por semana. En ambos formatos de clase la gran mayoría, alrededor del 70% realizan dos veces por semana esta actividad. Estos resultados se acercan, aunque no coinciden, con las recomendaciones de Bolognese M. (2017) que habla sobre que en los estudios más recientes, se puede recomendar que la elongación muscular debería realizarse por lo menos tres veces por semana (Rancour, Jessica; Holmes, Clayton F; Cipriani, Daniel J.; 2009).

En lo que respecta a las respuesta a la pregunta desde hace cuanto realizan esta actividad quienes realizan ejercicios de flexibilidad dinámica el 10% realiza esta actividad desde hace 1-6 meses, el 5% desde hace 6-12 meses, el 55% desde hace 1-3 años y el 30% desde hace más de 3 años, se observa entonces una significativa mayoría de personas con una experiencia en la actividad de al menos 1 año. En lo que respecta a los alumnos que realizan clases con ejercicios de flexibilidad estática el 50 % la realiza desde hace 1-6 meses, el 25% desde hace 6-12 meses, el 15% desde hace 1-3 años y el 10% asiste desde hace más de 3 años, se observa en este caso una gran mayoría de alumnos con una asistencia constante a la actividad entre 1-6 meses. Se puede concluir que posiblemente y casualmente coincidió la muestra con grupos de personas relativamente nuevas en la actividad o cabe la posibilidad también que en dicha actividad física haya poca constancia en su permanencia.

En función de estos números se podría considerar la posibilidad, no concluyente en los valores obtenidos durante la investigación, que en las clases que se basan en ejercicios

de flexibilidad dinámica los alumnos se mantienen mayor tiempo en actividad en comparación con las clases con ejercicios de flexibilidad estática.

Flexibilidad Dinámica vs Estática en pruebas evaluadas

En la prueba de Sit and Reach los mayores aumentos de ROM post ejercicio se observaron en las clases con ejercicios de flexibilidad estática puesto que un 50 % de la muestra evidenció un valor de aumento de 3 puntos lo que corresponde a 5,1 -10cm de aumento y un 5% de la muestra evidenció un valor de aumento de 4 puntos que corresponde a 10,1-15 cm. En comparación, en las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica el 45% de la muestra obtuvo una puntuación de 2 puntos que corresponde a un aumento del ROM del 3,1-5 cm y un 40% de la población obtuvo una puntuación de 3. Por lo tanto en las clases con ejercicios de flexibilidad estática hay un mayor número de personas con puntuaciones de aumento de ROM agudos post ejercicios mayores.

En la prueba de movilidad de hombro, al llevar el brazo derecho hacia arriba y el izquierdo por abajo, las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica muestran que el 70% de la población obtuvo un aumento de ROM post ejercicio de 1 punto (1,1 a 3 cm) y el 25% objetivo 2 puntos (3,1 a 5 cm) en relación al 60% de la población de las clases con ejercicios de flexibilidad estática que obtuvieron 1 punto y el 20% de la población que obtuvieron 2 puntos. En ambos modelos de clase el 5 % obtuvo 3 puntos (5,1 a 10 cm) y es importante considerar que el 15% de la población de las clases con ejercicios de flexibilidad estática obtuvieron 0 puntos (0 a 1 cm). Considerando estos valores podría decirse que existe una tendencia de mayor cantidad de personas con mejores aumentos de ROM post ejercicio en esta postura de brazos en las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica.

Por otro lado en el mismo test pero llevando el brazo izquierdo por arriba y el brazo derecho por abajo es importante observar la comparación que en las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica el 75% de la población obtuvo un aumento de ROM post ejercicio categorizado como de 1 punto (1,1 a 3 cm), el 20% obtuvo 2 puntos (3,1 a 5 cm) y el 5% obtuvo 3 puntos (5,1 a 10 cm). En comparación la población que entrenó desde un formato de flexibilidad estática, si bien hubo un 5% de la población que obtuvo una puntuación de 0 (0 a 1cm) el 55% obtuvo 1 punto y es notorio observar que un 20% obtuvo 2 puntos y otro 20% obtuvo 3 puntos. En este caso se podría decir que existe una tendencia de mayor cantidad de personas con mejores aumentos de ROM post ejercicio

en esta otra postura de brazos en las clases con ejercicios de flexibilidad estática. Personalmente considero que sería interesante evaluar la incidencia de la lateralidad en este test, puesto que al preguntarle a los alumnos durante la medición, como sería esperable, la mayoría de las personas eran diestras y los valores iniciales de medición de movilidad al comienzo de la clase eran mejores cuando el brazo derecho se proyectaba con el codo por arriba.

Finalmente en la prueba de coordinación en las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica se evidencia que el 15% de la población obtuvo 1 punto (Camina por la línea o evita que se le caiga la almohadita), el 40% obtuvo 2 puntos (Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita con dificultad) y el 45% obtuvo 3 puntos (Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita). En comparación a los alumnos que realizaron clases con ejercicios de flexibilidad estática quienes el 35% obtuvieron 1 punto, el 30% obtuvieron 2 puntos y el 35% obtuvieron 3 puntos. Considerando estos valores se podría decir que hay mejores resultados en esta prueba en los alumnos de las clases con formato de flexibilidad estática pero si tenemos en cuenta el cuestionario donde una amplia mayoría de la población de ambos grupos realizan otras actividades físicas por lo que esta comparación resulta ser poco específica al objetivo de evaluar una relación directa entre el formato de clase y los resultados de un test de coordinación, es decir, las capacidades coordinativas podrían ser entrenadas y desarrolladas de diferentes maneras en las otras actividades que realizan estos alumnos y cómo dichas actividades son diferentes entre sí y no han sido consideradas al momento de la obtención de los datos de la prueba de coordinación expuesta los resultados obtenidos resultan ser poco confiables y nada comparables.

Por último, si consideramos las pruebas de Sit and Reach y de movilidad de hombro, en ambas posturas de brazos, en su mayoría destacan mayores aumentos de ROM agudo post ejercicios la población que entrena en clases con ejercicios de flexibilidad estática, lo que coincide con los estudios antecedentes encontrados y confirma la hipótesis.

CONCLUSIÓN

A través del proceso de formación de este trabajo se elaboró un planteamiento no sólo en relación al aumento de flexibilidad producto de la realización de las clases sino también en referencia a los resultados que los alumnos ven y perciben producto de dicho entrenamiento.

Este proyecto comenzó con el objetivo principal de evaluar dos formatos de clases de flexibilidad, clases con ejercicios de flexibilidad dinámica y otras con ejercicios de flexibilidad estática, de modo de compararlos y obtener evidencias cuantificables sobre cuál de ellos resultaría ser más eficiente en el objetivo principal del aumento de la flexibilidad aguda post ejercicio de los alumnos, evidenciable a través de dos pruebas: el Sit and Reach y el Test de Movilidad de Hombros. Pero a medida que avanzaba la investigación empezó hacerse más fuerte la importancia de la información que se obtenía en relación a los niveles de disfrute y permanencia de los alumnos en la realización de dichas clases. Una visión menos evocada al rendimiento físico y más a la constancia en el tiempo, lo que podría impulsar el acercamiento y la permanencia de las personas a esta actividad física.

Culturalmente se acostumbra a evaluar los beneficios de cierta actividad y decir si algo es bueno o malo en función a datos cuantificables que lo confirmen, lo que es perfectamente razonable y defendible pero los resultados cualitativos en relación a emociones, pensamientos y percepciones son escasos. Existe mucha menos información sobre cómo percibe o incluso emocionalmente cómo se siente una persona durante la actividad física que realiza ¿Hasta qué punto el alumno la disfruta y por qué la realiza, si no es el impulso de los resultados lo que la motiva? Al menos en el ámbito del entrenamiento, y las investigaciones relacionadas, los objetivos se centran principalmente en la meta y no en el proceso, y así quedan fuera muchos de las razones de una amplia mayoría de personas cuyos deseos de realizar una actividad física se basan en el disfrute del movimiento y de los beneficios físicos y subjetivos que éste trae.

