

**APLICACIÓN DEL EJERCICIO AEROBICO COMO UNA ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE
LOS NIVELES DE GLUCOSA EN SANGRE EN PACIENTES MAYORES DE 40 AÑOS (ESTUDIO
DE CASO)**

ESTUDIANTE:

JOSE LUIS PORTILLA HENAO

UNIVERSIDAD DEL VALLE

INSTITUTO DE EDUCACION Y PEDAGOGIA

LICENCIATURA EN EDUCACION FISICA Y DEPORTES

PALIMIRA

2013

**APLICACIÓN DEL EJERCICIO AEROBICO COMO UNA ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE
LOS NIVELES DE GLUCOSA EN SANGRE EN PACIENTES MAYORES DE 40 AÑOS (ESTUDIO
DE CASO)**

ESTUDIANTE:

JOSE LUIS PORTILLA HENAO

DIRECTORA:

ESP. MARIA ELANA RONDON GONZALEZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE

INSTITUTO DE EDUCACION Y PEDAGOGIA

LICENCIATURA EN EDUCACION FISICA Y DEPORTES

PALIMIRA

2013

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Palmira, octubre del 2013

DEDICATORIA

En primer lugar a ti Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida, también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A la Lic. María Elena Rondón por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realiza gracias a muchas personas en primer lugar a mis padres, por el apoyo incondicional y por ser un eje en mi vida, a la profe María Elena por haber ha sumido mi tutoría y guiarme con su experiencia, a la Doctora Nora Giraldo por haberme abierto las puertas de la fundación Liga Palmira de Diabetes, a todos las personas que regalaron su tiempo por 8 semanas para colaborarme en este proyecto como lo fue doña Aide, Alba, Eugenia, Maria Estella y don Hernan.

A todos mis profesores que aportaron en mi vida y me hicieron crecer como profesional y como persona.

A todos mis compañeros que me apoyaron y los que se convirtieron en grandes amigos.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción	11
2. Justificación	13
3. Tema	15
4. Antecedentes	16
5. Fundamento del problema	20
6. Objetivos del trabajo	21
6.1 Objetivo general	18
6.2 Objetivo específico	18
7. Estrategia Metodológica	22
8. Referente legal	30
9. El carbohidrato en el cuerpo	31
9.1 Diabetes	33
9.1.1 Complicaciones agudas /severas de la DM2	36
Complicaciones oftalmológicas	36
Complicaciones renales	37
Pie diabético	38
9.1.2 Hipertensión arterial y Diabetes	38
9.1.3 Diabetes y dislipidemia	39
9.1.4 Enfermedad Coronaria	39
9.1.5 Objetivos en el tratamiento integral del DM2	40
9.1.6 Educación de las personas con DM2	41
9.2 Tratamiento no farmacológico	41
9.2.1 Ejercicio	41
Ejercicio Anaeróbico	42
Ejercicio aeróbico	42
9.2.2 Ejercicio y diabetes	43
Carga del ejercicio	44
Intensidad	44
Volumen	45
9.2.3 Índice del nivel de estado físico	45
9.2.4 Consideraciones importantes a la hora de realizar ejercicio	46
9.2.5 Plan alimentación	46

Índice glucémico y carga glucémica	52
9.3 Antropometría	53
9.3.1 Puntos anatómicos	53
9.3.2 Longitudinales	55
9.3.3 Transversales	55
9.3.4 Perímetros	55
9.3.5 Diámetros	56
9.3.6 Pliegues cutáneos	57
10. Propuesta pedagógica	59
10.1 Justificación	59
10.2 Objetivos de la propuesta	60
10.3 Proceso metodológico	60
10.4 Proceso didáctico	61
11 Análisis e interpretación de resultados	74
11.1 Presentación de resultados, Caso 1	74
11.2 Presentación de resultados, Caso 2	84
11.3 Presentación de resultado, Caso 3	93
11.4 Presentación de resultados, caso 4	102
12 Conclusiones	112
13 Recomendaciones	113
14 Bibliografía	114
15 Anexos	117

