

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CON SALTOS Y
MAQUINAS ISOCINETICAS SOBRE LA CAPTACIÓN DE GLUCOSA EN
ADULTOS DEPORTISTAS AFICIONADOS DE 55 A 65 AÑOS DE EDAD**

**Línea de investigación
Actividad Física y Deporte**

**Aspirante
CELIA MONICA SEPULVEDA PEÑA
Lda. En Biología y Química
Bióloga.**

**DIRECTOR DE TESIS
JHON FREDY RAMIREZ VILLADA, Pos-Doc, Ph.D**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES
MAESTRÍA DE INTERVENCIÓN INTEGRAL EN EL DEPORTISTA
MANIZALES, 2013**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	6
1. TEMATIZACION – PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	7
1.1 Fundamentación Teórica (Antecedentes).....	11
Justificación	16
Objetivo.....	18
Objetivo General	18
Objetivos específicos	18
2. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL	19
2.1. Regulación de la glicemia en el organismo.....	19
2.2 Regulación de la glicemia en ejercicio.....	20
2.3. Valores normales de glucosa en sangre	22
2.4 Prueba de tolerancia a la glucosa	22
2.5 Efectos fisiológicos del envejecimiento.....	24
2.6 Efectos del ejercicio a nivel fisiológico en el Organismo.....	26
2.7 Importancia de la realización del ejercicio en la edad adulta.....	28
2.8 Pruebas de capacidad y Potencia Anaeróbica	29
2.9 Consideraciones conceptuales sobre la fuerza	30
2.10 Condición física del adulto mayor	33
2.11 Composición Corporal	36
2.12 Clasificación de la composición corporal	37
2.13. Métodos antropométricos para evaluar adultos mayores.....	38
3. METODOLOGIA	41
3.1 Tipo de Estudio	41
3.2 Población y Muestra.....	41
3.2.1 Criterios de inclusión	42
3.2.2 Criterios de exclusión.....	43
3.2.3 Criterios éticos	43
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	44
3.3.1 Procedimiento	44
4. PLAN DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	48
4.1 Consideraciones Bioéticas	48
4.1.1 Disposiciones vigentes	48
5. HIPOTESIS.....	49
5.1 Hipótesis de Investigación	49
5.2 Hipótesis Nula.....	49
5.3 Hipótesis Alternativa.....	49
6. VARIABLES	50
6.1 Operacionalización de variables	50
7. RESULTADOS.....	51
7.1 Marco muestral y Selección de la muestra.....	51
7.2 Agrupación de las Variables para la presentación de Resultados.....	52
7.3 Resultados Estadística descriptiva para las Variables Antropométricas, funcionales, Niveles de glucosa en sangre.....	52

7.3.1 Variables Antropométricas.....	53
7.3.2 Variables funcionales	56
7.3.3 variables para el comportamiento de la glucosa	59
7.4 Resultados Intramuestrales pre- post intervención de los grupo 1 (Entrenamiento Maquinas y Saltos) grupo 2 (Entrenamiento en Saltos) Grupo3 (Grupo control).	60
7.4.1 Prueba Intramuestral para las Variables de mediciones antropométricas en los 3 grupos.....	60
7.4.2 Resultados de las variables de la pruebas funcionales de los grupo 1 (Entrenamiento Maquinas y Saltos) grupo 2 (Entrenamiento en Saltos) Grupo3 (Grupo control). Intramuestral antes y después de la intervención.....	62
7.4.3 Resultados de las variables de los valores de glicemia de los grupo 1 (Entrenamiento Maquinas y Saltos) grupo 2 (Entrenamiento en Saltos) Grupo3 (Grupo control). Intramuestral antes y después de la intervención.....	64
7.5 Resultados Intermuestrales post intervención para toda la muestra.....	64
7.5.1 Resultados intermuestrales post intervención para la variable antropométrica.	65
7.5.2 Resultados intermuestrales post intervención para las variables funcionales	66
7.5.3 Resultados intermuestrales post intervención para las variables de los valores de glicemia	67
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	68
8.1 Discusión variables antropométricas.....	68
8.2 Discusión de variables funcionales	69
8.3 Discusión de las variables de medición de glucosa	70
9. CONCLUSIONES	72
BIBLIOGRAFIA	73
ANEXOS	80
ANEXO 1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	81
ANEXO 2.....	83
ANEXO 3. FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES	85

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Valores presentados por diversos sujetos sometidos a pruebas de resistencia y fuerza.

Tabla 2: Componentes de la condición física según Pate 1983.

Tabla 3: Tabla de clasificación de la obesidad atendiendo al índice de masa corporal IMC (Bouchard y Cols 1994).

Tabla 4: Plan de entrenamiento aplicado.

Tabla 5: Operacionalización de variables.

Tabla 6: Estadísticos descriptivos para las variables antropométricas en los 3 grupos estudiados.

Tabla 7: Prueba Kruskal–wallis para variables antropométricas pre intervención de los 3 grupos.

Tabla 8: Estadísticos descriptivos para pruebas funcionales en los 3 grupos.

Tabla 9: Prueba de Kruskal-wallis para las variables funcionales antes de la intervención en los 3 grupos.

Tabla 10: Estadísticos descriptivos para pruebas de glicemia.

Tabla 11: Prueba de Kruskal wallis para los valores de glicemia

Tabla 12: Prueba de Wilcoxon aplicada en el grupo 1, 2, 3 para variables antropométricas.

Tabla 13: Prueba de Wilcoxon. Para mediciones funcionales.

Tabla 14: Prueba de Wilcoxon. Para los valores de glicemia

Tabla 15: Prueba de kruskal wallis. Intermuestral para las variables antropométrica

Tabla 16: Prueba de kruskal wallis. Intermuestral para las variables funcional

Tabla 17: Prueba de kruskal wallis. Intermuestral para los valores de glicemia

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1: Resultados pre y post intervención sobre la captación de glucosa

INTRODUCCION

En el proceso normal de envejecimiento del cuerpo se experimentan una serie de fenómenos que conllevan modificaciones a nivel fisiológico, las cuales con el tiempo, van afectando la función corporal y empeoran el sistema cardiovascular, respiratorio, metabólico, motriz, entre otros, que reducen la capacidad de esfuerzo y resistencia del mismo, llegando a un estrés físico con el pasar de los años (Izquierdo, 1998).

De otra parte, en esta etapa de la vida se presenta una baja producción de insulina, lo que conlleva a una intolerancia a los hidratos de carbono, detectado por una exagerada producción de secreción posprandial de la glucosa. Debido a esto, el 50% de las personas mayores de 40 años sufren de enfermedades tales como síndrome metabólico, lo que conlleva a la diabetes mellitus en diferentes grados (Bernardino y cols., 2005; Bordenave y cols., 2008).

Para mejorar este proceso intrínseco progresivo y lograr una mejor calidad de vida, algunos estudios científicos reportan que al hacer ejercicio periódicamente se encuentran beneficios tales como: aumento de la masa muscular, disminución de la obesidad, incremento de la capacidad de generar fuerza, mejora de movimientos articulares, ayuda al mantenimiento de la tasa metabólica basal, entre otros (Timires, 1997; Borodulin y cols., 2008; Gaesser, 2007).

De acuerdo a los planteamientos anteriores, la presente investigación centra su interés en determinar el efecto de un programa de entrenamiento con saltos y máquinas isocinéticas sobre la captación de glucosa en adultos deportistas aficionados de 55 a 65 años de edad con el propósito de evaluar los niveles de glicemia bajo el efecto de un entrenamiento anaeróbico, específicamente con acciones explosivos y de impacto.

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CON SALTOS Y MAQUINAS ISOCINETICAS SOBRE LA CAPTACIÓN DE GLUCOSA EN ADULTOS DEPORTISTAS AFICIONADOS DE 55 A 65 AÑOS DE EDAD

TEMATIZACION – PREGUNTA DE INVESTIGACION

Son varios los estudios en adultos mayores que definen el envejecimiento como un proceso de deterioro, donde se suman cambios a nivel corporal, mental y motor que con el tiempo conducen a alteraciones funcionales llegando hasta la muerte (Chirosa & cols., 2000). Estos cambios se dan desde el punto de vista morfológico, psicológico y bioquímico caracterizándose por una pérdida progresiva de la capacidad de adaptación al medio, deteriorando la calidad de vida y su habilidad de aprendizaje motriz (Lexell, 2007) debido a la pérdida de neuronas motoras alfa que hacia los 60 años puede llegar a ser de un 25% (Kawamura & Dyck, 1977).

Por otro lado, se describe la disminución de la secreción hormonal ya sea por su descenso o por la falta de respuesta de los órganos a las hormonas (Doherry & Brown, 1997; Häkkinen & Parakkinen, 1994; Matsudo & cols., 2000). Entre una de las respuestas hormonales esta la menor tolerancia a la glucosa producida por la disminución de la producción de insulina que a su vez aumenta la resistencia periférica en las células, contribuyendo a la intolerancia de los hidratos de carbono y aumentando el número de enfermos por diabetes (Trelles, 1986).

Con el objetivo de desacelerar las consecuencias propias de la vejez, se sugiere la necesidad de tomar las medidas necesarias para evitar el deterioro, donde se ha comprobado que la actividad física y en especial el entrenamiento aeróbico, mejoran las funciones e incrementa el rendimiento corporal (Chandler & Hadley, 1999).

A continuación se exponen brevemente los principales beneficios a nivel sistémico en el adulto mayor, especialmente en el control de los cambios progresivos

que se manifiestan durante el envejecimiento, mencionados por los autores (Brain, 2000; Warburton & cols., 2006) como son:

1. Efectos sobre el corazón: disminución de la frecuencia cardiaca, aumento del grosor de la pared miocárdica, aumenta la contractilidad cardiaca (Lorente & cols., 2003).

2. Efectos metabólicos: la actividad física favorece la movilización de ácidos grasos del tejido adiposo, disminución del colesterol (Bouchard, 1997).

3. Disminuye los valores de tensión arterial y retrasa el desarrollo de la hipertensión arterial (Lorente & cols., 2003; Bouchard, 1997).

4. Ayuda a mantener y mejorar la resistencia muscular e incrementar la capacidad funcional para realizar otras actividades de la vida diaria (López, 2003).

5. El ejercicio mejora el control fisiológico del metabolismo de la glucosa y existen datos que indican que realizar un ejercicio aeróbico regular de por lo menos treinta minutos de duración, tres o más veces a la semana, ofrece beneficios potenciales en las personas adultas (Bouchard, 1997).

Todos estos efectos se alcanzan con ejercicio físico planificado, donde los sujetos sometidos a diferentes modelos de intervención, evidencian notables cambios orgánicos y sistémicos (Tremblay & Doucet, 1999). Dentro de estos trabajos podemos resaltar la investigación realizada por (Matsudo & cols., 2001) en Brasil a adultos mayores donde se concluye que la práctica de actividad física regular es una forma de prevención de enfermedades crónico-degenerativas en la tercera edad, evidenciada por el control de peso, disminución de la grasa corporal, el aumento de la masa muscular, la fuerza muscular, la flexibilidad, la densidad ósea, el aumento del volumen sistólico, la ventilación pulmonar, el consumo máximo de oxígeno, la disminución de la frecuencia cardiaca y la presión arterial, en general se traduce en una mejora del perfil lipídico.

Igualmente como lo expresa Saavedra (2004): “existe también mejora del autoconcepto, autoestima, imagen corporal y disminución del stress, ansiedad, insomnio, consumo de medicamentos y mejora de las funciones cognitivas y de la socialización”.

No obstante, autores como Arteaga, Olmos y Velasco (1997), mencionan que los médicos en general se han dedicado a tratar la diabetes, no sobre los síntomas, sino sobre el control glicémico y la presión arterial con el fin de prevenir y retardar las complicaciones de la enfermedad, sin tener claro un programa de actividad física específico, lo que dificulta su control e incluye la permanencia de dicha enfermedad (Islas & Lifshitz, 1999).

Lo anterior ha llevado a un incremento en el presupuesto mundial de salud, donde según el FID (Federación Internacional de Diabetes) dicha enfermedad le costará a la economía mundial al menos 376 billones de dólares para el 2011, lo que indica un 11.6% del total del gasto sanitario mundial. Si se considera que el gasto en Estados Unidos representa 198 billones de dólares (52.7%) del total del gasto mundial. India invierte 2.8 billones de dólares, el 1% del total del gasto mundial. Para el 2030 se superará los 490 billones de dólares, ya que actualmente la atención en salud de una persona con diabetes es de 2 a 3 veces más costosa comparándola con una persona sana (Laughlin & cols., 2005).

Atendiendo a lo expuesto, varios autores señalan al ejercicio aeróbico como uno de los pilares en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 (Eriksson & cols., 1997; Muñoz & Salazar, 2005), demostrando cómo después de un período de entrenamiento mejora la sensibilidad a la insulina. (Díaz & Saavedra, 2000; Mayer & Karta, 1998).

Ahora bien, como cambios específicos se destacan aquellos que reportan modificaciones a nivel periférico en la sensibilidad de receptores hormonales incluidos los de insulina (Atkinson & Maclaren, 1994; Gotshalk & cols., 2004), sin embargo, existen pocos estudios que hayan investigado los efectos del ejercicio anaeróbico sobre un cuadro diabético en adultos mayores en donde Kyle y cols. (2008), proponen un

entrenamiento con sobrecarga en Diabéticos Tipo 2, y sugieren que éste debería ser considerado como una alternativa valiosa para ser utilizado solo en combinación con el entrenamiento de la resistencia, así ayudaría en el control de la glicemia en individuos con diabetes tipo 2.

Así mismo, es claro que la insulina no es la única señal que permite la entrada de glucosa como se pensaba antiguamente (Gautier & Mauvais, 2001). Al realizar ejercicio, por diferentes mecanismos de cascada de activación produce un aumento en los transportadores de membrana de glucosa y permite la entrada de la misma a nivel celular, información que debe ser utilizada no sólo para tratar a personas con diabetes, sino para saber cuánto y cuándo es el momento de ingerir alimentos ricos en carbohidratos, mejorando así la carga de glucógeno muscular y posponiendo la fatiga para el caso de deportistas.

Atendiendo a la revisión teórica realizada, en donde se hace evidente una carencia de conocimiento en relación al efecto de diferentes modelos de ejercicio (Aeróbico/Anaeróbico) empleado de forma aislada o combinada sobre el control de los niveles de glucosa, se propone el siguiente cuestionamiento:

¿Cuál es el efecto de un programa de entrenamiento con saltos y maquinas isocinéticas sobre la captación de glucosa en adultos deportistas aficionados entre 55 a 65 años de edad?

1.1 Fundamentación Teórica (Antecedentes)

Con el paso del tiempo, el cuerpo va experimentando una serie de modificaciones a nivel fisiológico como las alteraciones en la composición corporal, la deshidratación latente, disminución de masa ósea, alteración en el metabolismo basal, disfunción renal, cardiorrespiratoria y endocrina, entre otras. (Bentosela & Mustaca, 2005; Burgos, 2006; Coto, 2006).

En un 50% todas estas alteraciones están asociadas al proceso del envejecimiento y van afectando la estructura y la función corporal empeorando los sistemas cardiovascular, respiratorio, metabólico y motriz, hasta reducir la capacidad de esfuerzo y resistencia del cuerpo. Debido al deterioro sufrido por el sistema neuromuscular con el pasar de los años, surgen diversas limitaciones de la funcionalidad afectándose las actividades de la vida diaria (Bentosela & cols., 2004; García, 2002; Lexell, 2007; Kawamura & Dyck, 1977).

Por otro lado, autores como Alayón y cols., (2009) en su trabajo reportan una discreta intolerancia a los hidratos de carbono, junto con una exagerada secreción posprandial de insulina debido a que el páncreas sufre alteraciones en su función endocrina, especialmente en las células beta, tanto que a los 80 años la gran mayoría de personas padecen de diabetes o intolerancia a la glucosa aumentando la curva de tolerancia de la glucosa con la edad de una manera dramática, donde “sí lo normal es tener a los 20 años un máximo de 100mg/dl de glucosa en sangre a los 50, 60 y 70 años, la mayoría se encuentra con valores tales como 120mg/dl o 140mg/dl, lo que indica intolerancia a los hidratos de carbono” (Gamarra, 2006; García, 2002).

Como viene siendo revelado, el 50% de las personas mayores de 40 años ya presenta ciertos grados de intolerancia a la glucosa, que pueden repercutir en enfermedades tales como síndrome metabólico y Diabetes mellitus Tipo 2 o Hipoglicemia (Wingard & Barrett, 1995; Alayón & cols., 2009), lo cual invita a

explorar nuevas estrategias de tratamiento que faciliten ampliar el número de pacientes tratados.

El escaso hábito de realizar ejercicio físico, así como la presencia frecuente de obesidad y sobrepeso, tanto en las personas con desórdenes del metabolismo como en las normales, obliga a pensar sobre la necesidad de trabajar en los factores conductuales para la prevención y el control de la diabetes (Institute of Medicine, 2002) y la necesidad de crear programas que propendan por mejorar los hábitos de vida (Desouza & cols., 2001; Mayer, 2001).

En este sentido, se debe destacar que la mayoría de estudios que trabajan la prevención de este tipo de enfermedades, consideran que el ejercicio aeróbico es el tipo de ejercicio más adecuado para mejorar la sensibilidad a la insulina (Albright & cols., 2000; Regenstainer & Wolfen, 1995; Bogardus & cols., 1984; Sandoval & cols., 2004). Autores como Gómez y Cols., (2004) lo corroboran agregando que los efectos sobre la captación de glucosa y el aumento sobre la sensibilidad de la insulina, son mayores cuando se realiza entrenamiento regular y ordenado que cuando se lleva a cabo una sola sesión de ejercicio (Jiménez, 1997).