La flexibilidad es una capacidad cuyo entrenamiento resulta en múltiples beneficios entre los que encontramos:

- Aumento del ROM en las articulaciones entrenadas. (Davis, D., et al. 2005; Handel, M, et al. 1997; Zito, M., et al. 1997; Hernández, P., et al. 2005).
- Prevención de lesiones músculo esqueléticas por tensión. (Dadebo, D., et al. 2004; Prentice, W., 1997; Wiemann, K., Klee, A., 1997).
- Aumento de la relajación muscular como base para un movimiento más fluido. (Anderson, B., Burke, E., 1991; Andel, M., et al. 1997).

- Disminución de la rigidez muscular, con el consecuente almacenamiento de energía elástica más eficiente, para la realización de movimientos con el ciclo de alargamiento – acortamiento del músculo (SSC: *Stretch - Shortening Cycle*). (Handel, M. et al. 1997).
- Retarda el dolor muscular residual (DOMS). (Anderson, B., Burke, E., 1991; Herbert, R., Gabriel, M., 2002; Zachazewski, J. et al. 1996).
- Mejora el rendimiento deportivo en los atletas, puesto que el músculo trabaja a una longitud óptima. (Herbert, R., Gabriel, M., 2002; Rusell, T., Bandy, W., 2004, Thacker, S., et al. 2004).
- Prevenir acortamientos musculares. (Davis, D., et al. 2005).
- Mejora la coordinación neuromuscular. (Prentice, W., 1997).

En ese caso su entrenamiento resultaría ser fundamental en cualquier planificación tanto cuando el objetivo es la salud como el rendimiento deportivo, aún así es fácil asistir a los centros de entrenamiento y ver como es la capacidad menos considerada a la hora de planificar. Es notorio como la gran mayoría de las personas evita entrenar la flexibilidad, no resulta ser una prioridad, la pregunta sería ¿por qué? Incluso entrenadores físicos presentan niveles de flexibilidad poco óptimos y cadenas miofasciales acortadas. Teniendo en cuenta nuestra formación ¿cuánto están haciendo los profesionales del entrenamiento para acercar formas atractivas para desarrollar mejores niveles de flexibilidad que tantos beneficios tiene?

En este trabajo, por lo tanto, se pudo concluir y confirmar la hipótesis sobre la mayor eficiencia del formato de clase de flexibilidad estática cuando el objetivo es el aumento del máximo rango articular (ROM) agudo post ejercicio, pero no se puede descartar la información que brindaron los datos sobre la posibilidad que las clases de entrenamiento de la flexibilidad con ejercicios de flexibilidad dinámica resultan ser más atractivas para el público general. Esta observación podría ser una pregunta abierta a considerar en un próximo proyecto de investigación. Si esta conclusión resultara ser entonces correcta debería tenerse en cuenta como una manera de que más personas se acerquen a realizar estas clases no sólo con objetivos de mejorar su flexibilidad cuantificable sino también de relacionarse con otros, sentirse bien y mejorar su salud.

ANEXOS

ANEXO 1

La presente encuesta se realiza dentro del marco de la investigación denominada “Comparación entre entrenamiento de flexibilidad estática y dinámica: aumento de ROM agudo y percepción subjetiva post ejercicio. Desempeño en prueba coordinativa” realizada por la Profesora Micaela Miranday en el marco de la carrera de la Licenciatura de Educación Física de la Pontificia Universidad Católica Argentina. Los datos son anónimos y sirven al solo efecto de la presente investigación.

ENCUESTA A PROFESORES

- 1) ¿Cuáles son las características del entrenamiento de la flexibilidad que se dicta en tus clases?
- 2) ¿En qué beneficia a los alumnos que toman las clases?
- 3) ¿Cuántas clases a la semana toman la mayoría de los alumnos?
- 4) ¿Cómo piensas que se relaciona los niveles de flexibilidad con la calidad de vida?
- 5) ¿Cómo piensa que podría relacionarse los niveles de flexibilidad con el desempeño coordinativo?
- 6) ¿A quienes recomendarías tomar este tipo de clases?

Respuestas

Profesor 1: Dicta clases con ejercicios de Flexibilidad Dinámica

Profesor 2: Dicta clases con ejercicios de Flexibilidad Estática

Tabla 1

	Síntesis Comparativa
1)	Ambos docentes no son específicos en su respuesta en relación a las características del entrenamiento
2)	Ambos profesores indican resultados positivos a nivel físico y mental
3)	Ambos profesores indican que la mayoría de los alumnos asisten 2 veces por semana
4)	El profesor que dicta clases con ejercicios de flexibilidad dinámica asegura que mayores niveles de flexibilidad disminuyen dolores y probabilidad de

	lesiones, así como también aumenta la autonomía. El profesor que dicta clases con ejercicios de flexibilidad estática respondió “menos tensión y mejor disposición, mente calmada”
5)	Los docentes encuestados no fueron específicos en su respuesta sobre la relación entre la flexibilidad y la coordinación.
6)	Ambos profesores aseguran que recomendarían la actividad a todas las personas.

ANEXO 2

ENCUESTA A ALUMNOS

Del 1 al 10 ¿qué tanto disfrutas las clases de entrenamiento de la flexibilidad?

¿Cuántas veces a la semana tomas estas clases?

- a) 1 vez por semana
- b) 2 veces por semana
- c) 3 veces por semana

¿Hace cuánto tiempo empezaste con este entrenamiento?

- d) 1-6 meses
- e) 6-12 meses
- f) 1-3 años
- g) 3-5 años
- h) + de 5 años

¿Realizas otro tipo de actividad física de manera regular? ¿Cuál?

Describe ¿qué beneficios has observado en tu salud tras comenzar con este entrenamiento?

¿Recomendarías este tipo de entrenamiento a otras personas? ¿Por qué?

Respuestas

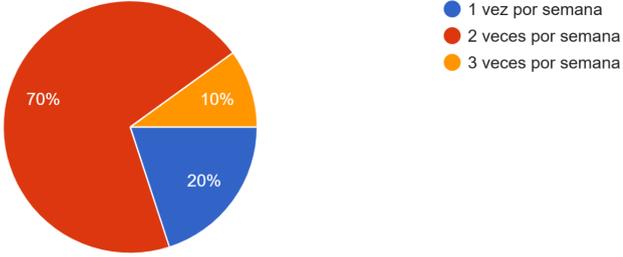
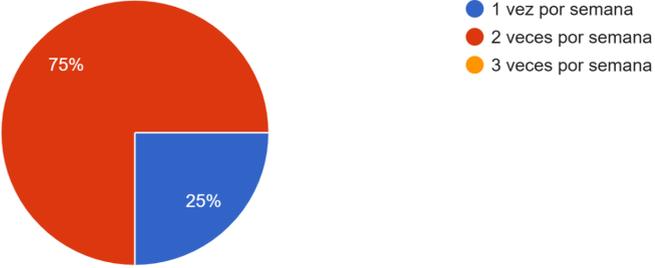
FD: Respuestas de alumnos que toman clases con ejercicios de Flexibilidad Dinámica

FE: Respuestas de alumnos que toman clases con ejercicios de Flexibilidad Estática

- 1) Tabla 2: Nivel de Disfrute del 1 al 10 de los alumnos durante las clases de flexibilidad

FD	<p>Gráfico 1</p> <p>En relación a las clases donde se realizan ejercicios de flexibilidad dinámica el 60% de la muestra indicó un nivel de disfrute de 10, el 25% de la muestra indicó un nivel de disfrute de 9 y el 15% de la muestra indicó un nivel de disfrute de 8.</p>	<p>60%: 10 25%: 9 15%: 8</p>
FE	<p>Gráfico 2</p> <p>En relación a las clases donde se realizan ejercicios de flexibilidad estática el 45% de la muestra indicó un nivel de disfrute de 10, el 20% de la muestra indicó un nivel de disfrute de 9, el 20% de la muestra indicó un nivel de disfrute de 8, el 10% de los alumnos indicó una puntuación de 5 y el 5% de los alumnos indicó una puntuación de 4.</p>	<p>45% : 10 20%: 9 20%: 8 10%: 5 5%: 4</p>

2) Tabla 3: Número de veces por semana que los alumnos asisten a clase.