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Escala de clasificación del IMC según la OMS	25
Tabla 2: Ecuaciones de predicción de % de grasa corporal según Yuhasz	28
Tabla 3: Escala para clasificar el porcentaje de grasa en hombres no deportistas (Hoeger)	28
Tabla 4: Escala para clasificar el porcentaje de grasa en mujeres no deportistas (Hoeger)	29
Tabla 5: Escala para clasificar el nivel del estado físico general	45
Tabla 6: Ejemplo de desayuno	51
Tabla 7: Diferencia entre índice glicémico y la carga glicémica	52
Tabla 8: Relación de la duración y la intensidad de cada sesión de entrenamiento	70
Tabla 9: Primera toma de datos caso 1	75
Tabla 10: Primera toma de pliegues, perímetros y diámetro caso 1	76
Tabla 11: Volumen e intensidad de la fase central caso 1	78
Tabla 12: Glucometría antes del entrenamiento caso 1	79
Tabla 13: Segunda toma de datos caso 1	79
Tabla 14: Segunda toma de pliegues y perímetros caso 1	80
Tabla 15: Primera toma de datos caso 2	84
Tabla 16: Primera toma de pliegues, perímetros y diámetros caso 2	85
Tabla 17: Volumen e intensidad de la fase central caso 2	87
Tabla 18: Glucometría antes del trabajo aeróbico	88
Tabla 19: Segunda tomada de datos caso 2	89
Tabla 20: Segunda toma pliegues, perimetros y diametros	89
Tabla 21: Primera toma de datos caso 3	93
Tabla 22: Primera toma de pliegues, perímetros y diámetros caso 3	92
Tabla 23: Volumen e intensidad de la fase central caso 3	96
Tabla 24: Glucometría antes del trabajo aeróbico	97
Tabla 25: Segunda tomada de datos caso 3	98
Tabla 26: Segunda toma pliegues, perimetros y diametros	98
Tabla 27: Primera toma de datos caso 4	102
Tabla 28: Primera toma de pliegues, perímetros y diámetros caso 3	103
Tabla 29: Volumen e intensidad de la fase central caso 4	105
Tabla 30: Glucometría antes del trabajo aeróbico	106
Tabla 31: Segunda tomada de datos caso 4	107
Tabla 32: Segunda toma pliegues, perimetros y diametros	107

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1: Componentes de peso caso 1, toma 1	76
Figura 2: Componentes de peso caso 1, toma 2	79
Figura 3: Comparación hemoglobina glucosilada caso 1	81
Figura 4: Comparación de los pliegues cutáneos entre la toma 1 y 2, caso 1	82
Figura 5: Comparación toma 1 y 2 del perímetro abdominal caso 1	83
Figura 6: Índice del nivel de estado físico toma 1 y 2, caso 1	83
Figura 7: Componentes de peso caso 2, toma 1	86
Figura 8: Componentes de peso caso 2, toma 2	90
Figura 9: Toma 1 y 2 del examen de hemoglobina glucosilada caso 2	90
Figura 10: Comparación de los pliegues cutáneos entre la toma 1 y 2, caso 2	91
Figura 11: Comparación de toma 1 y 2 del perímetro abdominal, caso 2	92
Figura 12: Índice de nivel de estado físico toma 1 y 2 caso 2	92
Figura 13: Componentes de peso caso 3, toma 1	95
Figura 14: Componentes de peso caso 3, toma 2	99
Figura 15: Toma 1 y 2 del examen de hemoglobina glucosilada, caso 3	99
Figura 16: Comparación de los pliegues cutáneos entre la toma 1 y 2, caso 3	100
Figura 17: Comparación de toma 1 y 2 del perímetro abdominal	101
Figura 18: Índice de nivel de estado físico toma 1 y 2 caso 3	101
Figura 19: Componentes de peso caso 4, toma 1	104
Figura 20: Componentes de peso caso 4, toma 2	108
Figura 21: Toma 1 y 2 del examen de hemoglobina glucosilada, caso 4	108
Figura 22: Comparación de los pliegues cutáneos entre la toma 1 y 2, caso 4	109
Figura 23: Comparación de toma 1 y 2 del perímetro abdominal, caso 4	110
Figura 24: Índice de nivel de estado físico toma 1 y 2 caso 4	110

Lista de anexo

Anexo 1. Consentimiento informado	117
Anexo 2. Exámenes de hemoglobina glucosilada (copias)	124

1. INTRODUCCION

Este trabajo plantea una intervención sistematizada a través de ejercicios aeróbicos de bajo impacto a 4 personas mayores de 40 años que padecen diabetes tipo II; con ello se busca ayudar a controlar los niveles de glucosa en sangre optimizando así su calidad de vida. Para cuantificar este control se hará un examen de hemoglobina glucosilada al principio del programa y al final de este, y se tomarán glucometrías constantemente para estar evaluando el comportamiento de la glucosa en sangre y así poder ser analizados por medios estadísticos. Los resultados que se esperan obtener de esta investigación son que al final del programa de ejercicios aeróbico, los pacientes mejoren su calidad de vida, que se regule la glucosa en sangre y al final el examen de hemoglobina glucosilada debe reducir con respecto al primero.