Es importante destacar que son pocos los autores que han investigado los efectos del ejercicio anaeróbico en adultos mayores en relación a la captación de glucosa. Sin embargo, Kyle & cols., (2008) proponen el entrenamiento con sobrecarga en Diabéticos Tipo 2, puesto que el entrenamiento combinado de fuerza y de resistencia afectan los niveles de HbA1c (reduciéndolos significativamente en un 1.2%) y la concentración de glucosa en ayunas, reduciéndolas de 165 mg/dL (medición inicial) y a 129 mg/dL después de realizado el ejercicio, lo que indica un 21% sin que se reportaran efectos adversos.

Otro estudio que trabaja entrenamiento con sobrecarga en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 es el realizado por Ishii & cols., (1998); Ericksson & cols., (1997); Castañeda & cols., (2002); Baldi & Snowling, (2003) quienes han utilizado

entrenamiento en circuitos con una carga ligera en cortos periodos de recuperación de 4 a 30 segundos, lo que ha demostrado un efecto positivo sobre el control glucémico en sujetos con diabetes mellitus tipo 2. En dichos trabajos, se ha observado mejoras en los niveles de HbA1c (reducción del 0.6%) en ausencia de cambios en el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) y en la composición corporal, lo cual destaca la potencial influencia independiente del entrenamiento con sobrecarga.

En el mismo estudio, también se reveló que el incremento en el área de sección muscular o AST (*“Area Sectional Transversal”*) estuvo asociado con la mejora en el control glucémico. Esto ofrece un modo de ejercicio que puede ser útil para los pacientes obesos que comúnmente hallan difíciles los ejercicios aeróbicos en los cuales hay que soportar el peso corporal.

Powers y Howley, (2001); Cuff. y cols., (2003); Caballero y cols., (2007), reconocieron el entrenamiento en fuerza como una herramienta terapéutica útil para el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 y otra serie de enfermedades crónicas en adultos mayores y en individuos obesos, puesto que dicho entrenamiento cuando no llega a incrementar el VO_2 Max, mejora la sensibilidad a la insulina con el desarrollo de la masa del músculo, almacenando con eficacia glucosa, facilitando la separación de la glucosa de la circulación y reduciendo la cantidad de insulina requerida para mantener unos niveles equilibrados de glucosa en sangre.

Varios trabajos de investigación realizados por Ramírez y cols., (2006, 2007, 2009) sustentan dichas afirmaciones, además, el entrenamiento de fuerza tiene posibilidades de aumentar la fuerza muscular (Boulé & cols., 2001; Ramírez, 2006), la masa muscular magra (Maiorana & cols., 2002, Ramírez y cols., 2009) y la densidad mineral ósea (Eves & Plotnikoff, 2006) que mejora el control de glucemia funcional y ayuda en la prevención de la sarcopenia y osteoporosis.

Es así como Muñoz y Salazar (2005), demostraron que ejercicios de contracciones concéntricas y excéntricas de moderada intensidad con aproximadamente

un 60% de 1 RM durante 12 semanas, con entrenamiento de circuito, contemplando series de 8 a 16 repeticiones aumentadas gradualmente cada dos semanas, mejora significativamente el control glucémico de adultos con diabetes mellitus tipo 2.

Hallazgos similares también se informaron por Sigal y cols., 2004 quienes evidencian que las mejoras en el control de la glucemia en la diabetes tipo 2 son mayores con entrenamiento combinado con ejercicio aeróbicos y con resistencias debido a que los efectos son complementarios “mientras uno aumenta el fitness cardiorespiratorio, el otro aumenta la fuerza muscular respectivamente”.

Además, la evidencia en beneficio de un programa de ejercicio físico combinado viene de las cifras que demuestran que la disminución de la hemoglobina glucosilada (Tabla 1) y la glucemia en ayuno también se asocian con el buen control de la glucemia en sujetos diabéticos tipo 2, que puede darse por un incremento de la masa magra activa, así como por una activación de la tasa metabólica.

	Untrained	Trained
Plasma lipids (mmol l ⁻¹)		
Total colesterol	4.6±0.2	4.6±0.2
LDL-C	2.4±0.2	2.5±0.2
HDL-C	1.0±0.1	1.1±0.1
Triglycerides	2.14 (1.48-3.08)	1.97 (1.46-2.64)
Glycated hmoglobin	8.5±0.4	7.9±0.3*
(%)		
Fasting blood glucose	12.0±0.5	9.8±0.5*
(mmol l ⁻¹)		
Mean arterial pressure	102±3	104±2
(mmHg)		
Resting heart rat	70±3	66±3*
(beats min ⁻¹)		

Tabla 1. Valores presentados por diversos sujetos sometidos a pruebas de resistencia y fuerza (Maiorana 2002. p.119).

Sumado a lo presentado, Boulé y cols., (2001) publicaron un meta-análisis de 14 estudios sobre ejercicio físico y diabetes tipo 2, de los cuales 12 utilizaron

entrenamiento aerobio y únicamente 2 utilizaron el entrenamiento anaeróbico. Este meta-análisis demostraba efectos beneficiosos del entrenamiento en aspectos como obesidad abdominal, masa muscular del cuerpo, control de la glucosa en pacientes diabéticos y reducciones claras pero pequeñas en porcentaje de HbA1c en sangre. Los valores de HbA1c post intervención fueron 0,66% inferior en los grupos de ejercicio en comparación con grupos de control que no practicaron ningún tipo de ejercicio, cantidad que debe disminuir el riesgo de complicaciones diabéticas debido a que una reducción de HbA1c de esta magnitud es clínicamente significativa.

El panorama presentado, invita a multiplicar los estudios relacionados con la diabetes, especialmente los relacionados con el entrenamiento con resistencias (fuerza), ejercicios explosivos y de impacto, por el amplio abanico de adaptaciones que pueden obtenerse, así como por el desconocimiento sobre variables puntuales de la estructuración de las propuestas relacionadas con el volumen, la intensidad, la frecuencia, la deserción y la recuperación, entre otros.

Justificación

El número de personas mayores de 65 años está creciendo porcentualmente con respecto al resto de la población, lo que indica que el promedio de vida ha aumentado en 40 años, datos que se corroboran en los informes de Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD entre 1997 y 1998. A comienzos del siglo antepasado solo el 1% de sus habitantes eran sexagenarios; a mediados de siglo la proporción aumentaba al 4%, y en la actualidad ésta corresponde al 20%.

Con más de 40 millones de habitantes, Colombia vive actualmente una rápida transformación demográfica. El acelerado crecimiento de su población a mediados del siglo XX se convierte hoy en un escenario caracterizado por un rápido incremento de la población mayor de 60 años, la cual ha pasado de 600.000 personas en 1950 a tres millones en el 2001 y será de 15 y medio millones en el año 2050. (Agenda sobre envejecimiento, 2001).

La profunda modificación en las tendencias demográficas requiere que hoy se le preste atención para el desarrollo futuro de la sociedad, puesto que este envejecimiento de la población va acompañado de un aumento de las enfermedades no transmisibles, sobre todo de tipo crónico (Naciones Unidas, 2007). Lo que afecta a los sistemas de salud del país, tanto por el tipo de enfermedades que deben atender como por los sectores de población afectados.

Las dolencias no transmisibles cobran importancia como causas competitivas de morbimortalidad a través de enfermedades crónicas, degenerativas e incapacitantes que a su vez son progresivas, de larga duración, difíciles de controlar y por lo tanto, más costosas de tratar.

En este sentido, es importante recordar que si bien el aumento de la esperanza de vida es un signo de desarrollo social y económico, más importante aún es la calidad de los años ganados. De hecho, si los progresos médicos y tecnológicos solo se limitaran a

posponer el evento del deceso, la consecuencia más directa sería el aumento de los años vividos a lo largo del curso de vida de cada persona en condiciones de morbilidad y discapacidad (Naciones Unidas, 2007).

Con el aumento de la población envejecida y las repercusiones para el gasto sanitario que se generan, se ha incrementado la preocupación por analizar la influencia de diferentes modelos o programas de actividad física, que contribuyan en el mantenimiento y mejora de la funcionalidad y calidad de estilo de vida en estas poblaciones (Dolan & Torgersson, 1998).

Pero la mayoría de estos programas de actividad física establecidos generalmente por los entes gubernamentales para esta población en particular, tienden a basar sus protocolos en ejercicios de tipo aeróbico con el propósito de mejorar la condición cardiovascular primordialmente, mejorar a su vez la funcionalidad, recrear y sociabilizar, dejando de lado la posibilidad de combatir la osteoporosis, sarcopenia, aumentar a su vez la masa muscular y la fuerza. Consecuentemente éstos programas dejan de lado actividades de capacidad y potencia anaeróbica, ejercicios explosivos y de impacto, al no tener clara la relación con la salud, además en ocasiones la coordinación y esfuerzo aparentemente complejo de estos procedimientos, lleva a desaconsejarlos por el temor a lesiones.

Este panorama lleva a considerar la importancia de analizar la reciprocidad de la capacidad y potencia de los diferentes sistemas de producción de energía solicitados bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas, para llegar a comprender de forma más precisa, los efectos de los modelos de intervención aplicados sobre la independencia funcional, así como sugerir nuevas estrategias de control diagnóstico que puedan ser fácilmente aplicadas a la población longeva.

Objetivo

Objetivo General

Analizar el efecto de un programa de intervención con saltos y maquinas isocinéticas sobre los niveles de Glucosa de adultos deportistas aficionados entre los 55- 65 años de edad.

Objetivos específicos

Evaluar la composición corporal de los adultos deportistas aficionados por medio de procedimientos antropométricos y acudiendo a un modelo de fraccionamiento bicompartimental respetando los procedimiento sugeridos por Isak y Grec (1993).

Medir la capacidad y potencia anaeróbica acudiendo al Salto Vertical (SJ), Salto en contra movimiento (CMJ) y Salto de contra movimiento con oscilación de miembros superiores (CMJas) acorde a lo propuesto por Bosco (1994).

Estimar la funcionalidad de los adultos deportistas aficionados acudiendo a la prueba de Velocidad Agilidad sobre treinta metros (“Shuttle run test” SRT) validada con Adultos Mayores Deportistas por Ramírez (2009) y Una prueba de velocidad lisa lanzada sobre treinta metros (Conseil De L’Europe, Eurifit 1998).

Determinar el comportamiento las cifras de glicemia antes y después de la aplicación de las pruebas de capacidad y potencia anaeróbica, así como la funcionalidad acudiendo al procedimiento de glucometría con el Contour Ts de Bayer.

2. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1. Regulación de la glicemia en el organismo

El páncreas se encuentra compuesto principalmente por dos tipos de tejidos, los acinos cuya función es secretar jugos digestivos que posteriormente se volcarán en el intestino, y los islotes de Langerhans, los cuales presentan las células alfa, Beta y Delta que secretan glucagón, insulina y somatostatina (Wilmore & Costill, 2004).

El principal mecanismo regulador para la secreción de glucagón es el nivel de glucosa en sangre. Es decir, cuando los niveles de ésta aumentan, se produce una inhibición en la secreción de glucagón y un aumento en la secreción de insulina, mientras que cuando la glucemia disminuye aumenta la secreción de glucagón y disminuye la de insulina respectivamente (López & Fernández, 2006).

La insulina es una hormona de origen proteico que ejerce determinados efectos sobre el transporte de los metabolitos. Por ejemplo, a nivel muscular y adiposo esta hormona aumenta la permeabilidad de la membrana para facilitar el ingreso de glucosa, aminoácidos, nucleósidos y fosfato a las células. (Barbany, 2004).

La somatostatina también fue descrita como una de las hormonas hipotalámica que se desempeñaba como factor inhibidor de S.T.H. (Hormona Tiroestimulante). Esta hormona, también es secretada por las células Delta de los islotes de langerhans promoviendo:

- Inhibición de la secreción de insulina y glucagón,
- Disminución de la motilidad del estómago, duodeno y vesícula biliar,
- Disminución de la secreción y absorción a nivel gastrointestinal.

Por tanto, la somatostatina genera un enlentecimiento en la asimilación de los alimentos y disminución en la secreción de insulina y glucagón para evitar la utilización

de los nutrientes absorbidos por los tejidos y su rápido agotamiento, por lo que estos permanecen disponibles por un período más prolongado (Barbany, 2004).

A partir de lo expuesto, se puede decir entonces, que el hígado constituye un "sistema amortiguador de la glucemia" ya que al aumentar los niveles de glucosa en sangre, esta se almacena inmediatamente por acción de la insulina, ocurriendo una disminución de glucemia en sangre. Posteriormente cuando los niveles de glucosa y de insulina se encuentran ya disminuidos, se produce un aumento en la liberación de glucosa hacia la sangre desde el hígado por la acción glucogenolítica del glucagón por lo que la glucemia retorna a sus valores normales (Wilmore & Costill 2004).

Por otro lado, existen otras hormonas que pueden ser secretadas para contrarrestar el efecto de hipoglucemia como por ejemplo la adrenalina secretada por la médula suprarrenal, que promueve la glucogenólisis hepática incrementando los niveles de glucosa en sangre. Si la hipoglucemia se manifiesta en forma prolongada aumenta la secreción de STH y cortisol disminuyendo la utilización de glucosa por la mayoría de las células del organismo.

Los niveles de glucosa deben mantenerse constantes ya que la disminución de la glucemia afectaría particularmente al cerebro, la retina y el epitelio germinativo ya que estos utilizan la glucosa como nutriente para abastecerse energéticamente. Por lo contrario, si los niveles de glucosa en sangre fueran muy altos (hiperglucemia), se produciría un incremento en la deshidratación celular por el efecto osmótico de la glucosa en la sangre; un aumento en la pérdida de glucosa por orina y en consecuencia, disminución de los líquidos y electrolitos en el organismo por un mecanismo de diuresis osmótica provocada a nivel del riñón (López & Fernández, 2006).

2.2 Regulación de la glicemia en ejercicio

En el ejercicio de corta duración de liviana a moderada intensidad, la concentración de glucosa en sangre prácticamente no se modifica con relación a la

glicemia en reposo. Si es intenso puede observarse una elevación leve de la glicemia (20 a 30 mg/dl), en el ejercicio prolongado (más de 90 minutos) la glicemia desciende entre 10 a 40 mg/dl (Brooks, 2000). El hígado representa el único sitio de producción y liberación de glucosa al torrente sanguíneo y debe tratar de equilibrar el consumo de glucosa por parte del músculo, este órgano incrementa significativamente la liberación de glucosa hacia los músculos activos a medida que el ejercicio progresa desde baja a elevada intensidad (Hargreaves, 1995). Simultáneamente, el glucógeno muscular suministra la fuente energética glucocídica predominante durante las primeras etapas del ejercicio (Romijn & cols., 1993) y también a medida que la intensidad del ejercicio se incrementa (Hargreaves, 1997; Romijn y cols., 1993).

Comparados con las grasas y las proteínas, los carbohidratos permanecen como el combustible preferido durante el ejercicio anaeróbico de alta intensidad, debido a que puede suministrar energía (ATP) rápidamente, mediante procesos oxidativos (Brooks, 2000). Durante los esfuerzos anaeróbicos, los carbohidratos se convierten en el único macro nutriente capaz de contribuir con ATP (McArdle y cols., 1996). Tan solo 3 días manteniendo una dieta que contenga solo 5% de su aporte calórico en forma de carbohidratos provocaría una disminución muy importante en la capacidad de ejercitación anaeróbica máxima (Langfort & cols., 2001). Por tanto, una dieta baja en hidratos de carbono sería perjudicial para la capacidad de trabajo anaeróbico láctico, posiblemente debido a una reducida cantidad de glucógeno almacenado a nivel muscular y a una disminución en el ritmo glucolítico.

La disponibilidad de carbohidratos en la mezcla metabólica controla su uso para la generación de energía (Maughan, 1996) y la ingesta de carbohidratos afecta dramáticamente su disponibilidad (Osorio & cols., 1995). También parece ser que la concentración de glucosa sanguínea provee regulación de la movilización de glucosa hepática mediante retroalimentación¹, sugiriendo que las señales metabólicas de retroalimentación pueden superar la activación de la producción hepática de glucosa comúnmente observada durante ejercicio intenso (Howlett & Hargreaves, 1999).

¹ Incremento de la glucosa sanguínea inhibe la liberación de glucosa hepática durante el ejercicio.

2.3 Valores normales de glucosa en sangre

El papel de la insulina, hormona fabricada por las células beta (β) de los islotes de Langerhans localizadas dentro del páncreas, es indispensable y fundamental en la facilitación del paso de la glucosa a las células (Sigal & cols., 2004). La insulina aparece como una respuesta al aumento de los niveles de glucosa en la sangre, se libera en forma rápida luego de la ingesta de alimentos y persiste esta liberación alrededor de 13 a 15 minutos, luego hay liberación gradual de insulina sistematizada recientemente entre dos o tres horas después de la comida (Resnick & cols., 2006).

Cuando inversamente, el nivel de glucosa disminuye más de lo necesario, el páncreas con las células alfa segrega otra hormona llamada glucagón que liberará de nuevo glucosa en sangre a partir de los almacenes celulares, principalmente el almacenamiento de glucógeno en las células del hígado (American Diabetes Association, 2004). De esta manera los niveles normales de glucosa en ayunas rondan los 4,5 mmol/l (80mg/dl), pero después de consumir una comida nutritiva tan sólo se les permite estar por encima de los 5,5 mmol/l (100mg/dl) durante 30 minutos.

Ahora bien, el organismo humano en condiciones de salud tiene un sistema bastante preciso para regular sus niveles de glucosa en sangre, que por factores genéticos de la vida intrauterina y cambios en el estilo de vida, hacen que con el transcurrir del tiempo se vaya incrementando paulatinamente la glucosa en sangre (Drucker, 2003).

2.4 Prueba de tolerancia a la glucosa

Son pruebas que miden la capacidad para metabolizar la glucosa, la alteración de la tolerancia a la glucosa y el hiperinsulinismo (elevación de los niveles de insulina). Las personas que padecen de diabetes mellitus tienen altos niveles de glucosa en la sangre y las pruebas de tolerancia a la glucosa son una de las herramientas para

diagnosticarla a pesar de haber realizado un examen en ayunas de glucosa en sangre, con resultados normales (Ramírez & cols., 2004).