<p>FD</p>	<p>Gráfico 3</p>  <p>En relación a las clases donde se realizan ejercicios de flexibilidad dinámica el 20% de la muestra indicó que asiste 1 vez por semana a clase, el 70% de la muestra indicó que asiste 2 veces por semana y el 10% de la muestra indicó que asiste 3 veces por semana.</p>	<p>20%: 1 vez por semana</p> <p>70%: 2 veces por semana</p> <p>10%: 3 veces por semana</p>
<p>FE</p>	<p>Gráfico 4</p>  <p>En relación a las clases donde se realizan ejercicios de flexibilidad estática el 25% de la muestra indicó que asiste 1 vez por semana a clase y el 75% de la muestra indicó que asiste 2 veces por semana</p>	<p>25%: 1 vez por semana</p> <p>75%: 2 veces por semana</p>

3) Tabla 4: Tiempo de permanencia en la actividad física de manera constante

<p>FD</p>	<p>Gráfico 5</p> <p>En relación a las clases donde se realizan ejercicios de flexibilidad dinámica el 10% de la muestra indicó que asiste a clase desde hace 1-6 meses, el 5% de la muestra indicó que asiste desde hace 6-12 meses, el 55% asiste desde hace 1-3 años y el 30% de la muestra indicó que asiste desde hace más de 3 años.</p>	<p>10%: 1-6 meses</p> <p>5%: 6-12 meses</p> <p>55%: 1-3 años</p> <p>30%: + de 3 años</p>
<p>FE</p>	<p>Gráfico 6</p> <p>En relación a las clases donde se realizan ejercicios de flexibilidad estática el 50% de la muestra indicó que asiste a clase desde hace 1-6 meses, el 25% de la muestra indicó que asiste desde hace 6-12 meses, el 15% asiste desde hace 1-3</p>	<p>50%: 1-6 meses</p> <p>25%: 6-12 meses</p> <p>15%: 1-3 años</p> <p>10%: + de 3 años</p>

	años y el 10% de la muestra indicó que asiste desde hace más de 3 años.	
--	---	--

4) Tabla 5: Actividades físicas extras que posiblemente realizan los alumnos.

FD	<ul style="list-style-type: none"> ● No: el 15% del total de las respuestas indican no realizar otro tipo de entrenamiento. ● Si: el 85% del total de las respuestas indican realizar otro tipo de entrenamiento como pilates, caminatas, yoga, gimnasia para adultos.
FE	<ul style="list-style-type: none"> ● No: el 10% del total de respuestas indicó no realizar otro tipo de entrenamiento ● Si: el 90% del total de las respuestas indican realizar otro tipo de entrenamiento como caminatas, gimnasio, natación, bicicleta, futbol, tenis.

5) Tabla 6: Beneficios para la Salud por la realización de las clases.

FD	<ul style="list-style-type: none"> ● Flexibilidad Del total de las respuestas el 35% mencionó como aumento de Flexibilidad ● Fuerza Del total de las respuestas el 15% mencionó el aumento de Fuerza ● Disminución de dolores corporales Del total de las respuestas el 55% indicó una disminución de dolores físicos, entre los mencionados están dolores de cadera, lumbares y ciática. ● Agilidad Del total de las respuestas el 40% aseguró haber adquirido mayor agilidad a través de respuestas como: "más facilidad de movimiento", "más agilidad" o "ágil" ● Relajación Del total de las respuestas el 10% indicó haber notado un aumento de relajación ● Postura y conciencia postural Del total de las respuestas el 25% indicó haber mejorado su postura exponiéndose a través de respuestas tales como:"mejor postura", "mejora en la
----	---

	<p>postura general”, “conciencia del cuerpo”</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Efectos cognitivos <p>El 20% del total de las respuestas evidencian efectos a nivel cognitivo a través de afirmaciones como: “Conciencia de las compensaciones”, “me hace sentir muy bien”, “mejora en conciliar el sueño”, “me estreso menos en mi vida en general”</p>
FE	<ul style="list-style-type: none"> ● Flexibilidad <p>Del total de las respuestas el 65% indica haber adquirido mayor flexibilidad por la realización de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fuerza <p>Del total de las respuestas el 10% indicó haber experimentado aumento de fuerza.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Disminución de dolores corporales <p>Del total de las respuestas el 30% indicó disminuciones en dolores físicos a través de respuestas tales como: “menos dolor en las articulaciones”, “no tengo molestias musculares como dolores de cintura, espalda y cuello”, “menos lumbalgias”, “me duele menos la espalda”.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Agilidad <p>No hubieron respuestas que indican que los alumnos notaron aumentos en su agilidad por el entrenamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Relajación <p>Del total de las respuestas el 10% indicó haber notado un aumento de relajación</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Postura y conciencia postural <p>Del total de las respuestas el 10% indicó haber mejorado su postura exponiéndose a través de respuestas tales como: “mejore mi postura”, “tengo más conciencia de mi postura”</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Efectos cognitivos <p>Del total de las respuestas el 30% indicó experimentar efectos cognitivos a través de afirmaciones como: “alegría”, “puedo controlar mi cuerpo y emociones”, “impacto a nivel emocional (mayor tranquilidad)”, “buena concentración y claridad”, “tratar de hacerme el hábito de estirar todos los días”</p>

6) Tabla 7: Nivel de aceptación y razones de los alumnos por recomendar a otros las clases de flexibilidad que realizan que realizan

FD	<p>El total de las respuestas afirmar recomendar la actividad a otras personas, las razones son variables y se podrían agrupar en las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Beneficio para la salud física: el 40% de las respuestas especifican beneficios para la salud por la realización de la clase: “Para mejorar flexibilidad, fuerza y ser activas tanto de pie como en suelo, algo que muchas otras actividades no ofrecen o son todo lo contrario”, “porque es beneficioso para la salud”. ● Beneficios cognitivos y sensación de disfrute de la clase: No hubieron respuestas que solo hablaran de beneficios cognitivos. Por otro lado el 5% del total de las respuestas se enfocó en la sensación de disfrute de la propia clase: “son muy lindas las clases” ● Beneficios Físicos, mentales y emocionales: 20% de las respuestas indican beneficios que involucran no solo al cuerpo físico sino también beneficios cognitivos y emocionales: “La mejoría de la salud física viene acompañada de la mejoría en la salud mental. “, “porque es muy cuidadoso para el cuerpo en general y ayuda en lo emocional”, ● Beneficios no especificados: El 35% de las respuestas afirmativas no dieron razones particulares por las cuales recomendarían las clases. Algunas de las respuestas fueron: “sí”, “Está buenísimo, siempre lo recomiendo”, “porque es beneficioso para la salud”, “por el bienestar logrado”.
FE	<p>El total de las respuestas afirmar recomendar la actividad a otras personas, las razones son variables y se podrían agrupar en las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Beneficio para la salud física: el 35% de las respuestas se relacionan con beneficios para la salud por la realización de la clase. Algunas respuestas fueron: “porque te ayuda a moverte y sentirte mejor”, “Ejercicios suaves y mejor oxigenación”, “Es muy bueno para mantenerme sana y tener un buen estado físico” ● Beneficios cognitivos y sensación de disfrute de la clase: el 10% de las respuestas se relacionan con beneficios cognitivos como: “es una herramienta para desconectar, aprender a sentirse a uno mismo, evaluar tu vida y emociones a través del cuerpo”, “Es un parate a la vorágine de la rutina y también de los otros ejercicios” ● Beneficios físicos, mentales y emocionales: 25% del total de las

	<p>respuestas involucran beneficios físicos, mentales y emocionales: “Porque me ayuda a relajarme, a conectar con el cuerpo, a tomar consciencia de la respiración, porque me hace bien y creo que le haría muy bien a otras personas.”, “Genera hábito y mejora la estabilidad física y emocional”, “Un cuerpo flexible es un cuerpo saludable y puedes evitar muchos problemas en las articulaciones y demás zonas del cuerpo... Y sentirte bien hace que puedas hacer todas tus actividades con entusiasmo y alegría”</p> <ul style="list-style-type: none">● Beneficios no especificados: El 30% de las respuestas afirmativas no dieron razones específicas por las cuales recomendarían las clases, respondiendo que recomendarían la actividad “porque veo que es efectivo”, “tiene muchos beneficios para la salud”, “sí”.
--	---

ANEXOS 3

La presente presentación de datos se realiza dentro del marco de la investigación denominada "Comparación entre entrenamiento de flexibilidad estática y dinámica: aumento de ROM agudo y percepción subjetiva post ejercicio. Desempeño en prueba coordinativa", realizada por la Profesora Micaela Miranday en el marco de la carrera de la Licenciatura de Educación Física de la Pontificia Universidad Católica Argentina. Los datos son anónimos y sirven al solo efecto de la presente investigación.