La aplicación de un programa de ejercicio aeróbico para una población con Diabetes tipo 2 requiere un conglomerado de conocimiento para poder llevar un diseño adecuado del mismo, para poder determinar las actividades y procedimientos que pudiese ser más adecuados para ellos. El reclutamiento de las personas no fue una tarea fácil; a pesar de que fue con la ayuda de una fundación, no todas las personas estaban dispuestas o no tenían el suficiente tiempo para someter a este tipo de programa, ya que muchas veces las personas le dan mucha prioridad a sus actividades laborales y no generan un espacio para el tratamiento de su enfermedad. Es por esto que es necesario programas de ejercicio dirigidos a grupos no solo con diabetes sino también a cuadros patológicos que requiere el ejercicio como tratamiento fundamental en el control de su enfermedad. El escenario donde se realizó el programa se consiguió por gestión a través de la fundación donde se permitió el ingreso por ocho semanas tiempo por el cual se desarrolló la investigación. Se cree que una de las formas de masificar el ingreso a grupo de ejercicio físico con cuadros patológicos es que el área de salud ocupacional de las empresas empiece a incluir este tipo de programas en su plan de desarrollo.

Hoy en día no se cuestiona que el ejercicio es un factor fundamental en el tratamiento de la diabetes tipo II, junto a la dieta y el tratamiento farmacológico adecuado, los efectos del ejercicio en las personas que padecen diabetes tipo II son muy beneficiosos porque reduce la resistencia a la insulina y sus niveles plasmáticos en sujetos hiperinsulinémicos ya que provoca un aumento en la

capacidad de unión entre la hormona (insulina) y los monocitos y eritrocitos que circulan, además; al realizar ejercicio regular, mejora el control metabólico puesto que moviliza de forma rápida y estable los recursos del cuerpo, economizándolos, así como disminuye los niveles de triglicéridos debido a que aumenta la relación entre el colesterol HDL y el colesterol total. El ejercicio también produce un control del peso corporal y contribuye al control de la diabetes debido a que mejora la sensibilidad a la insulina, finalmente el diabético no insulino-dependiente al realizar ejercicio físico puede ahorrar trabajo a las células beta del páncreas y permitir a estas personas controlar su enfermedad solo con dieta y ejercicio.

El énfasis de esta investigación se encuentra en la educación física y su campo de aplicación es la salud, por que con esta propuesta se trabajara gimnasia terapéutica dirigida a grupos de riesgo, en este caso a las personas que padecen diabetes tipo II. La propuesta se inscribe en Actividad Física y Calidad de vida (AFYCAVI) y específicamente en la línea de satisfacción personal y estilos de vida saludable.

2. JUSTIFICACION

Durante las últimas décadas la diabetes se ha incrementado de forma significativa, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el mundo hay 346 millones de personas diabéticas ; a sabiendas de que en el mundo hay 7.000 millones de personal, esta cifra indica que las personas diabéticas representan casi el 5% de la población mundial. Esta enfermedad está considerada como un problema de salud pública mundial, que afecta a todas las clases sociales. Esta afección Puede surgir por descuido en sus hábitos de vida saludable, como estar en sobrepeso u obesidad, no hacer ejercicio y una alimentación inadecuada puede aumentar el riesgo considerablemente de padecer la enfermedad, además cuando se va teniendo más edad hay mayor riesgo pues por el proceso normal de envejecimiento el metabolismo empieza hacerse lento y no se puede sintetizar los micro y macro nutrientes tan fácilmente. Saber exactamente cuántas personas diabéticas hay en Colombia en estos momentos es muy complicado, pero si hay datos de la mortalidad que causa esta enfermedad en el país. Según el programa, Así Vamos en Salud, esta enfermedad ha segado la vida de 6.859 colombianos en el 2010 y específicamente en el Valle del Cauca ha causado 886 muertes teniendo la segunda tasa más alta del país, siendo superando solo por Bogotá DC. Pero lo interesante es que Bogotá DC, supera al Valle del Cauca en población y la tasa de mortalidad de Bogotá solo supera al valle por 98 personas, pero si se hace una relación del número de población de los departamentos versus la tasa de mortalidad, sin duda el Valle tendrá la tasa más alta de mortalidad en Colombia por diabetes. Una hipótesis para explicar esta situación podría ser: por ser un sector azucarero, mucho de los productos que los vallecaucanos consumen a diario tienen altos contenidos de azúcar y consumiendo estos productos a lo largo de la vida pueden desatar esta enfermedad, esta reflexión se fundamenta, porque en departamentos como Guainía en el 2010 tuvieron 4 muertes por esta enfermedad, es un departamento que no es tan industrializado como el Valle del Cuaca y sus productos autóctonos no están hechos a base de azúcar, debido a esto la alimentación de los habitantes de Guainía puede resultar más saludable.