Los métodos más utilizados para evaluar la tolerancia a una sobrecarga de glucosa pueden ser:

1. Pruebas de tolerancia utilizando una dosis única oral de glucosa.
2. Pruebas de tolerancia con una dosis intravenosa de glucosa.

La prueba más común de tolerancia a la glucosa es la oral. Después de una noche de ayuno (8 a 14 horas), se toma una muestra de sangre 2 horas después de ingerir una carga oral de 75 g de glucosa. Las mediciones intermedias no se realizan de manera rutinaria, a menos que sea solicitado por el médico. Por este motivo se eliminó el término "curva de tolerancia a la glucosa". Además, el paciente no puede comer durante el examen y se recomienda informar al médico acerca del uso de medicamentos que pueden afectar los resultados del examen (Rodríguez & Mejía, 2002).

Con frecuencia se solicita la medición de los niveles de insulina (hormona producida por el páncreas que permite introducir la glucosa desde la sangre hasta cada una de las células del cuerpo) (Rodríguez & Mejía, 2002); como otra forma de establecer la causa del problema cuando se suministra la glucosa por boca, la absorción desde el tracto gastrointestinal hacia la sangre continúa durante un lapso variable, que depende de la cantidad de glucosa suministrada. La máxima absorción de glucosa se estima en 0,8 g/kg de peso por hora (Ramírez & cols., 2004).

La tolerancia a la glucosa suministrada por vía oral, mide el balance entre la velocidad de pasaje de la glucosa al fluido extracelular y su separación por la asimilación celular y la excreción urinaria, si la hubiere. Por tanto, la prueba puede dar no sólo información sobre aquellos factores vinculados con la utilización de la glucosa, sino también por los que influyen en su absorción (Chang & Halter, 2003)).

Las pruebas intravenosas de tolerancia a la glucosa son poco comunes. Para realizar este tipo de prueba, al paciente se le inyecta por vía venosa una cantidad conocida de glucosa durante tres minutos, previa la medición de los niveles de insulina en la sangre en el minuto uno y en el tres (Rodríguez & Mejía, 2002).

2.5 Efectos fisiológicos del envejecimiento

Se desconocen aún en su totalidad los procesos que hacen envejecer, al igual del por qué un ser humano se vuelve más vulnerable a las enfermedades crónicas no transmisibles que otro; pero existen una serie de cambios comunes en el envejecimiento los cuales aumentan la mortalidad, una vez superada la fase de madurez dichos cambios se presentan en la composición química, la función celular, la morfología, función del organismo, los sistemas endocrino y por ende metabólico los cuales son progresivos y conducen a un deterioro morfológico y funcional que en algunos casos hacen que el adulto mayor padezca de síndrome metabólico (Ecket & cols., 2005; Coto, 2006).

Fisiológicamente, el envejecimiento conlleva a la reducción del agua corporal, de la motilidad intestinal y de la masa renal, la función pulmonar pierde la capacidad de reserva, también disminuye la frecuencia cardiaca y la sensibilidad de los baro receptores, por lo que pueden producirse síntomas ortostáticos hipotensivos que deterioran las diversas modalidades sensoriales: sensibilidad táctil, visual, auditiva, neural por lo que puede apreciarse disminución de la memoria proximal e identificación general de los procesos centrales y pérdida de velocidad en las actividades motoras (González, 1999).

Otro tipo de cambios se ven a nivel endocrino y metabólico, la secreción hormonal disminuye con la edad por dos motivos, el primero por el descenso en la producción hormonal y el segundo, por la falta de respuesta de los órganos a las hormonas (López & Fernández, 2006; Sugimoto & cols., 2002).

Dada la alteración que se produce en la respuesta hormonal como consecuencia del avance de la edad, se presenta una menor tolerancia a los hidratos de carbono, ya que hay disminución de la producción de insulina, aumento en las células de la resistencia periférica a la insulina; se observa un aumento en la incidencia, prevalencia de diabetes en la edad adulta que guardan relación con el sobre peso y la obesidad después de los 40 años de edad (Baldi & Snowling, 2003).

En la Diabetes Mellitus tipo 2 hay una incapacidad de poder utilizar la insulina de forma adecuada debido a la respuesta inapropiada de las células a nivel periférico, lo que se llama “Resistencia a la insulina” (Boulé & cols., 2001) o una incapacidad del páncreas de mantener una secreción adecuada de insulina ante un estímulo alimentario.

La resistencia a la insulina sostenida, induce una mayor secreción de dicha hormona por parte de las células beta pancreáticas en la circulación sanguínea (Wandell, 2005) con el fin de mantener la glicemia y compensar de ésta manera su déficit relativo.

En el caso del adulto mayor no hay esta producción de hormona de forma sostenida debido a que las células beta pancreáticas fallan dando inicio a una serie de alteraciones metabólicas en la que destaca la hiperglucemia de ayuno e intolerancia a la glucosa, que finalmente llevan al desarrollo de una diabetes (Mc Laughlin & cols., 2005) la cual puede ser controlada con cambios en los hábitos de vida, en especial en el régimen alimenticio (ADA, Expert Committee on the diagnosis and classification of Diabetes Mellitus) y aumento del ejercicio físico (Boulé & cols., 2001; Cushman & Goodyear, 1998; Cuff & cols., 2003) con pérdida de peso, agentes hipoglicémicos orales, administración de insulina o una combinación de estos (Wandell, 2005; Barceló, 1996).

Realizar un ejercicio moderado con regularidad parece que reduce el riesgo de desarrollar diabetes Tipo 2 en personas normales y obesas de mediana edad (Baldi & Snowling, 2003).

Se sabe que el ejercicio mejora el control fisiológico del metabolismo de la glucosa y existen datos que indican que realizar un ejercicio aeróbico regular de al menos treinta minutos de duración, tres o más veces a la semana, ofrece beneficios potenciales a aquellas personas mayores con intolerancia a la glucosa y diabetes manifiesta (Arteaga & cols., 1997).

La magnitud de este cambio va a estar en directa relación con la duración y la intensidad del ejercicio y también por los niveles de glucosa encontrados pre ejercicio (Jiménez, 1997). Esta reducción es atribuible en parte a una disminución de la producción de glucosa hepática mientras que el consumo por parte del músculo se incrementa, como consecuencia, hay disminución en los niveles sanguíneo de glucosa (Eriksson & cols., 1997; Muñoz & Salazar, 2005).

2.6 Efectos del ejercicio a nivel fisiológico en el Organismo

Durante la actividad física, se producen en nuestro organismo una serie de cambios fisiológicos y metabólicos encaminados a permitir y mantener la capacidad de contracción muscular (Sigal & cols., 2004). De otra parte, se produce un aumento de las demandas energéticas de los músculos que entran en acción dependiendo principalmente de la intensidad y duración del ejercicio (López & Fernández, 2006); dichas demandas energéticas se obtienen inicialmente del consumo de glucosa almacenada en los músculos en forma de depósitos de glucógeno, cuando los depósitos de glucógeno se agotan, que es por lo general durante los primeros 30 minutos de la actividad, la energía se obtiene de la glucosa de la sangre. Estos efectos contribuyen a que la práctica regular de ejercicio físico mejore el control glucémico a largo plazo en los pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2, especialmente en aquellos en los que predomina la resistencia a la insulina.

La regulación de la glucemia ante el ejercicio físico implica una disminución en los niveles plasmáticos de insulina al mismo tiempo que aumentan la liberación de hormonas contra reguladoras como glucagón, cortisol, epinefrina, norepinefrina y

hormona del crecimiento que facilitan la estimulación de la glucogenólisis muscular y hepática, mayor lipólisis en tejido adiposo, lo que explica el cambio progresivo en la utilización de sustratos (Mc Laughlin & cols., 2005); si la actividad es intensa y se prolonga en el tiempo, la energía se obtendrá de la combustión de las grasas del organismo. Cuando el ejercicio cesa, hay un aumento transitorio de insulina que restaura la capacidad de absorción de glucosa por parte del músculo y la reducción de la producción hepática (Caballero & cols., 2007).

Se ha evidenciado que la práctica de ejercicio físico implica cambios favorables en esta condición que se traducen en una mejora de la sensibilidad a la insulina, tolerancia de la glucosa (Caballero & cols., 2007) y una reducción de la resistencia a la insulina (López & Fernández, 2006) debido al incremento de número y actividad de las proteínas transportadoras de la glucosa (Caballero & cols., 2007).

La glucosa se transporta mediante unas proteínas denominadas GLUT-1 y GLUT-4 y estos transportadores son los que están íntimamente relacionados con el ejercicio. GLUT-1 se encuentra en la membrana celular y se encarga del transporte basal de la glucosa, mientras que el GLUT-4 se encuentra en el interior del citoplasma y se traslada a la membrana celular en respuesta a la acción de la insulina, su función es facilitar la difusión de glucosa extracelular al citosol (López & Fernández, 2006). El GLUT-1 no se modifica con el entrenamiento, sino que aumenta en hipoglucemias, con lo cual tendría una función protectora del cerebro.

El ejercicio físico aumenta la expresión de GLUT-4 permitiendo aumentar el ingreso de glucosa a la célula a través de un mecanismo no dependiente de la insulina, otro efecto del ejercicio es mejorar la distribución de las vesículas, reclutándolas en la superficie celular. El ejercicio físico, además de aumentar el GLUT-4, también incrementa la sensibilidad de la insulina no superior a las 72 horas.

El efecto sobre la sensibilidad a la insulina es desencadenado por una única sesión de ejercicio físico y permanece por un período relativamente corto entre 24 y 72

horas, dependiendo de la duración e intensidad del ejercicio físico (Cushman & Goodyear, 1998; Cuff & cols., 2003; López & Fernández, 2006). Según Boulé y cols., (2001) en su estudio sugería que las mejoras en la tolerancia a la glucosa y sensibilidad a la insulina eran cortas y en gran parte inferiores a 60 ó 72 horas de los niveles de referencia después de la última sesión de ejercicio.

Asker y cols. (2004) citan la llamada teoría de Randle (1963), la cual plantea que existe un aumento de la oxidación de las grasas asociada a la reducción de la oxidación de carbohidratos ya que el incremento de los depósitos de grasa cerca al hígado aumentan el aporte de ácidos grasos libres en el organismo, compitiendo con la glucosa como sustrato energético. Este aumento del flujo de ácidos grasos libres conduce a la reducción del transporte de la glucosa GLUT-4 (Greiwe & cols., 2003) y al aumento de la resistencia a la insulina, incluyendo la disminución de los niveles de adiponectina.

La adiponectina, una proteína secretada por el tejido adiposo, presenta el más bajo nivel en sujetos con obesidad o diabetes tipo 2. Esta proteína también desempeña un papel protector contra el desarrollo de la arterosclerosis suprimiendo procesos inflamatorios en el endotelio vascular, por lo tanto, la adiponectina es un acoplamiento del candidato entre la resistencia de insulina y el riesgo elevado de enfermedades cardiovasculares en diabetes tipo 2 (Howlett & cols., 1999).

2.7 Importancia de la realización del ejercicio en la edad adulta

Aunque existe un limitado conocimiento sobre el costo de la inactividad física en países como Colombia, la información existente en otros países orienta en cuanto a los altos costos en los que incurren los sistemas de salud para atender las diferentes enfermedades crónicas no transmisibles que se presentan debido a este comportamiento.

Para el año 2000, World Health Organization estimó a nivel global, que la inactividad física causaba anualmente 1.9 millones de muertes debido a éste mal (Stewart, 2001) y para ese mismo período de tiempo, solo en América Latina se tenía un

estimado de 119.000 muertes atribuibles a este mismo mal (Schmid & cols., 2004). En Colombia, este hallazgo fue observado también por Gómez y cols. (2004) en donde se averigua la prevaencia del nivel de actividad física en la población adulta de 18-65 años residente en Bogotá-Colombia, en este trabajo se encontró que sólo la tercera parte de la población adulta bogotana realizaba una actividad física regular en el momento de la aplicación de la encuesta, se verificó que un 36,8% de personas, son regulares activos, un 26,8% irregulares activos e inactivos un 36,4% de un total de 3.000 personas evaluadas; lo que muestra la necesidad de poner en la agenda pública el problema del sedentarismo en la ciudad capitalina.

El escaso hábito de realizar ejercicio físico, así como la presencia frecuente de obesidad y sobrepeso, tanto en personas con desórdenes metabólicos como en las aparentemente sanas, obliga a pensar sobre la importancia de las discusiones frente a factores conductuales para la prevención y el control de dichas enfermedades crónicas no transmisibles y la necesidad de crear programas que propendan a mejorar los hábitos de vida de las personas (Muñoz & Salazar, 2005).

Según la Agency for Health care Research y la Quality Centres for Disease Control and Prevention, es evidente que la actividad física regular aporta unos beneficios sustanciales para la salud, disminuyendo el riesgo de aparición de muchas enfermedades crónicas no transmisibles, o si ya existen, de atenuar sus efectos indeseables (Balducci, 2004).

2.8 Pruebas de capacidad y Potencia Anaeróbica

La capacidad anaeróbica hace referencia a la máxima producción de energía en procesos donde hay baja concentración de oxígeno, mientras que la potencia anaeróbica máxima se refiere a la velocidad máxima de utilización de esas reservas anaeróbicas. Se puede hablar de capacidad potencia anaeróbica aláctica cuando la fuente de energía utiliza los fosfágenos y láctica si nos referimos a la fuente de energía por glicólisis con producción de ácido láctico.

Las pruebas anaeróbicas son siempre de intensidad máxima o supra máxima. Las pruebas anaeróbicas de corta duración valoran la potencia anaerobia aláctica de los grupos musculares que intervienen en la realización de la prueba (Rodríguez & cols., 1998).

2.9 Consideraciones conceptuales sobre la fuerza

Para la argumentación del apartado se tomará como referencia los escritos de Ramírez & cols. (2011), Cometti (1989), Bosco (1998), Verkhoshansky (1990) y Gonzales y Gorostiaga (1995). Para los autores la fuerza se puede clasificar de la siguiente manera:

- **Fuerza absoluta:** Entendida como la capacidad teórica de fuerza que un sujeto puede expresar, dependiendo del área de sección transversal y el tipo de fibra muscular. Es una fuerza que solo se manifiesta en situaciones psicológicas externas con la intervención de fármacos o por electroestimulación.
- **Fuerza isométrica máxima:** se produce cuando el sujeto realiza una contracción voluntaria máxima contra una resistencia insalvable. Si ésta manifestación de fuerza se hace lo más rápidamente posible, también se manifestará la fuerza explosiva.
- **Fuerza Máxima excéntrica:** Se manifiesta cuando se opone la máxima capacidad de contracción muscular ante una resistencia que se desplaza en sentido opuesto al deseado por el sujeto. La fuerza expresada en estos casos depende de la velocidad al que se produce el estiramiento o contracción excéntrica.
- **Fuerza dinámica máxima:** es la expresión máxima de fuerza cuando la resistencia solo se puede desplazar una vez o se desplaza ligeramente y/o transcurre a muy baja velocidad en una fase del movimiento. La fuerza máxima en este caso, estará referida al ángulo en que se produce la máxima velocidad de desplazamiento.

- **Fuerza dinámica máxima relativa:** Es la máxima fuerza expresada ante resistencias inferiores a la fuerza dinámica máxima. También puede definirse como la capacidad muscular para imprimir velocidad a una resistencia inferior a aquella con la que se manifiesta la fuerza dinámica máxima.
- **Fuerza explosiva:** se corresponde con la habilidad del sistema neuromuscular para desarrollar una alta velocidad de acción o para crear una fuerte aceleración en la expresión de fuerza, por tanto, la fuerza explosiva está presente en todas las manifestaciones de fuerza y si corresponde a una manifestación sin pre-estiramiento, dependerá en gran medida de la capacidad contráctil (fuerza isométrica máxima o fuerza dinámica máxima), de la capacidad de estimulación muscular y de la sincronización de las unidades motoras.
- **Fuerza elástico explosiva:** al concepto de velocidad de acción o aceleración se le debe sumar el componente elástico que actúa por efectos de estiramiento previo. La importancia de la capacidad contráctil y de los mecanismos nerviosos de reclutamiento y sincronización es menor puesto que un porcentaje del resultado se debe a la elasticidad.
- **Fuerza elástico explosivas-reactiva:** Se añade un componente de facilitación neural importante como es el efecto del reflejo miotático, que interviene debido al carácter del ciclo estiramiento acortamiento (CEA), mucho más rápido y con una fase de transición muy corta.

Según los autores Häkkinen y cols. (1985), Schmidbleicher y Buerle (1987) y Ramírez (2011) la expresión de la fuerza es la posibilidad que tienen los humanos para desarrollarla y esto depende de varios factores como:

- Estructurales: relacionados con la composición del músculo.
- Nerviosos referidos a las unidades motoras.
- En relación al estiramiento la potencia de contracción.

Factores estructurales: Como factor estructural principal destaca la hipertrofia, referida en las investigaciones de autores como Häkkinen, (1985), Schmidbleicher y

Buerle (1987) y, Ramírez (2011) como “la capacidad para incrementar el tamaño del grosor muscular y los niveles de fuerza” y que se explica por un aumento del tamaño de las miofibrillas, un desarrollo de los recubrimientos musculares (tejido conjuntivo), una mayor vascularización y por el incremento de número de fibras (hiperplasia), un fenómeno, motivo de grandes controversias que aún se debate.

Factores Nerviosos: La contracción voluntaria del músculo parte del cuerpo celular de la neurona motora somática, que se localiza en el asta anterior de la sustancia gris de la medula espinal y da lugar a un único axón que sale a través de la raíz anterior de un nervio colateral.

Sin embargo cada axón puede dar lugar a varias ramas colaterales que inervan (cada una de ellas) un número igual de fibras musculares. Cada neurona somática junto con todas las unidades motoras que inervan, se denominan unidad motora. Cada vez que se activa una unidad motora somática todas las fibras musculares se activan para contraerse.