PRUEBAS PARA MEDIR AUMENTO DE ROM AGUDO POST EJERCICIO

Sit and Reach y Test de Movilidad de Hombros

A fin de lograr una comparación específicamente de los resultados de aumento de flexibilidad logrados se decidió agrupar a los valores de las personas medidas según el aumento de ROM producido por la misma clase:

AUMENTO DEL ROM	PUNTOS
0 cm	0
1 - 3 cm	1
3.1 - 5 cm	2
5.1 - 10 cm	3
10.1 - 15 cm	4

Prueba de coordinación

Una vez concluida las clases y la medición de los Test Sit and Reach y Movilidad de Hombro del FMS, se realiza una prueba de coordinación simple que se describe a continuación. Trasládase caminando haciendo equilibrio solo pisando las líneas del piso de un extremo al otro del salón con una almohadita en la cabeza, sin que se caiga al llegar al extremo del salón sentarse en el piso y volverse a parar.

Puntuación:

No puede caminar por la línea ni evitar que se le caiga la almohadita	0
Camina por la línea o evita que se le caiga la almohadita	1
Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita con dificultad	2
Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita	3

TABLAS DE ANOTACIONES

Tabla 8.1: Flexibilidad Dinámica

SR: Test de Sit and Reach

HD: Prueba de Movilidad de Hombro proyectando brazo derecho por arriba

HI: Prueba de Movilidad de Hombro proyectando brazo izquierdo por arriba

PC: Prueba de Coordinación

Nombre	Primera toma			Segunda toma			Tercera toma			Cuarta toma			Quinta toma			PROMEDIO			
	S R	H D	H I	S R	H D	H I	S R	H D	H I	S R	H D	H I	S R	H D	HI	SR	HD	HI	PC
	c m	c m	c m	c m	c m	c m	c m	c m	c m	c m	c m	c m	c m	c m	c m	punt os	punto s	punto s	punt os
1	0 5	17 10	2 6 2 1	0 5	15 15	3 2 2 6	5 7	1 6 1 4	2 7 2 4	4 6	1 5 1 4	3 0 2 5	5 8	1 6 1 4	2 6 2 3	1 (3cm)	1 (2.5c m)	2 (4.4c m)	3
2	- 1	28 16	3 2	-1 7	33 20	3 8	-1 7	3 1	3 5	-1 5	3 0	3 7	-1 7	2 9	3 6	3 (8cm)	4 (11.4c)	4 (12.5c)	3

	3 - 9		2 2	-6		2 4	-9	2 1	2 4	-7	1 7	2 4	-8	2 0	2 3)	m)	m)	
3	- 2 0 - 1 2	11 10	1 5 1 4	-2 9 -1 7	24 18	2 6 2 3	-2 5 -1 5	2 0 1 8	2 3 2 1	-2 0 -1 3	1 2 1 0	1 6 1 4	-2 8 -1 6	2 0 1 6	2 5 2 2	3 (9.8c m)	2 (3cm)	2 (2.2 cm)	2
4	0 1 0	30 30	3 0 2 8	3 7	31 28	3 0 2 7	1 6	3 0 2 9	3 0 3 0	0 9	2 9 2 9	2 9 2 7	2 1 0	2 9 2 8	2 9 2 9	3 (7.2c m)	1 (0.8c m)	1 (1.4c m)	2
5	- 1 9 - 9	26 25	2 9 2 7	-1 2 -1 2	30 24	3 2 2 8	-1 4 -1 2	2 7 2 4	3 2 2 8	-1 6 -9	2 6 2 4	3 0 2 7	-1 8 -1 0	2 9 2 5	2 8 2 6	3 (5.4c m)	2 (3.2c m)	1 (3cm)	1
6	4 9	14 10	1 5 1 4	3 7	15 13	1 9 1 4	4 8	1 3 1 0	1 5 1 3	3 6	1 4 1 0	1 6 1 4	5 8	1 5 1 3	1 7 1 4	2 (3.8c m)	1 (3cm)	1 (2.6c m)	2
7	- 8 3	24 21	2 1 2 0	-3 4	26 21	2 3 2 2	-2 4	2 6 2 6	2 3 2 3	-5 1	2 5 2 2	2 2 2 0	-3 4	2 6 2 2	2 3 2 0	3 (7.4c m)	1 (3cm)	1 (1.2c m)	3
8	- 8 1	12 6	1 0 6	-6 4	10 6	1 1 8	-2 6	6 4	1 0 7	-4 4	8 6	1 0 7	-3 6	8 6	9 7	3 (8.8c m)	2 (3.2c m)	1 (3cm)	3
9	- 1	38 32	3 0	-2 1	39 33	3 3	-1 6	3 5	3 2	-1 8	3 7	3 1	-1 6	3 8	3 2	3 (5.8c m)	2 (5cm)	1 (1cm)	2

	5 - 1 1		3 0	-1 4		3 1	-1 0	3 0	3 2	-1 2	3 3	3 0	-1 0	3 4	3 0	m)			
10	- 1 3 - 9	17 16	2 4 2 2	-1 2 -5	22 15	2 4 2 0	-1 3 -8	2 0 1 8	2 4 2 1	-1 2 -7	1 9 1 7	2 3 2 1	-1 1 -7	1 7 1 6	2 3 2 0	2 (5cm)	1 (2.6c m)	1 (2.4c m)	3
11	3 7	7 5	2 4 1 6	6 9	7 6	2 1 1 7	5 8 3	7 3	1 7 1 7	4 7	7 5	2 0 1 6	5 8 3	6 3 1 7	2 1 1 7	2 (3.2c m)	1 (2.4c m)	2 (4cm)	2
12	- 2 0 - 1 3	24 24	2 7 2 6	-1 5 -1 3	27 24	2 3 2 2	-1 7 -1 4	2 3 2 1	2 8 2 6	-1 9 -8	2 2 2 0	2 7 2 1	-1 6 -1 4	2 6 2 4	2 7 2 4	2 (5cm)	1 (1.8c m)	1 (2.6c m)	3
13	- 1 8 - 1 1	19 19	2 5 2 1	-1 5 -7	20 15	2 2 2 1	-1 6 -1 2	1 9 1 6	2 5 2 2	-1 8 -1 2	2 0 1 6	2 2 2 0	-1 5 -8	1 9 1 8	2 3 2 0	2 (4.8c m)	1 (2.6c m)	1 (2,6 cm)	1
14	5 1 4	6 6	8 7	7 15	6 3	1 0 7	6 1 4	6 5	9 7	7 1 5	5 3	1 0 8	5 1 3	6 6 8	9 8	3 (8.2c m)	1 (1,4 cm)	1 (1,8 cm)	2
15	- 9 -	6 4	1 6 1	-4 -3	7 6	1 3 1	-6 -2	5 4	1 1 9	-5 -2	6 4	1 5 1	-6 -3	7 5 1	1 4 1	2 (3.4c m)	1 (1.6c m)	1 (1.4c m)	3