Factores que dependen del estiramiento muscular: Los factores asociados al estiramiento muscular, que de alguna manera influyen en la expresión de la fuerza, han sido descritos por García (1989) de la siguiente forma:

- **Reflejo miotático:** Es un reflejo mono sináptico de origen medular. Su retraso de intervención es compatible con las respuestas motoras de tipo impulsivo. La actividad del reflejo miotático va en relación a la sensibilidad de los usos neuromusculares, la inhibición de su actuación y el umbral de los receptores de Golgi, tres fenómenos presentes en todo movimiento, que a través del entrenamiento y debido a las adaptaciones que sufren, favorecen la expresión de fuerza.
- **Elasticidad muscular:** en la cual están presentes dos elementos, un componente elástico en paralelo (CEP) y un componente elástico (CES). El primero corresponde a una envoltura muscular, su papel en los

movimientos deportivos es inexistente; el segundo se localiza en los tendones y material contráctil. Participa favoreciendo una posición de alta energía entre los filamentos gruesos y delgados de la sarcómera.

2.10 Condición física del adulto mayor

El término condición física (CF), es la traducción española del concepto inglés physical fitness, que hace referencia a la capacidad o potencial físico de una persona (Devís & Peiro, 1992), y constituye un estado del organismo originado por el entrenamiento, es decir, por la repetición sistemática de ejercicios programados. Toda habilidad, para desarrollarse con éxito, necesita un soporte físico constituido por las denominadas cualidades motrices.

Ese soporte físico, será la base para construir sobre ella, cualquier tipo de habilidad o destreza, pero además constituirá uno de los pilares para la mejora de la actividad cotidiana y la salud. El trabajo y desarrollo intencionado, de esas cualidades motrices, se define como acondicionamiento físico, que dará como resultado un determinado nivel de Condición Física, que dependerá a su vez, de la "entrenabilidad" (influencia que puede ejercerse sobre las cualidades motrices mediante estímulos exteriores) del sujeto (Zaragoza & cols., 2004).

La concepción tradicional de la Condición física, se decanta hacia la consecución de rendimientos con una orientación, tanto utilitaria como deportiva. En esta línea encontramos la siguiente definición: "*capacidad de un individuo para efectuar ejercicio a una intensidad y duración específica, la cual puede ser aeróbica, anaeróbica o muscular*" (Anshell & cols., 1999).

La trascendencia deportiva y las necesidades de estar en forma del entrenamiento de alto nivel, hacen que la Condición Física orientada hacia el rendimiento físico-deportivo, adquiera una gran relevancia. A partir de los años 60, nace una nueva concepción de la Condición Física, relacionada y vinculada a otro concepto, el de la CF

aeróbica, término no equivalente, pero que sí representa una de las dimensiones importantes de la CF orientada a la salud.

A partir de los años 90, se incorpora el concepto de fitness total, asociado al estilo de vida y a los sistemas biológicos que influyen en el ejercicio habitual, sin olvidar las características genéticas, la nutrición, el tabaco, etc.

Mientras que la orientación del concepto Condición Física tradicionalmente ha sido deportiva, dirigida hacia la consecución de objetivos externos al individuo, el nuevo concepto quiere centrar su objetivo al bienestar del propio sujeto, en la consecución de un beneficio propio. Bajo este prisma, podemos definir la CF como:

Estado dinámico de energía y vitalidad que permite a las personas llevar a cabo las tareas diarias habituales, disfrutar del tiempo de ocio activo, afrontar las emergencias imprevistas sin una fatiga excesiva, a la vez que ayuda a evitar las enfermedades hipocinéticas, y a desarrollar el máximo de la capacidad intelectual, experimentando plenamente la alegría de vivir (Rodríguez, 1995).

Aunque la diferenciación entre los parámetros de la condición física y la salud y los del rendimiento motor parezca producto de un debate moderno, lo cierto es que a lo largo de la historia, el hombre se ha preguntado continuamente acerca de la existencia de unas cualidades físicas que explican o condicionan el comportamiento motor desde una perspectiva cuantitativa.

A la luz de las dos orientaciones fundamentales de la CF (orientación deportiva y orientación relacionada con la salud), podemos distinguir según Pate (1983) los siguientes componentes de la Condición Física.

CONDICIÓN FÍSICA	CONDICIÓN FÍSICA RELACIONADA CON LA HABILIDAD ATLÉTICA	CONDICIÓN FÍSICA RELACIONADA CON LA SALUD
AGILIDAD	*	
EQUILIBRIO	*	
COORDINACIÓN	*	
VELOCIDAD	*	
POTENCIA	*	
TIEMPO DE REACCIÓN	*	
RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA	*	*
RESISTENCIA MUSCULAR	*	
FUERZA MUSCULAR	*	*
COMPOSICIÓN CORPORAL	*	*
FLEXIBILIDAD	*	*

Tabla 2. Componentes de la condición física según Pate(1983).

Aunque la propuesta de caracterización de la condición física por Pate (1983) es general, sirve para relacionarlos con los niveles básicos de la expresión funcional: el morfológico, el fisiológico y el psicocomportamental (Ramírez, 2011).

Nivel morfológico: campo que centra sus esfuerzos en estudiar la forma, a nivel general y particular, de las estructuras que organizan el organismo. Estas estructuras determinan parcialmente la capacidad de la función y en consecuencia, los cambios en la condición Física.

Nivel fisiológico: Según Gelberr (2009) podemos expresar que la fisiología “es una rama de la ciencia que estudia la naturaleza de los organismos vivos en una vertiente funcional, es decir es un estudio del funcionamiento de los diversos aparatos y sistemas de los seres vivos, su regulación e interacción”.

Atendiendo a lo expresado y en relación con el ejercicio físico, este nivel se encarga de estudiar el comportamiento del organismo sometido a un régimen de estímulos ordenado, frecuencial y sistémico en el tiempo.

Nivel psicocomportamental: Es en términos generales el estudio de la conducta y la experiencia, de cómo los seres humanos sienten, piensan, aprenden y conocen para

adaptarse al medio que los rodea. No solo explica las causas y hábitos de los estilos de vida particular, sino que facilita la forma de proceder, de hecho, marca las pautas que deben considerarse por edad, género, nivel formativo, condición socioeconómica, entre otros, de cara a potenciar los efectos del ejercicio sobre la condición física en el marco de una programación humanizadora e integral.

2.11 Composición Corporal

La composición corporal, es la suma de los diversos tejidos y sistemas que conforman el organismo humano, difiere de la anatomía morfológica y conforma lo que se denomina "anatomía química".

El conocimiento de la "anatomía química" del organismo facilita la comprensión de muchos procesos, especialmente aquellos que generan cambios en la composición de los tejidos o en las proporciones de los mismos y muchas veces permite explicar los mecanismos fisiopatológicos de las diversas afecciones (Wilmore & Costill, 2004).

Para determinar la composición corporal pueden aplicarse métodos basados en análisis químicos directos de los componentes del cuerpo humano, que son los más exactos aunque presentan el inconveniente de que no pueden ser aplicados en el individuo vivo, aparte de que son difíciles y costosos.

La composición corporal "in vivo" puede deducirse por métodos indirectos, aceptando que el organismo está básicamente integrado por dos sectores bien diferenciados (lipídico e hídrico²), constituyendo un modelo de dos compartimentos. Los valores de ambos pueden calcularse midiendo el peso bajo el agua y aplicando luego el principio de Arquímedes.

Los modelos multicomponentes son más complicados y se encuentran actualmente en desarrollo. Para el uso clínico y epidemiológico se ensayaron métodos

prácticos y más económicos basados en las medidas antropométricas o en el uso de cierta aparatología más compleja (Gonzales & cols., 2003).

2.12 Clasificación de la composición corporal

Ramírez (2011) recomienda que para llegar a estimar la cantidad y/o el peso de cada uno de los compartimentos corporales se proponen diferentes modelos de cálculo, siendo los más utilizados el modelo bicomportamental (Behnke, 1942) tetracomportamental (Mantiegka, 1921; Drinwater & Ross, 1980) y pentacomportamental (Kerr, 1988).

Behnke y cols. (1942) “Describen cómo estimar las proporciones relativas de masa grasa y masa magra (masa libre de grasa) en el cuerpo humano (método bicompartimental), lo que permitió diferenciar sobrepeso de obesidad”. Introducen los métodos indirectos de determinación de la composición corporal y proponen calcular la densidad corporal utilizando el peso hidrostático.

Brozek y Keys (1951) “Interesados en los problemas de desnutrición y obesidad mejoran el trabajo de Behnke y cols. (1953). Dos años más tarde elaboraron una fórmula para la utilización de la densidad corporal en la determinación del porcentaje de grasa, al apoyarse en el principio formulado por Arquímedes”. Los autores fraccionan el cuerpo humano en dos compartimentos: uno graso y otro libre de grasa.

A finales de los 60 aparecen una serie de autores cuyos trabajos fueron de vital importancia para llegar al concepto actual de Composición Corporal. Entre ellos están Von Döbeln (1964), quien “determinó una fórmula para el cálculo del peso óseo” y que más tarde fue modificada por Rocha (1975).

El “peso residual” fue estudiado por Würch (1974) y Faulkner (1968), quien utiliza “cuatro pliegues cutáneos para obtener el porcentaje de grasa”.

Drinkwater y Ross (1980) “Buscaron en los orígenes de la Composición Corporal, caracterizada por la división en cuatro compartimentos (músculo, grasa, hueso y otros tejidos), presentando una técnica que correlacionaba valores antropométricos de estas cuatro áreas con los valores del Modelo propuesto por Ross y Wilson, estimando así el peso corporal”.

De Rose y Guimaraes (1980) “Proponen el fraccionamiento del cuerpo en cuatro compartimentos a partir de las fórmulas que lo fraccionan en tres compartimentos”.

Kerr (1988) “Describe un método de fraccionamiento en cinco compartimentos basado en una adaptación de los trabajos de tesis doctoral de Alan Martin y Donald Drinkwater del año 1980, realizados en Bruselas. Divide el cuerpo humano en las masas: piel, grasa, muscular, ósea y residual”.

2.13 Métodos antropométricos para evaluar adultos mayores

El mayor atractivo de la antropometría es su simplicidad, su uso generalizado y la existencia de datos que se toman en forma rutinaria. Sin embargo, aunque estas medidas se obtienen con relativa facilidad, son difíciles de evaluar en los adultos mayores, considerando que la definición de los estándares adecuados es aún materia de debate debido a la redistribución del tejido adiposo, desde el tejido celular subcutáneo hacia el área visceral, lo que ocurre con la edad.

También existen dificultades para la estimación de la talla, dada las alteraciones en la columna vertebral que frecuentemente se observan en esta etapa. (Alemán & cols., 1999).

Aun así, las medidas antropométricas son esenciales como información descriptiva básica y por su sencillez. (Rodríguez & cols., 2004).

Las mediciones antropométricas más comúnmente usadas en el adulto mayor son: peso, talla, pliegues tricípital, subscapular y suprailíaco, circunferencias de brazo, cintura, cadera y pantorrilla, diámetro de la muñeca. Habitualmente se utilizan combinaciones de estas variables pues resultan útiles para obtener un cuadro general del estado nutricional de los adultos mayores (Fernández & cols., 2005).

Peso y Talla: El peso y la talla son las mediciones más comúnmente utilizadas. Solas o combinadas, son buenos indicadores del estado nutricional global. El peso es un indicador necesario, pero no suficiente para medir la composición corporal.

En cambio, la comparación del peso actual con pesos previos, permite estimar la trayectoria del peso. Esta información es de utilidad, considerando que las pérdidas significativas son predictivas de discapacidad en el adulto de edad avanzada (Monterrey & cols., 2001).

Índice de masa corporal: Una de las combinaciones de variables antropométricas más utilizadas es el índice de Quetelet (peso en kg / talla² en m²) o índice de masa corporal (IMC). Se usa con frecuencia en estudios nutricionales y epidemiológicos como indicador de composición corporal o para evaluar tendencias en estado nutricional. (Albala & cols., 1999).

El IMC ideal para los adultos mayores no está definido, aunque según Bouchard y cols. (1994), se utiliza la tabla de clasificación de obesidad atendiendo al índice de masa corporal (Tabla 3). Ramírez (2011), considera esta herramienta útil dentro la caracterización general de los grupos y un punto de partida para detectar anomalías, aclarando que no es recomendable para la toma de decisiones diagnósticas, control de procesos o sugerencia de modelos de intervención.

Estado Nutricio	Grado de Obesidad	IMC
Bajo Peso		<18.5
Normal		18.5-24.9
Sobrepeso		25.0-26.9
Obesidad	I	27.0-29.9
Obesidad	II	30.0-39.9
Obesidad Extrema	III	>40

Tabla 3. Tabla de clasificación de la obesidad atendiendo al índice de masa corporal IMC (Bouchard y cols., 1994).

Circunferencia de la cintura: El índice cintura-cadera (ICC) es un indicador de la distribución de la grasa corporal. Pone en relación la medida de la cintura con la medida de la cadera para determinar si existe riesgo de contraer determinadas enfermedades asociadas a la obesidad.

El índice cintura-cadera se calcula dividiendo el resultado de medir el perímetro de la cintura a la altura de la última costilla flotante entre el resultado de medir el perímetro de la cadera a nivel de los glúteos (Bunnet & Cols 1995).

$$\text{ICC} = \frac{\text{cintura(cm)}}{\text{cadera(cm)}}$$

En mujeres, un resultado normal que no implique riesgos debe oscilar entre 0'71 y 0'85 cm. En hombres, el resultado debe encontrarse entre 0'78 y 0'94 cm. Valores superiores indicarían obesidad abdominovisceral, lo que implica un riesgo a padecer enfermedades cardiovasculares (Condition Physique y sport Amateur Canadá, 1987).

3. METODOLOGIA

Este proyecto se desarrolló en la ciudad de Bogotá con un tiempo de ejecución de 6 meses con la participación de los líderes del programa de actividad física para el adulto mayor, comandado por el Instituto de Recreación y Deporte (I.D.R.D)

3.1 Tipo de Estudio

El estudio realizado fue de corte cuantitativo, con un diseño propuesto de tipo cuasi experimental (Pre – Test / Post – Test) con 3 grupos: grupo1 Sometido a un trabajo físico de Saltos y Máquinas, grupo 2 sometido a un trabajo en Saltos y grupo 3 control sin intervención. Caracterizado por un alcance explicativo, orientado a analizar el comportamiento de la glicemia de sujetos deportistas mayores de 55 a 65 años de edad, cuando son sometidos a un programa de actividad física basado en ejercicios de fuerza explosiva y de impacto, con saltos y máquinas isocinéticas durante 6 meses.

En dicho estudio se estableció una valoración de pruebas antropométricas, de pruebas funcionales y medición de la glicemia, tanto previa como posterior a la intervención. Además, incluyó un grupo de comparación que no recibió la intervención (grupo control), el cual se evaluó antes y después del estudio, con el fin de controlar otras variables que de alguna manera pudieran incidir en la variable dependiente.

Este procedimiento se sugirió con el propósito de controlar las fuentes de invalidación externa e interna (Sampieri & cols., 2007).

3.2 Población y Muestra

Para el estudio, la selección de la muestra fue no probabilística, lo que implicó que la selección de los elementos muestrales no dependiera de la probabilidad sino de las causas relacionadas con las características de la investigación, obedeciendo a los

criterios de inclusión fijados, por lo tanto fue intencional con agrupación aleatoria y así se conformaron los grupos (Sampieri & cols., 2007).

Para el estudio la población se tomó de encuestar el total de líderes que corresponde a un total de 465 sujetos que asisten a las convocatorias mensuales del Instituto de Recreación y Deporte de Bogotá (.I.D.R.D). Se les aplicó un cuestionario de salud que atiende a las consideraciones establecidas por la OMS (Organización mundial de la Salud) y a la ACSM (American College of Sport Medicine) (anexo1). Posterior a ello, se inició el proceso de filtro y selección con el fin de determinar los criterios de inclusión en el estudio.

De otra parte, el presente estudio fue ejecutado de acuerdo a los parámetros establecidos en la declaración de Helsinki y los parámetros internacionales para la intervención en humanos. Para ello, se elaboró el consentimiento informado² (anexo 2) en el cual se consignó la siguiente información: identificación de la investigación, investigadores y datos del participante; procedimientos a realizar durante la investigación, consideraciones, uso de la información obtenida y, finalmente, aceptación verificada a través de nombre, firma y huella.

Para iniciar el proceso de selección y organización de las pruebas, los sujetos fueron valorados clínicamente atendiendo a los siguientes aspectos:

3.2.1 Criterios de inclusión

1. Ser mayor activo deportista aficionado entre 55 a 65 años de edad.
2. Presentar una práctica regular de mínimo tres veces por semana durante un período no inferior a un año, orientado a todas las capacidades de forma general, sin un régimen centrado exclusivamente en la fuerza o resistencia.

² Se tomó como referencia la Resolución 8430 /1993.

3. Hacer parte del grupo de líderes comunitarios adscritos y reconocidos por el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD).
4. Presentar el cuestionario sobre condiciones saludables (Anexo1)
5. Aprobar la valoración clínica: referida al reconocimiento por parte del personal médico del estudio y buscando proteger la integridad física de los sujetos antes de la exposición a las tareas de evaluación.
6. Diligenciar el formulario de consentimiento Informado elaborado para cumplir con las normas éticas y la carta de Helsinki relacionada con la experimentación con humanos.

3.2.2 Criterios de exclusión

1. Padecer problemas osteomusculares limitantes o que puedan verse condicionados por los estímulos a aplicar en el estudio.
2. Alteración de la columna vertebral, de miembros superiores o inferiores, amputaciones.
3. Secuelas de fracturas, prótesis, tratamiento con esteroides, enfermedades cardiovasculares y afecciones articulares.
4. Haber sufrido condropatías limitantes o estar en tratamiento de las mismas.
5. Presentar disfuncionalidad con tratamiento de órganos o sistemas.
6. Presentar cuadros de artrosis o artritis en estado avanzado.
7. Recibir terapia de reemplazamiento hormonal.
8. Revelar diagnóstico de hipertiroidismo e hipotiroidismo.
9. Presentar Diabetes Mellitus.

3.2.3 Criterios éticos

1. Presentar la certificación médica para aprobar su participación en el proyecto.
2. Leer y firmar el formulario de consentimiento informado (Anexo 2).

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Después de la valoración médica, las técnicas e instrumentos de recolección de información fueron aplicados a 60 sujetos de la muestra en el siguiente orden:

Encuesta: Basada en protocolos ya validados y usada por el conocimiento de la condición saludable del sujeto. (Anexo 1).

Formulario de consentimiento informado: elaborado para cumplir con las normas éticas y la carta de Helsinki relacionada con la experimentación con humanos Resolución 8430/1993 (Anexo 2).

Ficha Antropométrica: Diseñada para conocer datos generales del individuo y datos específicos de la investigación (Basada en el protocolo Isak y Grec 1993) (Anexo 4).

Ficha funcional: Diseñada específicamente para la investigación elaborada por el Dr. John Freddy Ramírez. En ella se incluyen los apartados de fuerza explosiva (SJ, CMJ, resistencia a la fuerza rápida 5- 15 seg), velocidad de desplazamiento sobre 20, 30 y 40 metros lisos, y velocidad agilidad sobre 30 y 40 metros con cambio de ritmo (Anexo 5).

3.3.1 Procedimiento

Proceso de entrenamiento en saltos fue Básico, Intermedio y Avanzado. Para las máquinas isocinéticas se realizó extensión de piernas en prensas sentado y flexión de piernas acostado, extensión de cadera en cuadrupedia con mancuernas.

En cuanto a la sesión de entrenamiento por día, se realizaron 2 veces a la semana y cada sesión fue de 1 hora por grupo (Tabla 4), de la siguiente manera:

- Grupo 1, realizó un entrenamiento mixto de saltos y carga (Multisaltos y máquinas isocinéticas).
- Grupo 2, entreno exclusivamente saltos (Multisaltos) y,
- Grupo 3, no entreno.

Durante la sesión se tuvo en cuenta los siguientes momentos:

- a) Calentamiento
- b) Estiramiento inicial
- c) Movilidad Articular
- d) Estiramiento final
- e) Vuelta a la calma. Insistiendo continuamente en técnicas de movimiento y postura.

Microciclos: se realizaron 2, lo que indica que cada 2 semanas se cambió el estímulo y la carga, con el objetivo de no adaptar el organismo a la carga y generar rendimiento.

Mesociclos: Cada dos mesociclos (2 meses) se aplicaron las pruebas de control las cuales incluyeron Fuerza explosiva tren inferior, Resistencia de la fuerza rápida (RFR), esfuerzo realizado durante la prueba (ERP) y pruebas funcionales como Velocidad, Velocidad y agilidad y toma de la medida en glicemia capilar. Formato del anexo 2 (Anexo3).

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Semana 1	2s X 15R	3s X12R	5s X 8R	4sX10R	3sX12R
Semana 2	2s X 15 R	4s X 10R	5s X8R	4sX10R	2sX15R
Semana 3	3s X 12R	4s X 10R	5s X8R	3sX12R	2sX15R
Semana 4	3s X 12R	4s X 10R	4s X10R	3sX12R	2sX15R

Tabla 4. Plan de entrenamiento aplicado.

Valoración clínica: referida al reconocimiento por parte del personal biomédico del estudio y buscando proteger la integridad física de los sujetos antes de la exposición a las tareas de evaluación.

Valoración de la composición corporal: Con la aplicación de las fórmulas de Brozcek y cols. (1963) y Siri (1961) para la estimación del comportamiento graso y usando la ecuación de Durnin y Womersley (1974) para el cálculo de la densidad corporal en población longeva.

Se determinó el porcentaje graso, el porcentaje magro, el porcentaje óseo y el porcentaje residual a través de la medición de los pliegues cutáneos, bíceps, tríceps, subescapular y supracrestal, siguiendo las ecuaciones de Brozek y cols., (2007), De Rose y Guimaraes, Rocha (1975), Wurch (1974), respectivamente y tomando como referente a Durning y Womersley (1974) para la estimación de la densidad corporal. De igual forma, se calculó el índice de masa corporal y perímetro corregido del muslo como complemento al estudio (Esparza, 1993; Siret 1991; Brozek & Wurch, 1974).

Valoración de la fuerza explosiva: Para la valoración de la fuerza explosiva se utilizó una alfombra de saltos de rayos A.F.R Technology y un sistema gervarsport integrado al programa MuscleLab TM. Los test empleados pertenecen a la batería de Bosco (1988) para salto agachado (Squat Jump SJ), salto en contra movimiento (counter movement jump (CMJ), salto en contra movimiento con oscilación de los brazos (CMJas) y prueba de resistencia a la fuerza rápida 5- 60 seg.

Valoración de la velocidad de desplazamiento: las distancias recorridas fueron tramos de 30 metros lisos (Conseil y Eurofit 1998 Prat y Eurofit 1993), las cuales se establecieron haciendo uso de una cinta métrica, un dibujo de la línea de trayecto sobre la superficie (para delimitar el espacio a recorrer) y un dibujo de la línea de preparación a dos metros antes de la estación de salida. Los tiempos se registraron saliendo y girando por el lado derecho, buscando con ello controlar la calidad de la medición, y se establecieron puntos visibles para la prueba que permitieron delimitar el trayecto. En cada prueba se ejecutaron 3 intentos y se anotó el más representativo para su análisis, siendo empleados como instrumentos para las mismas: cronómetros digitales Konus®, pivotes y una cinta métrica de 30 metros de longitud Holtain® (Test de 30m Grosser y Strarishka, test de la condición física, 1988).

Medidas de glicemia capilar: Para verificar los niveles de Glicemia fueron recolectadas muestras de sangre capilar antes y después de las pruebas de capacidad y potencia anaeróbica ya mencionadas, dicho procedimiento se realizó cada dos meses durante la intervención. Se utilizó una lanceta (Microlet Contour TS de Bayer) para

perforar delicadamente el dedo del sujeto, tomando una gota de sangre, la cual fue colocada en contacto con la tira reactiva (Contour TS de Bayer) y analizada en el medidor de glucosa (Glucómetro de la misma marca).

Para facilitar los procedimientos de colecta, los sujetos fueron citados por grupos cada dos meses, totalizando 8 colectas de sangre capilar para cada sujeto.

4. PLAN DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se elaboró una base de datos en Excel, posterior a ello, para el tratamiento de la información se hizo uso del software estadístico SSPS versión 20, con la cual se realizó en primera instancia una estadística descriptiva como la media y la desviación estándar para cada variable, utilizando métodos estadísticos estandarizados; luego se realizó la aplicación del test de Saphiro – Wilk (anexo 7) para cada grupo, con el fin de determinar la prueba de normalidad, al igual que se realizó el test de Levene para observar si el estudio presenta homocedasticidad con el fin de aplicar pruebas para un análisis paramétrico. En caso de no cumplir con normalidad ni homocedasticidad se realizó pruebas no paramétricas, teniendo en cuenta el tamaño de cada grupo y estableciendo un nivel de significación para una $p < 0,05$ y altamente significativos para una $p < 0,001$ de variación intramuestral (prueba de Wilcoxon) y una variación intermuestral (Prueba de Kruskal – Wallis).

4.1 Consideraciones Bioéticas

4.1.1 Disposiciones vigentes

La participación en el proyecto implica un nivel de riesgo mínimo. Las implicaciones éticas están regidas por la resolución 008430 del Ministerio de Salud, de octubre de 1993 y la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial de junio de 1964.

Para tal efecto, se solicitó el diligenciamiento del consentimiento informado y la participación voluntaria en el estudio (Anexo 2).

5. HIPOTESIS

5.1 Hipótesis de Investigación

Existe variación favorable en los niveles de azúcar en adultos deportistas aficionados de 55 a 65 años sometidos a entrenamiento con saltos y máquinas isocinéticas.

Las medias de los valores de glicemia después de someter a entrenamiento con saltos y máquinas isocinéticas a un grupo de adultos deportistas aficionados de 55 a 65 años son diferentes y estadísticamente significativas revelando un efecto positivo sobre la tolerancia a la glucosa.

5.2 Hipótesis Nula

Existe una variación desfavorable en los niveles de azúcar en adultos deportistas aficionados de 55 a 65 años sometidos a entrenamiento con saltos y máquinas isocinéticas.

Las medias de los valores de glicemia sufren variaciones negativas cuando los sujetos son intervenidos con un programa de entrenamiento en saltos y máquinas isocinéticas de seis meses de duración.

5.3 Hipótesis Alternativa

Los valores de la glicemia no sufren variaciones positivas ni negativas cuando los sujetos son sometidos a un programa de entrenamiento con saltos y máquinas isocinéticas durante seis meses debido a la influencia de la edad en la capacidad de adaptación neural y muscular.

6. VARIABLES

6.1 Operacionalización de variables

Variable	Concepto	Indicador
Glicemia	El valor de los niveles de azúcar presentes en un litro de sangre.	Sangre venosa: 60 a 100 mg/100ml Sangre capilar: 65 a 110 mg/100ml
Índice de masa corporal	Es un valor que relaciona el peso con la talla de una persona y es un método empleado para diagnosticar problemas de sobrepeso u obesidad.	debajo de 18,5 indica delgadez, malnutrición o algún problema de salud Un resultado comprendido entre 18 y 25 está catalogado como saludable. Un IMC superior a 25 indica sobrepeso.
Estatura o Talla	La estatura se define como la distancia que existe entre el vértex y el plano de sustentación. También se le denomina como talla en bipedestación o talla de pie, o simplemente como talla.	La medida de la estatura se expresa en centímetros (cm.), con una precisión de 1 mm.
Fuerza explosiva	La fuerza explosiva es la capacidad que tiene el sistema neuro muscular para superar una resistencia con la mayor velocidad de contracción posible.	Velocidad de Desplazamiento Fuerza expresada Altura Máxima alcanzada Tiempo de contacto
Velocidad	La velocidad es una magnitud física de carácter vectorial que expresa el desplazamiento de un objeto por unidad de tiempo Se la representa por \vec{v} o \mathbf{v} . Sus dimensiones son [L]/[T]. Su unidad en el Sistema Internacional es el m/s.	Distancia sobre tiempo $S/ T = m/s$
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento	Edad en años
Peso (Kg)	Magnitud	Peso en Kilogramos
IMC	Relación numérica entre el peso en kilogramos y la estatura dada en metros y elevado al cuadrado. De este cociente se desprende un valor que se interpreta comparando con una tabla estandarizada. Sirve para determinar el peso en relación con la talla.	Índice

Tabla 5. Operacionalización de variable

7. RESULTADOS

7.1 Marco muestral y Selección de la muestra

Después de realizar las encuestas (Anexo 1) a los 465 líderes del programa de actividad física para el adulto mayor del Instituto de Recreación y Deporte (I.D.R.D), de acuerdo a los criterios de inclusión, exclusión y éticos, salieron aptos 120 sujetos.

A estos 120 sujetos se les realizó una valoración clínica (Anexo 3) y debido a las dificultades para cumplir cabalmente con los criterios establecidos se acudió a un muestreo no probabilístico e intencional dando como resultado 60 sujetos aptos, sanos y físicamente activos, con una práctica de actividad física regular mínima de tres veces por semana no inferior a un año los cuales comenzaron con el proceso.

Los 60 sujetos se agruparon de forma probabilística, simple y aleatoria en tres grupos. Grupo 1, intervenido con un entrenamiento de máquinas y saltos. Grupo 2, intervenido con un entrenamiento en saltos y Grupo 3 (control), sin intervención. Creando grupos independientes.

De los 60 sujetos que cumplieron los criterios de selección, terminaron 39 sujetos repartidos (13 por grupo). El estudio duro 6 meses dándose una perdida muestral del 65%. Individuos que fueron excluidos por su asistencia irregular, abandono parcial o inasistencia a algunos de los controles programados para el estudio. No se refirieron lesiones, salvo dolores musculares y fatiga subjetiva posterior a la ejecución de las pruebas.

7.2 Agrupación de las Variables para la presentación de Resultados

Para una mejor comprensión de los resultados, las variables se dividieron en tres partes:

- **Variables Antropométricas:** incluyen todo lo relacionado con la forma corporal, las cuales son: edad, peso, talla, IMC, sumatoria de pliegues, porcentaje graso, fórmula de Brozek, porcentaje graso fórmula de Siri, kilogramos grasa, masa ósea, masa residual, masa muscular, formula de Doupe, porcentaje masa ósea, porcentaje masa muscular.
- **Variables funcionales:** las relacionadas con las pruebas de medición de la valoración de fuerza explosiva y velocidad de desplazamiento. Entre las que encontramos: tiempo de vuelo SJ (milisegundos), altura SJ(cm), velocidad SJ(cm/mms), tiempo de vuelo CMJ(mms), altura CMJ(cm), velocidad CMJ(cm/mms), tiempo de vuelo CMJas, Altura CMJas, velocidad CMJas, tiempo velocidad 1, tiempo velocidad 2, tiempo agilidad 1 tiempo agilidad 2.
- **Variables de los niveles de glucosa en Sangre:** Glucosa 1, medición de la glicemia antes de comenzar las pruebas; Glucosa 2, medición de glicemia recién terminada las pruebas y, Glucosa 3, medición de la glicemia en reposo después de realizada las pruebas.

7.3 Resultados Estadística descriptiva para las Variables Antropométricas, funcionales, Niveles de glucosa en sangre

A todas las variables se les realiza un análisis univariado descriptivo con métodos estadísticos estandarizados para el cálculo de las medias, desviaciones estándar

y varianza, con el objetivo de dar a conocer la uniformidad entre los 3 grupos y mostrar que se mantuvieron los criterios de inclusión.

7.3.1 Estudio según las variables antropométricas.

Variable	Grupo 1		Grupo2		Grupo3	
	Media	Desv tip	Media	Desv tip	Media	Desv tip
Edad (años)	59.69	6.25	59.85	6.25	58.92	6.24
Peso (Kg)	61.54	7.22	66.28	8.29	63.46	6.73
Talla (cm)	1.55	0.05	1.58	0.06	1.59	0.05
IMC	25.52	5.56	26.78	3.88	25.17	2.61
∑pliegues (mm)	115.56	22.99	120.63	15.99	119.11	22.12
Grasa Brozek (%)	41.65	5.58	45.91	5.01	42.09	5.24
Graso Siri (%)	43.75	6.04	48.37	5.42	44.23	5.67
Grasa (%)	24.55	4.36	29.48	4.49	25.58	3.84
Masa Ósea (%)	10.34	1.25	10.31	1.17	10.92	1.32
Masa residual (Kg)	12.86	1.51	13.85	1.73	13.26	1.41
Masa muscular Doupe ((%)	24.28	3.24	24.11	3.56	25.61	3.30
Masa Ósea (%)	16.86	1.41	15.71	2.03	17.25	1.60
Masa Muscular (%)	39.41	3.64	36.52	4.68	40.44	4.11

Tabla 6. Estadísticos descriptivos para las variables antropométricas en los 3 grupos estudiados.

El perfil de los 3 grupos en cuanto a las variables antropométricas se encuentra en la tabla 6; donde la media de la edad en el grupo 1 (saltos y máquinas) fue de 59.69 ± 6.25 años, para el grupo 2 (saltos) de 59.85 ± 6.25 años y para el grupo 3 (control) fue de 58.92 ± 6.24 años. En cuanto el peso, la media para el grupo 1 fue de 61.64 ± 7.22 Kg, para el grupo 2 de 66.28 ± 8.29 Kg y para el grupo control la media fue de 63.46 ± 6.73 kilogramos.

Para el caso de IMC encontramos las siguientes medias grupo 1 25.52 ± 5.56 , grupo 2 26.78 ± 3.88 , grupo 3 $25.17 \pm 2.61 \text{ kg/m}^2$

Continuando la observación de los datos reportados en la tabla 6, se encuentra una similitud entre las medias de las variables antropométricas como lo son: la

sumatoria de pliegues, % grasa según la fórmula de Brosek, % grasa según fórmula de Siri. Ramírez (2011)

Las medias de Kg grasa del grupo 1 son similares a las del grupo 3, el grupo 2 reporta un valor de media de 29.48 ± 4.49 Kg grasa. En cuanto a los resultados de las medias de la variable masa ósea en los 3 grupos no se nota variación notable. Lo mismo sucede con los datos de las medias de las variables de masa residual, masa muscular Doupe y % de masa ósea.

Las medias del % de la masa muscular arrojó los siguientes resultados: para el grupo 1 39.41 ± 3.64 , grupo 2 36.52 ± 4.68 y grupo 3 40.44 ± 4.11 .

Al calcular el coeficiente de variación para las variables antropométricas se observó que los porcentajes obtenidos en su gran mayoría son bajos, correspondiendo claramente a la homogeneidad entre los grupos indicando que los resultados no son dispersos para los 3 grupos. Por ejemplo para la edad, los tres grupos presentan un 10%. En el caso del peso tenemos: para el grupo 1, 11%; grupo 2, 12% y grupo 3, 10%. En cuanto a talla, el coeficiente de variación para los 3 grupos es de 3%.

Para la variable IMC se puede observar un coeficiente de variación del 21% para el primer grupo, 14.4% para el segundo grupo y 10% para el grupo tercero. La variable de sumatoria de pliegues en los 3 grupos presenta los siguientes resultados: grupo 1 19%, grupo 2 13% y grupo 3 18%. Para el caso de los coeficientes de variación de las variables de: % grasa Brosek y %grasa Siri, los coeficientes de variación son iguales primer grupo 13%, segundo grupo 10% y tercer grupo 12%.

En cuanto a masa residual los porcentajes del coeficiente de variación indicaron homogeneidad. Para las variables como % masa ósea, masa muscular y masa muscular Doupe, algunos coeficientes de variación dieron resultados heterogéneos.

Variable	PRE	
	Chi-cuadrado	Sig
Peso	2.574	.276
IMC	1.772	.412
% Grasa BroseK	5.191	.075
% Grasa Siri	5.160	.076
% Masa Muscular	5.188	.075
Sumatoria pliegues	.266	.875
KGgrasa	6.911	.032
% Mmuscular Doupe	1.230	.541
% Masa Residual	2.574	.276
Masa Osea	2.320	.314
% Masa Osea	4.155	.125

Tabla 7. Prueba Kruskal–wallis para variables antropométricas pre intervención de los 3 grupos.