	3		4			3					3			3					
16	3 7	12 11	2 0 2 2	10 12	10 10	2 4 2 2	7 1 1 1	1 3 1 4	2 3 2 1	6 1 1 2	1 3 1 2	2 0 1 2	8 1 2 0	1 2 1 0	2 3 2 2	2 (3.8c m)	1 (1.2c m)	1 (1.2c m)	2
17	- 2 3	14 12	1 6 1 5	-4. 5 -3	14 14	1 5 1 3	-3 1 1 2	1 4 1 4	1 5 1 2	-2 2	1 5 1 3	1 6 1 3	-4 3	1 3 1 1	1 5 1 2	2 (4,1c m)	1 (1,6c m)	1 (2cm)	2
18	3 7	7 5	2 4 1 6	6 9	7 6	2 1 1 7	5 8 3	7 3 7 7	1 7 1 7	3 6 6	7 6 6	2 0 1 6	5 9 5	6 5 1 6	1 9 1 6	2 (3.4c m)	1 (1.8c m)	2 (3.8c m)	1
19	- 3 0	11 9	5 5	-5 1	6 6	7 6	-5 -3	9 4 5	7 5	-4 0	1 0 9	7 6	-5 -2	9 6 5	6 5	1 (3cm)	1 (2.2c m)	1 (1cm)	3
20	9 1 6	9 7	9 6	13 17	8 5	4 3	1 0 1 5	9 7 6	9 6	1 2 1 7	8 6	5 3	1 2 1 9	9 6 7	9 7	3 (5,6c m)	1 (2,4c m)	1 (2,2c m)	3

Tabla 8.2

Sit and Reach (SR)	Movilidad de hombro derecho arriba (HD)	Movilidad de Hombro izquierdo arriba (HI)	Prueba de Coordinación (PC)
puntos	puntos	puntos	puntos
1	1	2	3
3	4	4	3
3	2	2	2
3	1	1	2
3	2	1	1

2	1	1	2
3	1	1	3
3	2	1	3
3	2	1	2
2	1	1	3
2	1	2	2
2	1	1	3
2	1	1	1
3	1	1	2
2	1	1	3
2	1	1	2
2	1	1	2
2	1	2	1
1	1	1	3
3	1	1	3

Tabla 9.1 Flexibilidad Estática

SR: Test de Sit and Reach

HD: Prueba de Movilidad de Hombro proyectando brazo derecho por arriba

HI: Prueba de Movilidad de Hombro proyectando brazo izquierdo por arriba

PC: Prueba de Coordinación

Nombre	Primera toma			Segunda toma			Tercera toma			Cuarta toma			Quinta toma			SR	HD	HI	PC
	S R	H D	H I	S R	H D	H I	S R	H D	HI	S R	H D	H I	S R	H D	HI	punt os	punto s	punto s	punto s
1	1 0	0 0	1 3	1 1	0 0	8 5	6 9	0 0	11 9	8 1	0 0	1 2	1 0	1 0	12 6	2 (3.6c)	0 (0.2c)	2 (4.8c)	2

	1 3		6 8	1						1		6 2	1			m)	m)	m)	
2	9 1 5	1 0 9	1 6 1 4	8 9	1 2 1 0	2 2 1 6	5 1 1	1 1 8	24 20	9 1 4	1 0 8	1 8 1 5	6 1 3	1 1 9	21 16	2 (5cm)	1 (2.2c m)	2 (4cm)	1
3	-6 0	2 0 1 9	2 3 2 3	-9 -2	2 0 1 8	2 4 2 3	-5 1	2 2 1 8	23 22	-7 0	2 1 2 0	2 4 2 2	-6 1	1 9 1 7	23 21	3 (6cm)	1 (2cm)	1 (1.2c m)	1
4	-1 6	1 0 9	1 0 9	5 1 0	1 0 1 0	1 1 1 0	5 1 0	9 7	10 6	4 9	1 0 7	1 0 8	5 1	9 7	10 8	3 (5.6c m)	1 (1.6c m)	1 (2cm)	3
5	-2 9 -2 8	2 2 1 3	2 7 2 7	-3 0 -2 7	2 0 1 3	2 7 2 1	-2 9 -2 7	2 2 1 8	30 21	-2 9 -2 5	2 3 1 5	2 5 2 7	-3 1 -2 7	2 3 1 4	27 22	1 (2.8c m)	3 (8.2c m)	3 (6cm)	2
6	-1 0	1 3 1 3	1 6 1 5	2 5	1 2 8 2	1 6 1 2	-3 0	1 4 1 1	14 12	2 3	1 3 1 1	1 7 1 4	-1 4	1 1 8	15 13	2 (5cm)	1 (2.4c m)	1 (2.4c m)	3
7	-1 4 -1 3	1 7 1 4	2 8 2 0	-1 6 -8	1 3 1 3	2 1 1 6	-1 4 -1 2	1 8 1 4	28 21	-1 5 -1 0	1 5 1 3	2 5 1 8	-1 3 -9	1 5 1 4	21 17	3 (4cm)	1 (2cm)	3 (6.2c m)	3
8	-1 7 -1 5	6 5 1	1 3 1 3	-1 9 -1 4	6 6 1 2	1 3 1 4	-1 7 -1 4	1 0 6	16 13	-1 5 -1 0	7 6 1 4	1 5 1 4	-1 8 -1 4	6 4	13 12	2 (3.8c m)	1 (1.6c m)	1 (1.2c m)	2

9	4 1 2	1 8 1 4	2 0 2 0	5 1 2 4	1 9 1 4	2 0 1 9	4 1 5 5	2 0 1 5	21 18 5	3 1 5	2 0 1 4	2 0 2 0	5 1 3 5	1 7 1 5	19 18	3 (9.2c m)	2 (4.4c m)	0 (1cm)	1
10	-9 -5	1 3 1 3	2 0 1 6	-1 2 -1 0	1 5 1 4	1 8 1 7	-1 0 -3 5	1 7 1 5	19 17	-9 -5	1 3 1 2	2 0 1 7	-1 1 -6 3	1 5 1 3	19 18	2 (4.4c m)	1 (1.4c m)	1 (2.2c m)	1
11	6 9	4 4	1 0 8	2 4	8 8 1 1	1 1 8 1	5 8 3	4 3	10 9	2 6	5 4	1 1 9	6 8 5	7 5 10	11 10	4 (10.2 cm)	0 (0.8c m)	1 (1.2c m)	2
12	-1 2 -6	4 4 1 0	1 0 1 0	-1 0 3	4 3 8	1 0 8	-1 0 2	4 4 2	10 9	-9 2	4 3	1 1 9	-9 0	5 2 8	10 8	3 (8.2c m)	0 (0.8c m)	2 (5cm)	1
13	-1 5 -9	1 7 1 6	2 3 2 1	-1 4 -9	1 7 1 5	2 3 2 0	-1 0 0 5	1 8 1 5	22 20	-1 5 -7	1 5 1 5	2 3 1 9	-1 3 3 -2	1 6 1 4	24 20	3 (8cm)	1 (1.4c m)	1 (3cm)	3
14	-7 5	1 7 1 5	1 8 1 3	-7 -3	1 6 1 5	1 9 1 6	-5 4 1 5	1 7 1 5	17 15	-6 5	1 8 1 6	1 7 1 5	-7 5 1 4	1 7 1 4	19 17	3 (9.6c m)	1 (2cm)	1 (2.8c m)	3
15	-1 6	2 2 1 7	3 3 2 1	7 8	2 1 1 8	2 6 2 2	0 6 1 6	2 2 1 6	30 25	1 8	2 1 1 8	3 2 2 3	5 8 1 7	2 1 1 7	28 22	2 (4.8c m)	2 (4.2c m)	3 (7.6c m)	2
16	-6 -2	6 5	7 4	-6 2	9 9 5	1 0 5	-6 0 5	7 5 4	9 4	-5 -2	9 6	1 0 6	-6 1 8	9 8 5	8 5	3 (5.2c m)	1 (1.4c m)	2 (4cm)	1

17	-1 2 -1 0	2 2 1 7	2 0 1 9	-1 8 -1 5	2 5 1 9	2 3 2 0	-1 9 -1 2	2 3 2 0	21 19	-1 5 -1 2	2 5 1 8	2 0 1 9	-1 2 1 0	2 3 1 9	23 20	2 (3.4c m)	2 (5cm)	1 (2cm)	2
18	6 1 4	1 2 6	1 7 1 1 5	1 0 1 5	7 6 8	1 1 8	1 0 1 6	8 4	13 6	8 1 5	1 2 7	1 2 7	1 0 1 5	8 7	15 10	3 (6.2c m)	2 (3.4c m)	3 (5.6c m)	1
19	0 4	3 0	8 6	4 5	0 0	8 7	0 3	2 0	7 6	3 6	0 0	8 7	1 5	1 0	8 5	1 (3cm)	1 (1.2c m)	1 (1.6c m)	3
20	-2 4	6 6	1 9 1 7	-2 4	6 4	1 9 1 6	-3 2	9 6	21 18	-2 4	8 6	2 0 1 8	0 3 1	3 1	17 15	3 (5.8c m)	1 (1.8c m)	1 (2.4c m)	3

Tabla 9.2

Test de Sit and Reach (SR)	Test de Movilidad de hombro derecho arriba (HD)	Test de Movilidad de Hombro izquierdo arriba (HI)	Prueba de coordinación (PC)
puntos	puntos	puntos	puntos
2	0	2	2
2	1	2	1
3	1	1	1
3	1	1	3
1	3	3	2
2	1	1	3
3	1	3	3
2	1	1	2

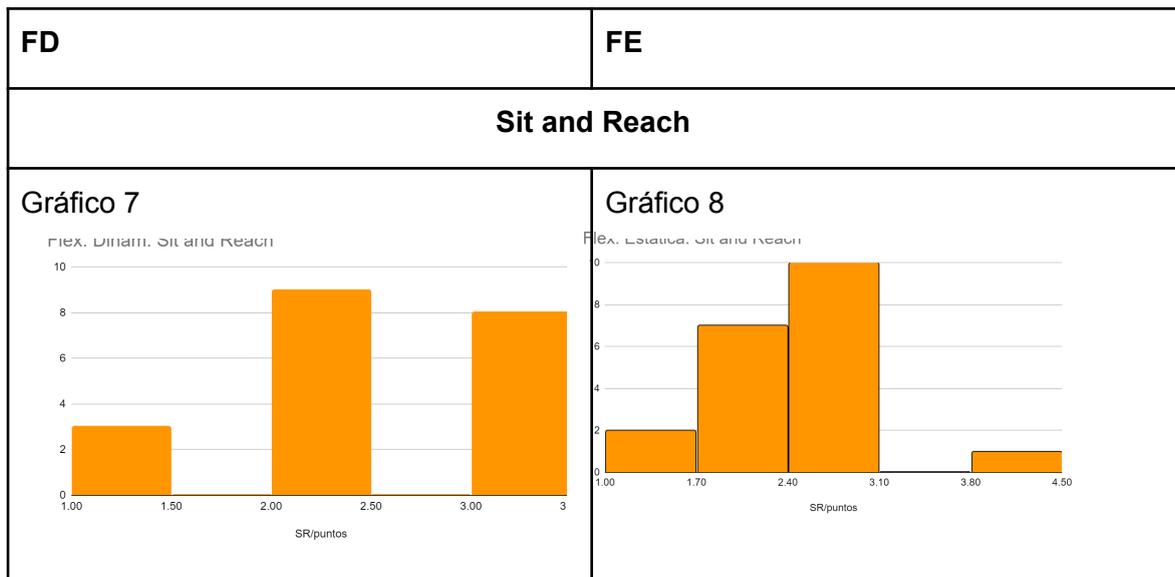
3	2	0	1
2	1	1	1
4	0	1	2
3	0	2	1
3	1	1	3
3	1	1	3
2	2	3	2
3	1	2	1
2	2	1	2
3	2	3	1
1	1	1	3
3	1	1	3

Comparación de Resultados

FD: Muestra de Alumnos que realizan clases con ejercicios de Flexibilidad Dinámica

FE: Muestra de Alumnos que realizan clases con ejercicios de Flexibilidad Estática

Tabla 10

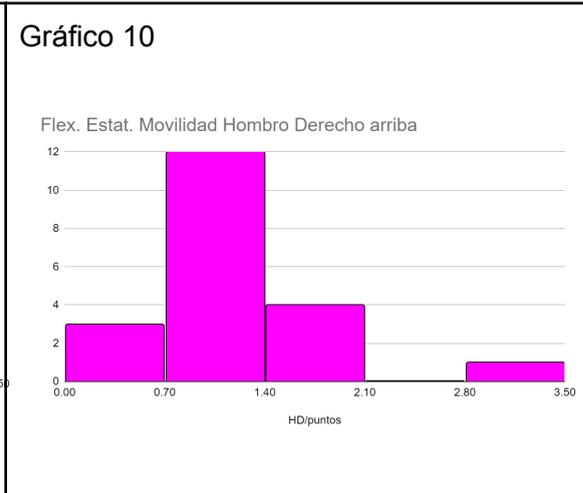
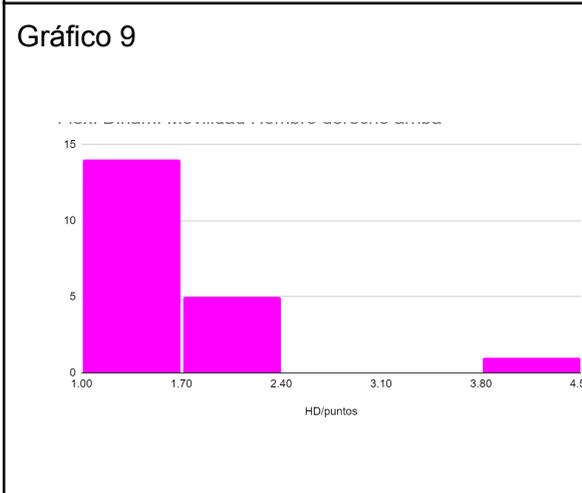


15% (3 personas) ____ 1 punto	10% (2 personas) ____ 1 punto
45% (9 personas) ____ 2 puntos	35% (7 personas) ____ 2 puntos
40% (8 personas) ____ 3 puntos	50% (10 personas) ____ 3 puntos
	5% (1 persona) ____ 4 puntos

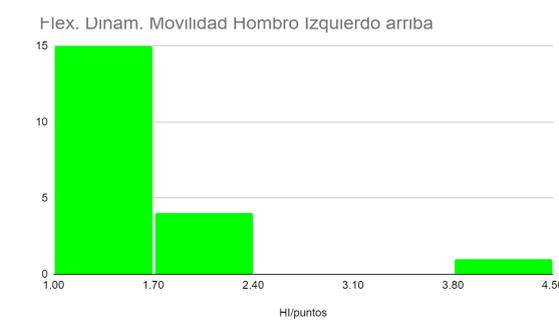
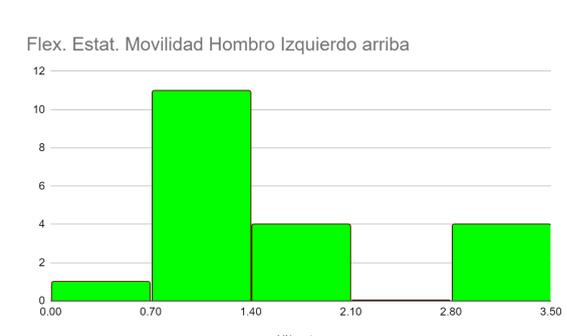
En el Test de Sit and Reach en lo que respecta a las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica el 15% de los alumnos obtuvo una puntuación de 1 punto (1,1 a 3 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio), el 45% de los alumnos obtuvo una puntuación de 2 (3,1 a 5 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio) y el 40% de los alumnos obtuvieron una puntuación de 3 (5,5 a 10 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio).

En el Test de Sit and Reach en lo que respecta a las clases con ejercicios de flexibilidad estática el 10% de los alumnos obtuvo una puntuación de 1 punto (1,1 a 3 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio), el 35% de los alumnos obtuvo una puntuación de 2 (3,1 a 5 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio), el 50% de los alumnos obtuvieron una puntuación de 3 (5,5 a 10 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio) y el 5% de los alumnos obtuvo una puntuación de 4 (10,1 a 15 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio).