Con el fin de demostrar la equidad entre los grupos escogidos para la investigación y después de comprobar que los datos por grupo no presentan normalidad (Anexo 6, Prueba de Shipiro- wilk) ni homocedasticidad (Anexo 7, prueba de levene). Se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall – Wallis (Tabla 7) con los datos obtenidos antes de la intervención para comparar los 3 grupos escogidos entre sí y verificar que pertenecen a la misma población.

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 7 para las variables antropométricas no se encontró ningún valor significativo para un $p \leq 0.05$, lo que indica que los grupos son similares para las variables antropométricas.

7.3.2 Variables funcionales

Variable	GRUPO1		GRUPO2		GRUPO 3	
	Media	Desv tip	Media	Desv tip	Media	Desv tip
vuelo SJ (ms)	312.69	35.98	318.62	46.53	308.38	34.18
altura SJ (cm)	12.12	2.67	12.63	3.71	11.77	2.52
velocidad SJ (ms)	1.53	0.18	1.56	0.23	1.51	0.17
Vuelo CMJ (ms)	324.92	36.15	330.85	36.73	321.85	36.10
Altura CMJ (cm)	13.09	2.73	13.56	3.06	12.85	2.74
Velocidad CMJ (ms)	1.59	0.18	1.62	0.18	1.58	0.18
Vuelo CMJas (ms)	336.77	40.88	347.08	46.61	333.00	39.09
Altura CMJas (cm)	14.09	3.24	15.00	4.06	13.77	3.09
Velocidad CMJas (ms)	1.65	0.20	1.70	0.23	1.63	0.19
Tiempo velocidad1 (ms)	8.91	1.15	9.37	3.18	8.87	1.18
Tiempo velocidad 2 (ms)	8.71	1.21	9.04	2.77	8.66	1.24
Tiempo agilidad1 (ms)	13.20	1.42	12.85	1.76	13.07	1.52
Tiempo agilidad 2 (ms)	12.41	1.08	11.83	1.61	12.37	1.09

Tabla 8. Estadísticos descriptivos para pruebas funcionales en los 3 grupos.

En la tabla 8 se reportan los resultados de la estadística descriptiva para las pruebas de las variables funcionales, las cuales valoraron la fuerza explosiva del tren inferior con tres tipos de saltos, el squat jump (SJ) salto agachado, el counter movement jump (CMJ) salto en contra movimiento y el counter movement jump with arm swing (CMJas) salto en contra movimiento con oscilación de brazos. Para cada salto se evaluó el tiempo de vuelo en milisegundos la altura alcanzada en centímetros y la velocidad cm/ms y la prueba de velocidad – agilidad de movimiento que valora la velocidad de desplazamiento en cambios de posición en la unidad de tiempo.

En la primera evaluación antes de la intervención, para la variable de salto SJ el grupo en obtener el mejor tiempo de vuelo fue el grupo 2 con una media de 318.6 ± 46.53 milisegundos, en cuanto la altura alcanzada este mismo grupo logró la mejor altura con una media de 12.63 ± 3.71 centímetros y en cuanto la velocidad este grupo obtuvo 1.62 ± 0.18 cm/ ms.

En el caso de la Variable salto CMJ tiempo de vuelo, el grupo en obtener mejor resultado fue el grupo 2 con una media de $330.85 \text{ ms} \pm 36.73$ y para altura alcanzada ese mismo grupo obtuvo 13.56 ± 3.06 cm con una velocidad de 1.62 ± 0.18 cm/ms.

Para la variable salto CMJas de nuevo el grupo 2 obtuvo mejores resultados, tiempo de vuelo una media de 346.08 ± 46.61 ms, una altura de 15.00 ± 4.06 cm y una velocidad de 1.70 ± 0.23 cm/ms.

En el caso de las variables tiempo de velocidad 1 el grupo 3 logró el recorrido en el menor tiempo 8.87 ± 1.18 minutos – seg y también el grupo 3 fue el mejor para el tiempo de velocidad 2 con 8.66 ± 1.24 minutos- seg.

Para la variable tiempo agilidad 1, el grupo 2 registro el menor tiempo con 12.85 ± 1.76 minutos- seg, ese mismo grupo obtuvo el menor tiempo en la prueba de tiempo agilidad 2 con 11.83 ± 1.61 minutos-seg.

Con el deseo de mostrar la equidad en los grupos se realiza la prueba Kruskal Wallis para los datos (Tabla 9), donde se reporta que no hay significancia para ninguna variable funcional estudiada antes de la intervención en los 3 grupos e indicando la igualdad en los grupos.

	PRE	
Variable	Chi-cuadrado	Sig
Vuelo SJ (ms)	.231	.891
Altura SJ (cm)	.250	.883
Velocidad SJ (ms)	.174	.917
Vuelo CMJ (ms)	.131	.937
Altura CMJ (cm)	.131	.937
Velocidad CMJ (ms)	.119	.942
Vuelo CMJas (ms)	.337	.845
Altura CMJas (cm)	.337	.845
Velocidad CMJas (ms)	.337	.845
Tiempo velocidad1 (ms)	.086	.958
Tiempo velocidad2 (ms)	.054	.974
Tiempo agilidad 1 (ms)	3.575	.167
Tiempo agilidad2 (ms)	.161	.923

Tabla 9. Prueba de Kruskal-wallis para las variables funcionales antes de la intervención en los 3 grupos.

7.3.3 variables para el comportamiento de la glucosa

Variable	GRUPO1		GRUPO2		GRUPO 3	
	Media	Desv tip	Media	Desv tip	Media	Desv tip
Glucosa 1	92.85	17.71	92.31	11.722	99.69	14.04
Glucosa2	82.85	8.21	87.15	8.611	88.46	8.34
Glucosa3	89.92	14.35	90.31	9.793	90.54	11.47

Tabla 10. Estadísticos descriptivos para pruebas de glicemia.

Los índices de glicemia en los 3 grupos para la etapa pre fueron tomados en tres momentos específicos. Antes de iniciar las pruebas de velocidad (glucosa1), recién terminada la prueba (glucosa 2) y 20 minutos después de finalizada la prueba (Glucosa 3). Los resultados de la media para los índices de glicemia en los sujetos de los tres grupos indican que sus valores están dentro de los índices normales de los niveles de azúcar en sangre 70-100mg/dl.

Lo que indica que todos los sujetos cumplen los criterios de inclusión de no ser diabético. Para la comprobación de la equidad en los tres grupos la tabla 11 con la prueba de Kruskal wallis se comprueba que no hay valores significativos para ningún momento de la toma del índice de glicemia.

Variable	PRE	
	Chi-cuadrado	Sig
Glucosa 1	2.695	.260
Glucosa 2	2.807	.246
Glucosa 3	.357	.837

Tabla 11. Prueba de Kruskal wallis para los valores de glicemia

7.4 Resultados Intramuestrales pre – post intervención de los grupo 1 (Entrenamiento Maquinas y Saltos), grupo 2 (Entrenamiento en Saltos), Grupo3 (Grupo control).

Con el fin de realizar una comparación para cada grupo antes de la intervención y después de la intervención para poder determinar cuáles fueron los cambios que se presentaron en cada una de las variables antropométricas, funcionales e índice de glicemia por grupo y teniendo en cuenta el tamaño de la muestra en cada grupo n=13 y después de conocer que no se presentó normalidad ni homocedasticidad, se realizó la prueba no paramétrica de rangos con signos de wilcoxon la cual compara la mediana de 2 muestras relacionadas determinando si existe diferencia entre ellas.

7.4.1 Prueba Intramuestral para las Variables de mediciones antropométricas en los 3 grupos

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Pre y post		Pre y post		Pre y Post	
Variable	Z	Sig	Z	Sig	Z	Sig
Peso (kg)	-.455 ^b	.649	-.699 ^b	.484	-1,295 ^b	.195
IMC	-.734 ^c	.463	-.105 ^b	.917	-2,432 ^b	.015
Grasa Brozek (%)	-.314 ^c	.753	-.384 ^b	.701	-2,667 ^b	.008
Grasa Siri (%)	-.314 ^c	.753	-.384 ^b	.701	-2,667 ^b	.008
Masa Muscular (%)	-2,341 ^b	.019	-1,503 ^b	.133	-1,726 ^c	.084
Sumatoria Pliegues (mm)	-.734 ^b	.463	-.664 ^b	.507	-.863 ^b	.388
Grasa (Kg)	-.594 ^b	.552	-1,433 ^b	.152	-2,746 ^b	.006
Muscular Doupe (Kg)	-2,411 ^b	.016	-1,782 ^b	.075	-.628 ^c	.530
Masa residual (Kg)	-.455 ^b	.649	-.699 ^b	.484	-1,295 ^b	.195
Masa Ósea (Kg)	-.489 ^b	.625	-.874 ^b	.382	-.314 ^c	.754
Masa Ósea (%)	-.175 ^c	.861	-.105 ^c	.917	-1,334 ^c	.182

Tabla 12. Prueba de Wilcoxon aplicada en el grupo 1, 2, 3 para variables antropométricas.

Los resultados del efecto de la intervención en las variables antropométricas para los 3 grupos, en donde se compara las mediana de cada variable antropométrica antes de la intervención y después de la intervención para una $p \leq 0.05$, para el grupo 1 se evidenció un aumento favorable en el % de masa muscular con una significancia de .019, al igual que para este mismo grupo se encuentra un cambio favorable en el % de masa muscular de Ecuación Doupe, con un valor de .016. Observando los valores reportados para el grupo 2 no se encontraron cambios significativos, ni favorables ni desfavorables, lo que significa que no hay diferencias a nivel antropométrico significativas para este grupo. En el grupo 3 se encontraron diferencias desfavorables en cuanto el IMC con una significancia de .015 al igual que un valor desfavorable en el % de la estimación de la grasa tanto de Brozek como la estimación de Siri ambas con un valor de significancia de .008. En cuanto los Kg de grasa corporal con una significancia desfavorable de .006.

7.4.2 Resultados de las variables de la pruebas funcionales de los Grupo 1 (Entrenamiento Máquinas y Saltos), Grupo 2 (Entrenamiento en Saltos), Grupo3 (Grupo control) intramuestral antes y después de la intervención

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Pre y post		Pre y post		Pre y Post	
Variable	Z	Sig	Z	Sig	Z	Sig
Vuelo SJ (ms)	-,222 ^b	.824	-,275 ^c	.784	-,392 ^c	.695
Altura SJ (cm)	-2,830 ^c	.005	-1,468 ^c	.142	-2,118 ^c	.034
Velocidad SJ (m/s)	-3,181 ^c	.001	-2,510 ^c	.012	-2,845 ^c	.004
Vuelo CMJ (ms)	-,039 ^b	.969	-,105 ^c	.916	-,235 ^c	.814
Altura CMJ (cm)	-2,447 ^c	.014	-1,013 ^c	.311	-2,158 ^b	.031
Velocidad CMJ (m/s)	-3,180 ^c	.001	-3,180 ^c	.001	-2,934 ^b	.003
Vuelo CMJas (ms)	-3,180 ^c	.001	-2,830 ^c	.005	-,157 ^b	.875
Altura CMJas (cm)	-2,622 ^c	.009	-1,922 ^c	.055	-,785 ^c	.433
Velocidad CMJas (m/s)	-3,181 ^c	.001	-2,691 ^c	.007	-3,062 ^c	.002
Tiempo velocidad1 (ms)	-2,237 ^b	.025	-1,363 ^b	.173	-2,824 ^c	.005
Tiempo velocidad2 (ms)	-2,203 ^b	.028	-1,852 ^b	.064	-2,590 ^c	.010
Tiempo agilidad1 (ms)	-2,201 ^b	.028	-1,503 ^b	.133	-2,040 ^c	.041
Tiempo agilidad2 (ms)	-2,481 ^b	.013	-2,970 ^b	.003	-2,746 ^b	.006

Tabla 13. Prueba de Wilcoxon para mediciones funcionales.

De acuerdo a los resultados de la tabla 13 prueba de Wilcoxon para la comparación de medianas en las variables funcionales con el fin de observar los cambios significativos de cada grupo después de la intervención, se encontró lo siguiente: para el saltoSJ (salto agachado) el grupo 1 obtuvo un cambio favorable en la altura con un valor de significancia de .005 en la velocidad SJ con un alto grado de significancia con un valor de .001; en el caso del grupo 2 se presenta un cambio

favorable en la velocidad SJ con un valor significativo de .012 y el grupo control 3 cambia la lectura de rangos de la prueba, ya que se encontró que se presentan como valores negativos, lo que indica que hay un cambio desfavorable si se da un valor para una $p \leq 0.05$ por lo tanto en cuanto la prueba del salto SJ la altura SJ se presentó un valor desfavorable de .034, al igual sucedió con la velocidad de SJ que indicó un valor de .004.

Para el caso del salto CMJ el grupo 1 en la altura CMJ con .014 y la velocidad presentó datos significativos positivos. El grupo 2 presentó cambios significativos positivos en la velocidad CMJ con un valor de .001 y en el grupo 3, se observaron cambios desfavorables en la altura CMJ con 0.31 y la velocidad CMJ con .003. En los datos reportados para el salto CMJas se evidenciaron valores altamente significativos para el vuelo CMJas y la velocidad CMJas con .001 y valor significativo en la altura CMJas con .009, lo que indica mejoría en este tipo de saltos.

En el caso del grupo 2 se encontraron valores significativos en el vuelo CMJas y en la Velocidad CMJas .005 y .007 respectivamente y, para el grupo 3, se encontró un valor desfavorable en la velocidad CMJas de .002. El grupo 1 entrenado en máquinas y saltos fue significativo favorablemente para las pruebas de Tiempo de Velocidad 1 y 2 .025 y .028 respectivamente. Al igual que para las pruebas de Tiempo de agilidad 1 con .028 y Tiempo de agilidad 2 con .013. En el grupo 2, se obtuvo un valor significativo favorablemente para el Tiempo de agilidad 2 de .003 y para el grupo 3 los valores arrojados para el Tiempo de Velocidad 1 y 2, junto con Tiempo de agilidad 1 y 2 reportaron valores significativos desfavorables.

7.4.3 Resultados de las variables de los valores de glicemia de los Grupo 1 (Entrenamiento Maquinas y Saltos), Grupo 2 (Entrenamiento en Saltos), Grupo3 (Grupo control) intramuestral antes y después de la intervención.

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Pre y post		Pre y post		Pre y Post	
Variable	Z	Sig	Z	Sig	Z	Sig
Glucosa 1	-,510 ^b	.610	-,840 ^b	.401	-,824 ^b	.410
Glucosa 2	-1,139 ^b	.255	-1,773 ^b	.076	-,445 ^b	.656
Glucosa 3	-,942 ^b	.346	-,866 ^b	.387	-,353 ^b	.724

Tabla 14. Prueba de Wilcoxon para los valores de glicemia.

De acuerdo con los valores reportados en la prueba de Wilcoxon para los valores de glicemia ninguno de los grupos presentan cambios significativos ni favorables ni desfavorables.

7.5 Resultados Intermuestrales post intervención para toda la muestra

Con el propósito de detectar si el programa de entrenamiento con saltos máquinas isocinéticas tiene algún efecto sobre los 3 grupos intervenidos de Adultos deportistas aficionados de 55 a 65 años, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis después de la intervención para las variables antropométricas, funcionales y valores de glucosa. Dando los siguientes resultados:

7.5.1 Resultados intermuestrales post intervención para la variable antropométrica.

POST		
Variable	Chi-cuadrado	Sig
Peso (kg)	4.742	.093
IMC	2.348	.309
Grasa Brozek (%)	12.130	.002
Grasa Siri (%)	12.130	.002
Masa Muscular (%)	6.872	.032
Sumatoria pliegues (mm)	4.204	.122
Masa Grasa (Kg)	15.747	.000
Masa Muscular Doupe (kg)	11.986	.002
Masa Residual (%)	4.521	.104
Masa Ósea (%)	2.801	.246

Tabla 15. Prueba de kruskal wallis. Intermuestral para las variables antropométrica

De acuerdo a los valores consignados en la tabla 15, se observa un cambio significativo para una $p \leq 0.05$ en el % graso de acuerdo a la fórmula de Brozek con un valor de .002 indicando un efecto post intervención al igual que en el % graso de Siri donde su valor de significancia también es de .002, lo que se ve reflejado en un cambio con un alto grado de significancia en el KG grasa con un valor de .000. Otro efecto post intervención se observa en el % de Masa Muscular de acuerdo a la fórmula de Doupe con un valor de significancia de .002.