Test de Movilidad de Hombro: brazo derecho con codo proyectado hacia arriba y brazo izquierdo con codo proyectado hacia abajo



70% (14 personas) ____ 1 punto	15% (3 personas) ____ 0 puntos
25% (5 personas) ____ 2 puntos	60% (12 personas) ____ 1 punto
5% (1 persona) ____ 3 puntos	20% (4 personas) ____ 2 puntos

	5% (1 personas) ____ 3 puntos																				
<p>En el Test de Movilidad de Hombro (donde el brazo derecho se proyectaba por arriba) en lo que respecta a las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica, el 70% de los alumnos obtuvo una puntuación de 1 punto (1,1 a 3 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio), el 25% de los alumnos obtuvo una puntuación de 2 (3,1 a 5 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio) y el 5% de los alumnos obtuvieron una puntuación de 3 (5,5 a 10 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio).</p>																					
<p>En el Test de Movilidad de Hombro (donde el brazo derecho se proyectaba por arriba) en lo que respecta a las clases con ejercicios de flexibilidad estática, el 15% de los alumnos obtuvo una puntuación de 0 (0 a 1 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio), el 60% de los alumnos obtuvo una puntuación de 1 punto (1,1 a 3 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio), el 20% de los alumnos obtuvo una puntuación de 2 (3,1 a 5 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio) y el 5% de los alumnos obtuvieron una puntuación de 3 (5,5 a 10 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio).</p>																					
<p>Test de Movilidad de Hombro: brazo izquierdo con codo proyectado hacia arriba y brazo derecho con codo proyectado hacia abajo</p>																					
<p>Gráfico 11</p>  <table border="1"> <caption>Data for Gráfico 11</caption> <thead> <tr> <th>HI/puntos</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>1.70</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4.50</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	HI/puntos	Frecuencia	1.00	15	1.70	4	4.50	1	<p>Gráfico 12</p>  <table border="1"> <caption>Data for Gráfico 12</caption> <thead> <tr> <th>HI/puntos</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0.70</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>1.40</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2.80</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3.50</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	HI/puntos	Frecuencia	0.00	1	0.70	11	1.40	4	2.80	4	3.50	4
HI/puntos	Frecuencia																				
1.00	15																				
1.70	4																				
4.50	1																				
HI/puntos	Frecuencia																				
0.00	1																				
0.70	11																				
1.40	4																				
2.80	4																				
3.50	4																				
<p>75% (15 personas) ____ 1 punto 20% (4 personas) ____ 2 puntos 5% (1 personas) ____ 3 puntos</p>	<p>5% (1 personas) ____ 0 puntos 55% (11 personas) ____ 1 punto 20% (4 personas) ____ 2 puntos 20% (4 personas) ____ 3 puntos</p>																				

En el Test de Movilidad de Hombro (donde el brazo izquierdo se proyectaba por arriba) en lo que respecta a las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica, el 75% de los alumnos obtuvo una puntuación de 1 punto (1,1 a 3 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio), el 20% de los alumnos obtuvo una puntuación de 2 (3,1 a 5 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio) y el 5% de los alumnos obtuvieron una puntuación de 3 (5,5 a 10 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio).

En el Test de Movilidad de Hombro (donde el brazo izquierdo se proyectaba por arriba) en lo que respecta a las clases con ejercicios de flexibilidad estática, el 5% de los alumnos obtuvo una puntuación de 0 (0 a 1 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio), el 55% de los alumnos obtuvo una puntuación de 1 punto (1,1 a 3 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio), el 20% de los alumnos obtuvo una puntuación de 2 (3,1 a 5 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio) y el 20% de los alumnos obtuvieron una puntuación de 3 (5,5 a 10 cm de aumento de ROM agudo post ejercicio).

Prueba de Coordinación

Gráfico 13

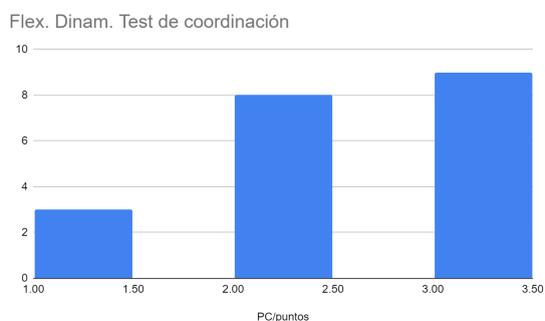
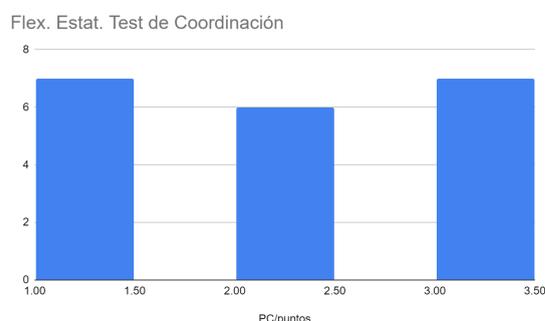


Gráfico 14



15% (3 personas) ____ 1 punto
 40% (8 personas) ____ 2 puntos
 45% (9 personas) ____ 3 puntos

35% (7 personas) ____ 1 punto
 30% (6 personas) ____ 2 puntos
 35% (7 personas) ____ 3 puntos

En la prueba de coordinación, en lo que respecta a las clases con ejercicios de flexibilidad dinámica, el 15% de los alumnos obtuvo una puntuación de 1 punto (Camina por la línea o evita que se le caiga la almohadita), el 40% de los alumnos obtuvo una puntuación de 2 (Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita)

con dificultad) y el 45% de los alumnos obtuvieron una puntuación de 3 (Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita).

En la prueba de coordinación, en lo que respecta a las clases con ejercicios de flexibilidad estática, el 35% de los alumnos obtuvo una puntuación de 1 punto (Camina por la línea o evita que se le caiga la almohadita), el 30% de los alumnos obtuvo una puntuación de 2 (Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita con dificultad) y el 35% de los alumnos obtuvieron una puntuación de 3 (Camina por la línea y evita que se le caiga la almohadita).

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, G. et al (2021), *Efecto agudo del estiramiento estático y dinámico sobre el rendimiento y la percepción de esfuerzo en ejercicio contra resistencia*, MHSalud vol.18 n.1 Heredia Jan./Jun. 2021, SCIELO. Recuperado el 26/04/2024 de la URL https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-097X202100010001
- Apkarian, A. et al. (2004) *Chronic back pain is associated with decreased prefrontal and thalamic gray matter density*. Journal of Neuroscience 24(46).
- Araujo C. (2005); *Flexitest: un método innovador de evaluación de la flexibilidad*, primera edición, editorial Paidotribo, Río de Janeiro, Brasil.
- Arnette, S. & Pettijohn, T. (2012) *The Effects of Posture on SelfPerceived Leadership*. International Journal of Business and Social Science, 3(14) 8-13. Recuperado el 12/11/2021 de la URL: <ResearchAllPostureExpertsMustKnow-spanish.pdf> (quiropRACTICOchiriqui.com)
- Baranda, P. et al (2012), *Descripción y Análisis de la Utilidad de las pruebas SIT-AND-REACH*, Revista Española de Educación Física y Deportes – N.º 396, pp. 119-133. Enero-Marzo, 2012
- Basile J. (s.f.); Clasificación de Capacidades Coordinativas, Grupo Sobre Entrenamiento, www.gruposobrentrenamiento.com https://lien-zos.uv.mx/Uploads/resources/Dida%CC%81ctica-de-las-pra%CC%81cticas-Gimna%CC%81sticas-I-Material-Ba%CC%81sico_Joaquina-Basile_Clasificaci%CC%81n-de-las-Capacidades-Coordinativas_0e4e.pdf Consultado 5/01/2025
- Behm, D.; Chaouachi, A.; Samson, M.; y Button, D.; (2012), *Efectos del Estiramiento Dinámico y Estático en Protocolos de Entrada en Calor Generales y Específicos*, Artículo publicado en el journal PubliCE del año 2012. Recuperado el 26/4/2024 en G-SE (Grupo sobre Entrenamiento) <https://g-se.com/efectos-del-estiramiento-dinamico-y-estatico-en-protocolos-de-entrada-en-calor-generales-y-especificos-1459-sa-a57cfb27213c9f>
- Bolognese, M., 2017, *Entrenamiento de la flexibilidad*, Curso de Entrenamiento Personal, 4ª edición.
- Busquet, L., (2002), *Las Cadenas Musculares*, tomo 1, (6ª ed.) Editorial Paidotribo