7.5.2 Resultados intermuestrales post intervención para las variables funcionales

POST		
Variable	Chi-cuadrado	Sig
Vuelo SJ (ms)	1.385	.500
Altura SJ (cm)	20.838	.000
Velocidad SJ (m/s)	23.795	.000
Vuelo CMJ (ms)	1.076	.584
Altura CMJ (cm)	20.531	.000
Velocidad CMJ (m/s)	23.149	.000
Vuelo CMJas (ms)	24.208	.000
Altura CMJas (cm)	21.915	.000
Velocidad CMJas (m/s)	24.206	.000
Tiempovelocidad1 (ms)	1.923	.382
Tiempovelocidad2 (ms)	1.716	.424
Tiempo agilidad1 (ms)	.720	.698
Tiempo agilidad2 (ms)	2.903	.234

Tabla 16. Prueba de kruskal wallis. Intermuestral para las variables funcional

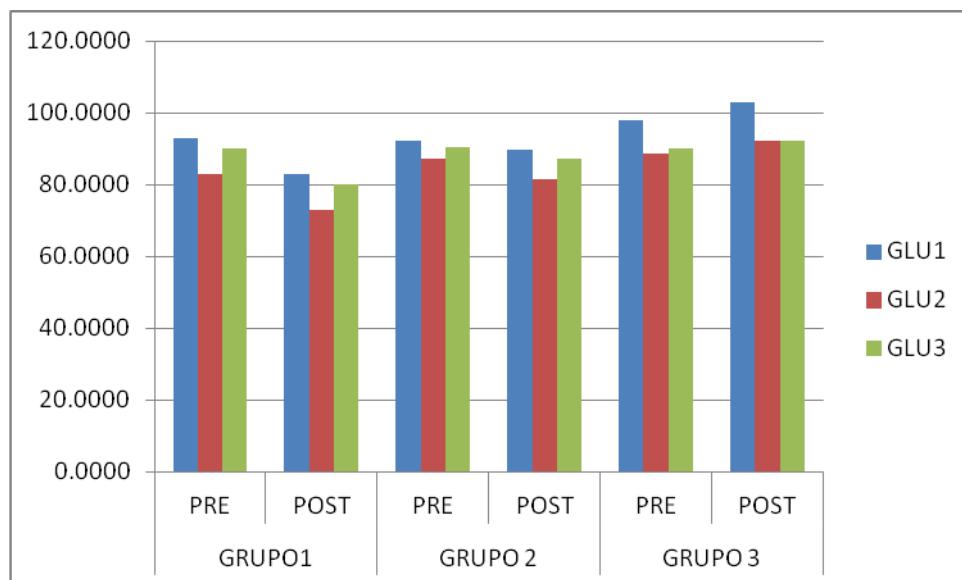
De acuerdo a los datos obtenidos por la prueba kruskal- wallis reportados en la tabla 16, para observar que efecto ejerció el programa de entrenamiento en los 3 grupos en las variables funcionales, se encontró que para el salto SJ y el salto CMJ la altura y la velocidad presentaron un alto grado de significancia con un valor de .000, en el caso del salto CMJas tanto vuelo como altura y velocidad también tuvieron un alto grado de significancia con un valor de .000, para las pruebas de Tiempo de Velocidad 1 y 2 como tiempo de agilidad 1 y 2 no tuvieron valores significativos ya que su resultado fue una valor de p mayor.

7.5.3 Resultados intermuestrales post intervención para las variables de los valores de glicemia

POST		
Variable	Chi-cuadrado	Sig
Glucosa 1	9.127	.010
Glucosa 2	10.855	.004
Glucosa 3	4.106	.128

Tabla 17. Prueba de kruskal wallis. Intermuestral para los valores de glicemia

Para el efecto del programa de entrenamiento con saltos y máquinas isocinéticas en la captación de glucosa en los 3 grupos seleccionados, se observó un cambio significativo en la primera y segunda toma de glicemia después de los 6 meses de entrenamiento con unos valores de .010 y ,004 respectivamente, lo que indica que el programa de entrenamiento incidió positivamente en la captación de glucosa en la toma 1 y 2, lo que se corrobora en la gráfica 1 donde se representa un cambio favorable en los grupos 1 y 2, quienes fueron intervenidos con el programa de ejercicio sugerido y en el grupo 3 se denotó un cambio desfavorable.



Grafica 1: Resultados pre y post intervención sobre la captación de glucosa

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1 Discusión variables antropométricas

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de estadística descriptiva que se realizaron con los datos registrados antes de la intervención del programa, se observó que el valor medio del IMC para los grupos valorados (Grupo 1 $25 \leq 5.56$ Grupo 2 26.7 ± 3.38 Grupo 3 25.17 ± 2.61) son similares a los descritos por Alastrúe y cols. (1988) ya que se encuentran dentro de los valores que perfilan criterios saludables con valores medios del IMC de 24,85 en varones y 25,49 en mujeres o incluso con respecto a cifras medias más flexibles como las sugeridas por Moore (1994) de 27,3 y 27,8 para mujeres y hombres respectivamente.

Cabe señalar que los grupos participantes del estudio no presentan unos valores de IMC alarmantes, al contrario, se mantienen en los rangos descritos por los autores anteriormente citados, sin embargo teniendo en cuenta el valor medio de edad (Grupo 1 59.69 ± 6.25 años Grupo 2 59.85 ± 6.25 años y Grupo 3 58.92 ± 6.24 años) y que adherido al proceso del envejecimiento se encuentra el aumento en el IMC (Chirosa & cols., 2000) se podría precisar un control nutricional constante como lo recomiendan Bray (1992) y Jaéquier (1987), entre otros autores.

El porcentaje de masa grasa utilizando la ecuación de Siri y la Ecuación de Brozek encontrado es de 6 a 5 unidades de % superior al que ofrece Velásquez y cols. (1996) en una muestra Cubana (Mujeres: 40.41 %; Hombres: 31.72 %) y, es similar con lo observado por Prado y cols. (2001) en una comunidad mexicana (Mujeres: 43.77%) y con lo publicado por Rodríguez y cols. (1998) en una población mayor Catalana, resaltando que estos últimos emplearon la ecuación de Siri para su cálculo.

En los resultados se reporta que hay un deterioro importante en la masa muscular, lo cual está relacionado con el proceso inherente al envejecimiento donde se aprecia que con el paso de los años el porcentaje de fibras musculares disminuye,

viéndose de esta forma comprometida la capacidad de independencia funcional (Newton y cols., 2002; Ramírez, 2006; Snow, 2000).

Después de realizada la intervención con el programa de entrenamiento en saltos y máquinas isocinéticas para adultos deportistas aficionados de 55 a 65 años de edad los resultados reportados permitieron observar que el grupo 1 aumento la masa muscular con respecto al grupo 2 y grupo 3. Autores como Ramírez (2006), Fiatarone y cols. (2007), Frontera y cols. (1998) reportan que en algunos casos los cambios en fuerza se han asociado con incrementos en el área de sección transversal muscular (AST).

Ramírez (2006) informa que generalmente los estudios que reportan aumento significativo en la masa muscular mantienen una frecuencia de participación semanal mínima de tres días, los estudios que reportan adaptaciones menores usaron frecuencias inferiores.

8.2 Discusión de variables funcionales

De acuerdo a lo reportado en los resultados antes de realizar la intervención, los valores de los tres saltos, el tiempo de velocidad y tiempo de agilidad tanto 1 como 2 respectivamente denotan que su actividad física practicada hasta el momento, no aporta cambios para mejorar su condición en fuerza y velocidad, algunos autores como Ramírez (1999) y Ramírez (2006) manifiestan que cuando los entrenamientos son de baja intensidad y volumen se revela pocas o nulas adaptaciones a nivel muscular y pocas variaciones en la composición corporal, lo que se ve reflejado en los datos recogidos antes de comenzar la intervención.

Después de ser expuestos a la intervención por el programa propuesto, se observó una mejora en los saltos SJ, salto CMJ y Salto CMJas en el grupo 1 y grupo 2 mejoró significativamente mientras que el grupo 3 control bajó sus resultados en cuanto al vuelo, la altura y la velocidad de los 3 tipos de saltos evaluados, esto se explica con lo reportado por autores como Hakkinen y cols. (2001), Jozsi y cols. (1999) y Ramírez y

cols. (2007) que cuando se usan procedimientos de tipo isocinético las ganancias en la funcionalidad son igualmente significativas e importantes ya que se sitúan entre el 17 al 25%, la capacidad de manifestar fuerza especialmente, fuerza máxima y explosiva es necesaria en la relación de muchas tareas de la vida cotidiana como levantarse de una silla, subir escaleras o saltar estas expresiones corporales cobran importancia en los mayores porque actúan con un mecanismo protector ante el riesgo de sufrir caídas o resbalones que los pueden dejar incapacitados de por vida.

En cuanto a las pruebas de velocidad y agilidad consignadas por Kruskal wallis post intervención no se observaron datos significativos lo que indica que el programa de intervención no permite mejorar considerablemente la velocidad y la agilidad de los sujetos, lo que se puede explicar según autores como Hitman y cols. (1998) e Islam y cols. (2004) quienes hallaron una disminución progresiva de la velocidad sobre los 60 años de edad relacionada con el aumento en el IMC y la cantidad extra de peso graso lo que puede ser un factor limitante para la funcionalidad; aunque el estudio no reporta IMC alarmantes se puede observar que los porcentajes de masa grasa son superiores a los reportados en los rangos normales.

8.3 Discusión de las variables de medición de glucosa

Los datos reportados en los resultados después de aplicar la prueba de Kruskal Wallis indican que el efecto del entrenamiento influyó en los resultados arrojados en la medición de los niveles de glicemia tomado antes de someterse a la valoración de las pruebas después de seis meses de intervención con el programa propuesto. Puesto que se reportó un valor significativo en la glucosa 1, lo que indica que los niveles de tolerancia a la glucosa mejoran la captación de glucosa en el organismo después de la intervención en los 6 meses. Lo que se ve reflejado en unos valores de glicemia menores con respecto a los tomados inicialmente antes de la intervención; lo sucedido se explica con lo expresado por autores como Timires (1997), Borodulin y cols. (2008), Gaesser (2007) quienes afirman que el aumento de la masa muscular mejora a su vez la capacidad de generar fuerza y esto ayuda a los movimientos articulares, lo que permite mejorar y

mantener la tasa metabólica basal por la capacidad de movimiento mejorando también la respuesta hormonal la cual ayuda a aumentar la producción de insulina que a su vez disminuye la resistencia periférica en las células, contribuyendo a la tolerancia de los hidratos de carbono generadores de glucosa y disminuyendo los enfermos de Diabetes mellitus Tipo 2.

También se encontraron datos significativos en la segunda toma de la glicemia después de realizadas las pruebas de capacidad y potencia anaeróbica, fenómeno explicado en los trabajos de investigación realizados por Matsudo y cols., (2001) en adultos mayores donde se concluye que la práctica de actividad física regular es una forma de prevención de enfermedades crónico-degenerativas en la tercera edad, evidenciada por el control de peso, disminución de la grasa corporal, el aumento de la masa muscular, aumento de la fuerza muscular, la flexibilidad, la densidad ósea, el aumento del volumen sistólico, la ventilación pulmonar, el consumo máximo de oxígeno, la disminución de la frecuencia cardiaca y la presión arterial, en general se traduce en una mejora del perfil lipídico y a su vez un gasto energético que colabora a una mayor captación de la glucosa, reflejado en valores moderados de glicemia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se evidencia una aceptación por la hipótesis de investigación indicando que existe una variación favorable en las medias de los valores de glicemia después de ser intervenidos con un programa de entrenamiento en saltos y maquinas isoceneticas a un grupo de adultos deportistas aficionados de 55 a 65 años evidenciando un efecto positivo sobre la tolerancia a los hidratos de carbono.

Pese a todos los resultados encontrados se debe tener presente que dado el tamaño muestral analizado no se puede generalizar los resultados. No obstante, la información obtenida es un punto de partida importante que permite reformular los modelos de prescripción de ejercicio físico orientados a los adultos mayores

9. CONCLUSIONES

Se puede concluir que las medias de los valores de glicemia después de someter a entrenamiento con saltos y máquinas isocinéticas a un grupo de adultos deportistas aficionados de 55 a 65 años son diferentes y estadísticamente significativas revelando un efecto positivo sobre la tolerancia a la glucosa.

Al diseñar un programa de actividad física involucrando saltos y uso de máquinas isocinéticas ayuda a influir sobre los factores estructurales como el área de fibras y velocidad de transmisión neuronal nerviosa y funcional reflejada en la manifestación de la fuerza.

El grupo 1 intervenido con un programa de entrenamiento mixto en saltos y máquinas isocinéticas mejoró notablemente las capacidades funcionales y los valores glicémicos después de la intervención.

Los resultados invitan a sugerir nuevos modelos de intervención, cambiando los modelos tradicionales orientados exclusivamente al entrenamiento de la capacidad aeróbica, por modelos de capacidad y potencia anaeróbica para mejorar los niveles de glucosa en sangre con pacientes que presenten Diabetes Mellitus Tipo 2.

BIBLIOGRAFIA

1. ADA. Committee on the diagnosis and classification of Diabetes Mellitus. Report of the Experts. *Diabetes Care* 1997; 20: 1183-97
2. Alayón, A.N. Altamar, D. Banquez, C y Barrios, K. (2009) Chronic complications, hypertension and obesity in diabetic patients living in Cartagena, Colombia en *Rev. salud pública* vol.11 no.6 Bogotá.
3. Albright A, M Franz , G Hornsby, A Kriska, D Marrero, I Ullrich, L Verity. (2000). American College of Sports Medicine Position Stand: exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*; **32**: 1345–1360.
4. Alastrúe A, Rull M, Camps I, Ginesta C, Melus MR, Salva JA. Nuevas normas y consejos en la valoración de los parámetros antropométricos en nuestra población: índice adiposo-muscular, índices ponderales y tablas de percentiles de los datos antropométricos útiles en una valoración nutricional. *Med Clin (Bar)* 1988, 91: 223-236.
5. American Diabetes Association. (2004) Position statement: Physical activity/ exercise and diabetes. *Diabetes Care*. 27:s58–s62.
6. Arteaga A. Maiz A., Olmos P. y Velasco N. (1997) Manual de Diabetes y Enfermedades Metabólicas. Depto. Nutrición, Diabetes y Metabolismo. Escuela de Medicina. P. Universidad Católica de Chile.
7. Atkinson. M.A. , & Maclaren N.K (1994) The pathogenesis of insulin dependent Diabetes Mellitus *New. Engl. J. Med.* 1994; 331: 1428-36.
8. Bray GA. Pathophysiology of obesity. *Am J Clin Nutr* 1992; 55: 4885. Jaquier E. Energy, obesity and body weight standars. *Am J Clin. Nutr* 1987;45: 1035-1047.
9. Baldi, J. C., y Snowling. N. (2003) Resistance training improves glycaemic control in obese type 2 diabetic men. *Int. J. Sports Med.* 24:419–423. 2003.
10. Barbany J.R. (2004) Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento. (Ed. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U., Madrid.
11. Barceló A. (1996) Monograph series on aging-related diseases: VIII. Non-insulin-depedent diabetes mellitus (NIDDM). *Chronic Diseases in Canada* . 17(1):1-20.
12. Balducci, S., F. Leonetti, U. D. Mario, And F. Fallucca. (2004) Is a longterm aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients?. *Diabetes Care*. 27:841–842.
13. Bentosela, M. y Mustaca, A. E. (2005) Efectos cognitivos y emocionales del envejecimiento: aportes de investigaciones básicas para las estrategias de rehabilitación. *Interdisciplinaria [online]*, vol.22, n.2, pp. 211-235. ISSN 1668-7027.

15. Bentosela, M., D'Ambros, M.A. y Mustaca, A.E. (2004). Frustración y envejecimiento en ratas. Libro de resúmenes del XVI Congreso de la Sociedad Española de Psicología Comparada y XII Reunión de la Sociedad Internacional de Psicología Comparada (p. 124). Oviedo, España.
16. Brian, J. (2000) Fitness y salud. España. Editorial Tutor S.A.
17. Bouchard, C. (1987) heredity and Change in body composition and adipose tissue metabolism after short – term exercise training. *J Appl physiology* 56. 398-402.
18. Bogardus C, Ravussin E, Robbins DC, Wolfe RR, Horton ES, Sims E.A.H. (1984) Effects of physical training and diet therapy on carbohydrate metabolism in patients with glucose intolerance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes*;33:311-8.
20. Bray GA. Pathophysiology of obesity. *Am J Clin Nutr* 1992; 55: 4885.
21. Jaequier E. Energy, obesity and body weight standards. *Am J Clin. Nutr* 1987; 45: 1035-1047.
22. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. (2001) Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials *JAMA* ; 286:1218-1227
23. Bosco C. (1994) La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona, España: Editorial Paidotribo 1994: 11-20.
24. Brooks, G.A. (2000). Intra- and extra-cellular lactate shuttles. *Med. Sci. Sport Exercise*. 32: 790-798
25. Cometti. G., (1989) Los métodos modernos de musculación Barcelona; edit Paidotribo.
26. Burgos, R.(2006) Sarcopenia en Ancianos. *Endocrinología y Nutrición*, Vol 53, pp 335-344.
27. Caballero. A. Figueroa, M. y Hernández G.,(2007) Beneficios del ejercicio físico en pacientes con diabetes. *Av .Diabetol.* ; 23(1): 22-27
28. Castañeda, C., J. E. Layne, M. L. Orians, P. L. Gordon, J. Walsmith, M. Foldvari, R. Roubenoff, K. L. Tucker, y M. E. Nelson.(2002) A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 25:2335–2341.
29. (Dolan y Torgersson 1998 The cost of treating osteoporotic fractures in the United Kingdom female population.
30. Documento CONPES 2913, febrero 26 de 1997.
31. Coto. E., (2006). Ejercicio Físico y Bienestar en Personas Mayores de 50 años caso del distrito central del Cantón de Turrialba. Vol. VII. 47-59. ISSN: 1409-4746.
32. Conseil De L'Europe. Eurofit. Test europe d'aptitude physique. Comité pour le développement du sport du conseil de l'europe. Tampere: éditions du conseil de l'europe, roma 1998, CONI.

33. Cuff DJ, Iqbal A, Meneilly GS, Tildesley HD, Martin A, Frohlich JJ.(2003) Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* ; 26:2977-2982.
34. Chang, A. M., y Halter. J.B.(2003) Aging and insulin secretion. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 284:E7– E12.
35. Chiroso, J.L., Chiroso, I.J y Padial, P. (2000) La actividad física en la tercera edad. *Rev. digital lecturas Educación física y deporte Buenos Aires*, año 5 No 18.
36. Chandler, J.M., y Hadley, E.C (1999) Exercise to improve Physiologic and functional performance in old age. *Coron Artery Dis*, 10(1). 37 -42.
37. Cushman, S., Goodyear L.(1998) Molecular mechanism involved in GLUT4 translocation in muscle during insulin and contraction stimulation. *Adv.Exp.Med Biol.* 441, 63-71.
38. Díaz E., Saavedra C. (2000) Condición Física, Fitness y entrenamiento físico en Obesidad. *Revista Chilena de Nutrición*, Septiembre.
39. Doherty, T.J., y Brown W.F (1997) Age – related change in the twitch contractile properties of human thenar motor units. *J. App. Physiol*, 82, (1), 93- 101.
40. Desouza C, Gilling L y Fonseca V.(2001) Tratamiento del síndrome de resistencia a insulina. *Current Diabetes Report Latin America*; 1(2): 157-164.
41. Eriksson, J. y cols. 1997. "Resistance Training in the Treatment of Non-Insulin i. Dependent Diabetes Mellitus." *International of Sports Medicine* 18:242-246.
42. Eckel R, Grundy S, Zimmet P.(2005) The metabolic syndrome. *The Lancet.*;365:1415-1428.
43. Esparza F. *Manual de Cineantropometría. Monografías Femed.* 1ª ed
44. Pamplona: Grupo Español de Cineantropometría (GREC) 1993.
45. Eves. ND, Plotnikoff. R.C.(2006) Resistance training and type 2 diabetes. Considerations for implementation at the population level. *Diabetes Care* 2006; 29: 1933-1941
46. Drucker DJ. (2003) Glucagon-like peptide-1 and the islet beta cell: augmentation of cell proliferation and inhibition of apoptosis. *Endocrinology* 144: 5145-8.
47. Fundación Santillana para Iberoamérica y otros. *Agenda sobre Envejecimiento Colombia siglo XXI –Memorias de un Foro y Bitácora para Futuros Debates.* Octubre 1 de 2001.
48. Garcia. A. 2002. El envejecimiento y el estrés oxidativo *Rev Cubana Invest Bioméd* v.21 n.3.
49. Gamarra M. (2006) Prevalencia comparativa de Síndrome Metabólico entre un distrito urbano y uno rural del Departamento del Cusco. *X Congreso Peruano de Endocrinología.* Lima: Sociedad Peruana de Endocrinología.
50. Gautier JF, Mauvais-Jarvis F. 2001 Physical exercise and insulin sensitivity. *Diabetes Metab.*;27:255-260.
51. Gotshalk, L. A., Berger,R.A y Kraemer.W.J (2004) Cardiovascular response to a high-volume continuous circuit resistance training protocol. *J. Strength. Cond. Res.* 18:760–764.

52. Hargreaves, M. (1995) Exercise Metabolism. Champaign, IL: Human Kinetics.
53. Gonzalez, M. A. (1999). Manual para la evaluación de la educación física. Madrid, Escuela española.
54. Greiwe, Jeffrey S. Holloszy, John O. Semenkovich, Clay F. (2003) El Ejercicio induce a las Proteínas Lipoproteín Lipasa y GLUT- 4 en el Músculo independientemente de la Señalización por medio de los Receptores Adrenérgicos. PubliCE Premium. . Pid: 198.
55. Häkkinen, K., Parakinen, A. (1994) Serum hormones and strength development during strength training in middle – aged and elderly men and women. Acta Physiol. Scand., 150, 211 – 219.
56. Howlett, K, Febbraio M, y Hargreaves M.(1999) Glucose production during strenuous exercise in humans: role of epinephrine. Am. J. Physiol. 276 (Endocrinol. Metab. 39): E1130-E1135.
57. Islas A, S., y Lifshitz G, A., (1999) Diabetes Mellitus. Editorial Mc Graw Hill. México.
58. Hunter, G. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, N° 34.
59. Ishii, T. Yamakita y cols. 1998. Resistance Training Improves Insulin Sensitivity in NIDDM Subjects Without Altering Maximal Oxygen Uptake. *Diabetes Care* 21:1353-1355.
60. Jimenez. C.C.,(1997) Diabetes and exercise: the role of the athletic trainer. *J Athl Train* ; 32:339-343.
61. Kyle. J., Matthew. D.J. (2007) Resistance Training and Type-2 Diabetes. *Strength and Conditioning Journal* 29(1):42–48.
62. Kawamura, Y., Dyck, P.J. (1977) Lumbar Motoneurons of Man: III. the Number and Diameter Distribution of Large- and Intermediate-Diameter Cytons By Nuclear Columns *J. Neuro.*, 36, 956-963.
63. Langfort JL y cols.(2001) "The effect of low-carbohydrate diet on the pattern of hormonal changes during incremental, graded exercise in young men". *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2001;11(2):248-57.
64. Laxell, J. (2007) Evidence for Nervous System Degeneration with advancing age. *J Nut.*, 137, 10115- 10135.
65. Lorente, J. Fernández S, Font M, Caballero G, Pérez A.(2003) Enfoque contemporáneo de algunos aspectos de los factores de riesgo coronario. *Medisan.*;7(2):110-8.
66. López, Y.M. (2003). Envejecimiento Discapacidad y calidad de vida. Casa editora. 37(2) 74-105.
67. López, Ch. J, y Fernández. A. (2006) Fisiología del ejercicio (3 ed) Editorial panamericana.
68. Maiorana, A., G. O’driscoll, C. Goodman, R. Taylor, y D. Green. (2002) Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 56:115–123.

69. Matsudo, S.M., Keihan, V., Barros, T.L: y Matsudo,R. (2000). Impacto Do Envejecimiento Nas Variaveis Antropométricas, Neuromotoras E Metabolicas Da Aptito- Física. Rev. Bras. Cien. Mov. Brasilia, 8, 21 – 32.
70. Matsudo, S.M., Matsudo V.K.R., y Neto, T.L.,(2001) Actividade física E Envilecimiento: Aspectos Epidemiológicos. Revista Brasileira de Medicina del Deporte, 7,(1). 2-13.
71. Maughan, R.J.(1996) Biochemistry of exercise. Champaign, IL: Human Kinetics.
72. Mayer. D.P., Karta. J. (1998) Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity. JAMA 279:669-674.
73. Mayer. D. (2001) Obesidad y estilos de vida sedentarios: Factores de riesgo modificables para prevenir la Diabetes tipo 2. Current Diabetes Report Latin American ; 1(2): 167-174.
74. Mc Laughlin T , Reaven G, Abbasi F (2005) Hay un Camino para Identificar Individuos con Insulino Resistencia y Riesgo Aumentado de Enfermedad Cardiovascular Col Am J Cardiol 96: 399.
75. McArdle W.C., Katch F.I. y Katch VL. (1996): Exercise Physiology, 4 ed, MD, Baltimore, Williams and Wilkins.
76. Muñoz. C.K.A., y Salazar. G.B.C., (2005) Ejercicio de resistencia muscular en adultos con diabetes mellitus tipo 2. Rev Latino-am Enfermagem janeiro/fevereiro; 13(1):21-26.
77. Matsudo, S.M., Keihan, V., Barros, T.L: y Matsudo,R. (2000). Impacto Do Envejecimiento Nas Variaveis Antropométricas, Neuromotoras E Metabolicas Da Aptito- Física. Rev. Bras. Cien. Mov. Brasilia, 8, 21 – 32.
78. Matsudo, S.M., Matsudo V.K.R., y Neto, T.L.,(2001) Actividade física E Envilecimiento: Aspectos Epidemiológicos. Revista Brasileira de Medicina del Deporte, 7,(1). 2-13.
79. Mayer. D.P., Karta. J. (1998) Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity. JAMA 279:669-674.
80. Mayer. D. (2001) Obesidad y estilos de vida sedentarios: Factores de riesgo modificables para prevenir la Diabetes tipo 2. Current Diabetes Report Latin American ; 1(2): 167-174.
81. Mc Laughlin T , Reaven G, Abbasi F (2005) Hay un Camino para Identificar Individuos con Insulino Resistencia y Riesgo Aumentado de Enfermedad Cardiovascular Col Am J Cardiol 96: 399.
82. Clarkville, Tennessee: Mosby, 1994. Moore M. Nutrición y dietética: guía clínica de enfermería. 2ª edición.
83. Muñoz. C.K.A., y Salazar. G.B.C., (2005) Ejercicio de resistencia muscular en adultos con diabetes mellitus tipo 2. Rev Latino-am Enfermagem janeiro/fevereiro; 13(1):21-26.
84. Osorio. J. Porrás Cortés G, Bendall RP, Morales Villarreal F, Reyes Terán G, Ruiz-Palacios M.(1995) Cyclospora cayetanensis in patients with and without AIDS: Biliary disease as another clinical manifestation. Clin Infect Dis ;21:1092-1097.

85. Powers, S., and E. Howley. (2001) *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
86. Prado C, Carmenate MM, Martínez AJ, Díaz ME, Toledo EM. Composición corporal e hipertensión arterial en ancianos de la Habana, Cuba. *Antropo* 2001; 1: 11-22.
87. Ramírez, J.F., Viana, B. H., Gómez, J.R., Da Silva, M. E., Núñez V.M., Lancho. J.R.,(2006). Características antropométricas, de velocidad de movimiento y equilibrio dinámico mayores físicamente activos. *Arch. Med. J* (2), 1-18
88. Ramírez, J.R., Da Silva, M.E., Lancho, J.R., (2007). Influencia de un programa de entrenamiento con saltos en la fuerza explosiva, la velocidad de movimiento y el equilibrio dinámico de varones longevos *Rev. Esp. Geriatr. Geront* 4, 218-226.
89. Rodríguez F. Valoración de la condición física saludable en adultos (II): fiabilidad, aplicabilidad y valores normativos. *Apuntes Educación Física y Deportes* 1998, No 54.
90. Ramírez, J.R., Melo, C. y Laverde R.G (2009), Análisis de la relación entre la potencia, la capacidad anaeróbica y la velocidad desplazamiento en varones entre 50 y 60 años de edad con historia de entrenamiento aeróbico, *Arch Med* 5, (1), 1-8.
91. Ramírez J,R (2011) *Fuerza Muscular funcionalidad y envejecimiento*. Ed Universida Santo Tomas.
92. Ramírez F, García R, Silva F, López-Jaramillo P, Villa-Roel C.(2004) Glicemia en ayunas alterada es el factor de riesgo más sensible de enfermedad aterosclerótica coronaria en pacientes colombianos con angina. *Acta Med Colomb* ; 29: 302-311.
93. Resnick HE Y cols (2006)l. *Diabetes Care*. ;29:531–537
94. Regenstainer, J., Wolfen, E.(1995) Effects of non-insulin dependent diabetes on oxygen consumption during treadmill exercise. *Med. Sci.Sport Exerc*; 27: 875-881.
95. Rodriguez F., Venezuela, A., Gusi,N., Nachere S. y Gallaron I (1998) Valoracion de la condición física saludable en adultos (1) Antecedentes y Protocolos de la batería AFILSAC- INEFC revista apuntes 52- 54.
96. Rodríguez L. y Megías S. (2002) *El Anciano con Diabetes*. Publicado por la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición y la Sociedad Española de Medicina Geriátrica. España. .
97. Romijn J.A., Coyle E.F., Sidossis L.S., Gastaldelli A., Horowitz J.F., Endert E. y Wolfe R.R.:(1993) Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol*. 265: E380-E391.
98. Saavedra, C (2004) Aspectos referentes de la condición física El ejercicio y la salud. *Med. Sc Sport Exercice* 36 (8) 1382 – 1388.
99. Sandoval, D.A y cols.2004 Ejercicio y respuesta a la hipoglucemia en la diabetes tipo 1. *Diabetes*; Vol. 53 (7): 1798 – 806.
100. Sigal R, G Kenny, D Wasserman, C Castaneda-Sceppa. (2004). Physical activity/exercise and type2 diabetes. *Diabetes Care*; Oct; 27 (10): 2518-2539.

101. Sugimoto T y cols. (2002) "Effect of low-dose of recombinant human growth hormone on bone metabolism in elderly women with osteoporosis". *Eur J Endocrinol.* ;147(3):339-48.
102. Stewart, A. (2001). Community-based physical activity programs for adults age 50 and older. *J. Aging Phys. Act*, N° 9
103. Trelles, L. (1986) El envejecimiento del sistema Nervioso, Aspectos estructurales y Bioquímicos. *Rev. Neuropsiquiátrica*. 49 (4) 192- 202.
104. Tremblay, A., y Doucet E. (1999) Metabolic fitness in active reduced-obese individuals. *PubMed* Nov 7 (6) 556-563,
105. Verkhosansky, Y (1990) Entrenamiento deportivo Barcelona: M Roca.
106. Warburton, D.E.R., Nicol, C.W., Brendis, S.S.(2006) Health Benefits of physical activity: The evidence. *PubMed*. Mar 14;174(6):801-900.
107. Velásquez MC, Martínez LC, Camacho EI, Zepeda MA, Gutiérrez LM, Cisneros P. Estudio antropométrico en un grupo de hombres y mujeres de la tercera edad en la ciudad de México. *Salud Pública México* 1996, 38: 466-474.
108. Wandell .P.E. (2005) Quality of life of patients with diabetes mellitus. *Scand J Prim Health Care* ;23:68-74.
109. Wingard DL, Barrett, C., (1995) Heart disease and diabetes. In: *Diabetes in America*, 2nd ed, Harris MI (ed), National Institutes of Health, Bethesda, MD. p. 429.
110. Wilmore, J. Y Costill, D. (2004) *Fisiología del Esfuerzo y el Deporte* (2a ed.) Madrid Paidotribo.
111. WHO. Expert Committee on Diabetes Mellitus. Second report. Geneva Switzerland 1980 (WHO. technical report series N° 646)
112. Timiras, P.S. (1997). *Bases fisiológicas del envejecimiento y geriatría*. Barcelona: Masson.

ANEXOS

ANEXO 1. CUESTIONARIO DE APTITUD PARA LA ACTIVIDAD FISICA

El cuestionario de aptitud para la actividad física ha sido concebido para ayudarle a ayudarse a si mismo. El ejercicio físico se asocia a muchos beneficios para la salud si tiene la intención de aumentar su nivel de actividad física habitual. Para la mayoría de las personas la actividad física no presenta ningún problema o riesgo especial dicho cuestionario se realiza para descubrir aquellos pocos individuos para los que la actividad física puede ser inapropiada o aquellos que necesiten consejo medico con relación con el tipo de actividad más adecuada.

Marque con una X el cuadro correspondiente a aquellas preguntas que sean ciertas en su caso (Si X).

Si

- 1. ¿Le ha dicho alguna vez un medico que tiene una enfermedad del corazón y le ha recomendado realizar actividad física solamente con supervisión médica?.
- 2. ¿Nota dolor en el pecho cuando realiza alguna actividad física?-
- 3. ¿ Ha notado dolor en el pecho en reposo durante el ultimo mes?.
- 4. ¿ Ha perdido la conciencia o el equilibrio después de notar sensación de mareo?.
- 5. ¿ Tiene algún problema en los huesos o en las articulaciones que podría empeorar a causa de la actividad física que se propone realizar?.
- 6. ¿ le ha prescrito su médico medicación para la presión arterial o para algún problema de corazón?.
- 7. ¿ Sufre de diabetes Mellitus tipo 1 o 2?.
- 8. ¿Está al corriente, ya sea por propia experiencia o por indicación de un medico de cualquier otra razón que le impida hacer ejercicio sin supervisión médica?

ANEXO 3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Pruebas antropométricas y motrices condicionales

DATOS GENERALES

Nombre _____

Fecha de Nacimiento (dd/mm/aa) _____ lugar _____

(municipio/departamento) _____

Edad deportiva _____ (años) Barrio de residencia _____

DATOS ANTROPOMÉTRICOS

Estatura _____ cm Peso _____ Kg

PLIEGUES DE GRASA	1 ^a toma	2 ^a toma	3 ^a toma
Tricipital			
Bicipital			
Pectoral			
Subescapular			
Suprailíaco			
Abdominal			
Muslo			
Pierna media			
PERÍMETROS			
Brazo 90 ^a tensión			
Cintura			
Cadera			

Muslo			
Pierna media			
DIÁMETROS			
Muñeca			
Codo			
Rodilla			

ANEXO 2

FORMULARIO DE REGISTRO FUNCIONAL

Código Asignado

--	--	--	--

Nombres sujeto: _____ Documento Identidad: _____

Fuerza explosiva (tren inferior)

PRUEB	J	MJ	C	SJ	CMJ	CMJas
AS			MJ as	+ representativo		
Pré 0						
Pos 1						
Pos 2						
Pos 3						
Pos 4						

Resistencia a la fuerza rápida (RFR)

Esfuerzo realizado durante la prueba (ERP)

PR	Media 1 (3 primeros saltos)	Media 2 (3 últimos saltos)	RFR Media 1/ Media 2	ERP Med ia 1/ CMJ
Pré 0				
Pos 1				
Pos				

2								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

Pruebas Funcionales

PRUEBA	V	Velocidad	Equilibrio	C
AS	30	Agilidad	Dinámico	Glucosa
Tiempo (min/sg)	m	ad 30 m	6 m	
Pré 0				
Pos 1				
Pos 2				

Fecha Prueba: D ___ M ___ A ____

Valorado por:

ANEXO 3. FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES



**FACULTAD DE SALUD
GRUPO DE INVESTIGACION CUERPO MOVIMIENTO**

FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES

Título del proyecto: COMPORTAMIENTO DE LA GLUCOSA EN ADULTOS DEPORTISTAS AFICIONADOS DE 50 A 70 AÑOS SOMETIDOS A PRUEBAS DE CAPACIDAD Y POTENCIA ANAERÓBICA

Manizales, _____ Yo, _____ una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de intervención y evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a _____, docente/estudiante de la Universidad Autónoma de Manizales, y Universidad Santo Tomas Bogota, para la realización de las siguientes procedimientos:

1. Registro de información sobre diagnóstico médico
2. Registro de información sobre la valoración de mi condición física saludable a través de las siguientes pruebas: test de saltabilidad ,test de Glucometria test de fuerza muscular, medición de talla, peso, perímetros cintura y cadera entre otros, (es decir realizar la evaluación y posteriormente registrar dichos datos)

Adicionalmente se me informó que:

Mi participación en esta investigación es completamente libre y voluntaria, estoy en libertad de retirarme de ella en cualquier momento.

No recibiré beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitirán mejorar los procesos de evaluación de procesos de promoción de la salud.

- Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores.
- Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas. Esto también se aplica a mi cónyuge, a otros miembros de mi familia y a mis médicos.

HUELLA

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea.

Firma

CC No. _____ de _____