- Cailliet R & Gross L, (1987) *Rejuvenation Strategy*. New York, Doubleday Co ResearchAllPostureExpertsMustKnow-spanish.pdf. Recuperado de URL: (quiropRACTICOchiriqui.com) consultado el 12/11/2021
- Carney et al. (2010) *Power posing, brief non-verbal displays affect neuroendocrine levels and risk tolerance*. Psychological Science, 21(10) 1363-1368. Recuperado de URL: ResearchAllPostureExpertsMustKnow-spanish.pdf (quiropRACTICOchiriqui.com) consultado el 12/11/2021
- Carrie M. Hall, Lori Thein Brody, (2005), *Ejercicio Terapéutico, Fundamentos y técnicas*; Editorial Paidotribo, Barcelona, España.
- Carrie M. Hall, Lori Thein Brody, (2006), *Ejercicio Terapéutico, Recuperación Funcional*, Editorial Paidotribo, Badalona, España.
- Castellanos, J. (2017) *Estiramiento con facilitación neuromuscular propioceptiva*. Recuperado de URL: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/estiramientos-con-la-facilitacion-neuromuscular-propioceptiva> consultado 12/11/2021
- Deuchars, J., Edwards, I. (2007). *Bad posture could raise your blood pressure*. Journal of Neuroscience 0638-07. Recuperado de URL: ResearchAllPostureExpertsMustKnow-spanish.pdf. (quiropRACTICOchiriqui.com) consultado el 12/11/2021
- Gonzalez Lopez, K.: (2023), *La liberación miofascial en dolor inespecífico: a propósito de un estudio de caso*, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Sede Bogotá. Recuperado de URL: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/85005/1016034875%202023.pdf?sequence=2&isAllowed=y> , visto el 3/2/2024
- Goldstein, L & Makofsky H. (2005) *TMD/Facial Pain and Forward Head Posture*. Pract Pain Manag. Jul/Aug 2005. 5(5) 36-39. Recuperado de URL: ResearchAllPostureExpertsMustKnow-spanish.pdf (quiropRACTICOchiriqui.com) consultado el 12/11/2021
- Gomekuña, N. y Cabral, M. (2008); *Las capacidades coordinativas en los alumnos del profesorado de Educación Física*, Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya" de la ciudad de Posadas, Misiones; Revista Digital - Buenos Aires - Año 13 - N° 124 - Setiembre de 2008. URL:

<https://www.efdeportes.com/efd124/las-capacidades-coordinativas-en-los-alumnos-del-profesorado-de-educacion-fisica.htm> Consultado el 10/08/2024

- Gubía, C. S; García, V., 2000, *Posturas Forzadas*, Comisión de Salud Pública, Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, Madrid
- Hernández Días, P, 2007, *Flexibilidad:Evidencia Científica y Metodológica del Entrenamiento*, Publice Premium, Pid 783. Recuperado de URL: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp> consultado 25/10/2021
- Hedrick, A. (2005), *Entrenamiento de la Flexibilidad para Incrementar el Rango de Movimiento*, Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE), visto día 24/4/2024 <https://g-se.com/entrenamiento-de-flexibilidad-para-incrementar-el-rango-de-movimiento-413-sa-G57cfb2714120f>
- Huffington E. T.; 2019; *Functional Movement System (FMS) y la predicción de lesiones en deportistas*, Universidad de San Buena Ventura, Cartagena de Indias D. T. Y. C., Colombia.
- Jáuregui, M., (s.f.) *Cadenas Musculares Rectas y Cruzadas*. Recuperado de URL: Cadenas musculares rectas y cruzadas – Revista Kiné (revistakine.com.ar) consultado 1/11/2021
- Jones, S. et al. (2011) *Individuals with non-specific low back pain use a trunk stiffening strategy to maintain upright posture*. Journal of Electromyography and Kinesiology 22(1) 13-20. Recuperado de URL: ResearchAllPostureExpertsMustKnow-spanish.pdf (quiropRACTICOchiriqui.com) consultado el 12/11/2021
- Kado, D. et al. (2007) *Hyperkyphotic posture and risk of injurious falls in older persons: The Rancho Bernardo Study*. Journal of Gerontology: Medical Sciences, 62(6) 652-657. Recuperado de URL: ResearchAllPostureExpertsMustKnow-spanish.pdf (quiropRACTICOchiriqui.com) consultado el 12/11/2021
- Kisner, C., y Colby, L., (2005) *Ejercicio Terapéutico*, Barcelona, Editorial Paidotribo
- Kim Chan, K., 2023; El Dolor de Espalda, *Colegio Estadounidense de Reumatología*, Recuperado de URL: <https://rheumatology.org/el-dolor-de-espalda>, visto el día 1/1/2024

- Merino R.; Fernandez, E.; (2009), *Revisión sobre tipos y clasificaciones de la flexibilidad. Una nueva propuesta de clasificación*, Revista Internacional de Ciencias del Deporte, volumen V - año V Páginas:52-70 ISSN:1885-3137 N° 16 - Julio - 2009, Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga.
- Ministerio de la Salud, Presidencia de la Nación (2013), *Manual Director de Actividad Física y Salud de la República Argentina*, Dirección de Promoción de la Salud y Control De Enfermedades No Transmisibles, Programa Nacional de la Lucha contra el Sedentarismo, Ministerio de Salud de la Nación, Argentina.
- Myers W.,T.; 2015, *Vías Anatómicas: meridianos miofasciales para terapeutas manuales y del movimiento*, Anatomy Trains, tercera edición, ELSEVIER MASSON, España
- Montilla Reina, M.; et al (2016), *Comparación de la capacidad rítmica en personas con discapacidad intelectual, síndrome de Down y personas sin discapacidad*; Apunts. Educación Física y Deportes 2016, n.º 124, 2.º trimestre (abril-junio), pp. 27-34 ISSN-1577-4015, Recuperado de URL: <https://revista-apunts.com/estudio-de-la-motivacion-de-logro-y-orientacion-motivacional-en-estudiantes-de-educacion-fisica/> Consultado el 10/08/2024.
- Oleari, C., (s.f.) *Cadenas Musculares y Fascias*. Recuperado de URL: Cadenas Musculares y Fascias – Síntesis – Revista Kiné (revistakine.com.ar) consultado 28/10/2021
- PÉREZ GUIADO, J; 2006; *Lumbalgia y Ejercicio Físico*, Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, vol. 6, núm. 24, diciembre, 2006, pp. 230-247 Universidad Autónoma de Madrid, España
- Pinzón Ríos, I. D. (2018). *Sistema Fascial: Anatomía, biomecánica y su importancia en la fisioterapia*. Revista Movimiento Científico issn-l:2011-7191, 12 (2), 1-12.
- Quesada Herrera, M.; (2018); *El efecto del entrenamiento de la flexibilidad con el uso de estiramientos dinámicos, sobre las aptitudes físicas: flexibilidad, agilidad y capacidad de salto en jugadores de baloncesto de primera división en Costa Rica*; Universidad Nacional de Costa Rica. Recuperado del URL: <https://repositorio.una.ac.cr/items/3e52d07e-2c83-45a2-b37a-ac6103313780/full> Consultado el día 12/01/2025

- Salcedo, P.; (2017), *Estiramiento vs Dinámico postejercicio en la flexibilidad de los isquiotibiales y su efecto en el rendimiento físico en niños de 9-12 años*, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de las Américas, Quito. Visto día 26/04/2024 <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8059>
- Souchard, P., (2010), *RPG Principios de la Reeducción Postural*, 3° reimpresión de la 1° edición, editorial PAIDOTRIBO
- Torné, L.; 2008, *Tenseguridad*, Revista IPP (Instituto de Posturología y Podoposturología) Recuperado de URL: http://www.ub.edu/revistaipp/hemeroteca/2_2008/l_torne.pdf , visto día 31/01/2024
- Vergara, C. et al; 2013, *Ejercicios para el Desarrollo de la Capacidades Coordinativas en el Voleibol*, Universidad de Ciencia de la Cultura Física y el Deporte “Manuel Fajardo”, Santiago de Cuba (Cuba). Recuperado el 13/07/2024 de URL: <https://www.efdeportes.com/efd176/las-capacidades-coordinativas-en-el-voleibol.htm>
- Weineck, J. ; 2005, *Entrenamiento Total*, primera edición, editorial Paidotribo, Consejo de Ciento, 245 bis, 1° 1ª 08011 Barcelona, España.