La diabetes se ha incrementado significativamente en los últimos tiempos, aumentando el número de muertos especialmente en adultos y adultos mayores, hay que darle una mirada desde múltiples enfoques para determinar verdaderamente el porqué del aumento de esta enfermedad; los avances

tecnológicos de las últimas tres décadas han aportado en gran significancia este aumento, se analiza y compara el diario vivir de una persona en la edad productiva hace 30 años y una en la actualidad, se encontró que la persona de hace 30 años tenía una mayor actividad física, porque el trabajo no era tan tecnificado como en la actualidad, los mecanismos de transporte no estaban tan masificados como hoy en día. Por ende su gasto calórico era mayor y así su ingesta debía ser elevada, pero en la actualidad se sigue teniendo la misma ingesta pero se ha disminuido significativamente la actividad física, debido a los grandes avances tecnológicos que acerca al humano cada vez más al sedentarismo, aumentando la obesidad que desata una gran cantidad de enfermedades entre ellas la diabetes mellitus tipo II.

Por esto hay que fomentar los estilos de vida saludable enfatizando en la actividad física especialmente como un gran contribuyente a combatir las enfermedades crónicas no contagiables entre esas la diabetes mellitus tipo II, porque permite tener un control adecuado de estas afecciones. En este sentido, desarrollar programas de acondicionamiento físico para diabéticos, ayudara a las personas a tener un tratamiento integral, que serán más efectivo en el control de esta enfermedad, aumentar la expectativa y la calidad de vida de aquellas personas, aparte de ayudar a controlar la afección, van a tener un mejor tono muscular, su índice de masa corporal tiene la tendencia a estar en los valores normales, los valores de colesterol y triglicéridos estarán en los parámetros normales evitando una dislipidemia simple o mixta, su perímetro abdominal bajara evitando el riesgo cardiovascular.

3. TEMA

Diabetes tipo 2

4. ANTECEDENTES

Según la Organización Mundial de la Salud la diabetes es “una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. La insulina es una hormona que regula el azúcar en la sangre. El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la sangre), que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas, especialmente los nervios y los vasos sanguíneos”¹, y esta misma organización define la diabetes tipo II como “la utilización ineficaz de la insulina”². A continuación se describirá los estudios afines que se han encontrado

El primer estudio que se encontró, trataba de determinar si un programa de ejercicios de sobrecarga era adecuado para mejorar los niveles de hemoglobina glicosada en adultos sobre los 50 años con diabetes tipo II en la región metropolitana.³ Este estudio lo hicieron porque en el ámbito nacional de Chile no había evidencia científica que los ejercicios de sobrecarga fuera benéficos para el control de glucosa en sangre en personas con diabetes tipo II, la población estaba conformada por hombres y mujeres mayores de 50 años de la región metropolitana atendidos en el hospital clínico de la Universidad de Chile, con una muestra de 8 personas elegidos no aleatoriamente y por conveniencia. El programa de ejercicios de sobrecarga fue desarrollado durante 8 semanas, con una frecuencia de tres veces por semana con sesiones de 60 minutos de duración aproximadamente, trabajándose 6 grupos musculares en 5 ejercicios, realizando 3 series con una carga que pudiese ser levantada entre 10 y 15 repeticiones hasta llegar a la fatiga muscular. Los resultados obtenidos por los investigadores no fueron los esperados, en los niveles de hemoglobina glicosada no se encontró mejoría por el contrario tres de los 8 pacientes aumentaron sus niveles de hemoglobina glicosada. Mientras los niveles de colesterol y triglicéridos si bajaron considerablemente.

¹ Organización mundial de la salud (OMS) <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/index.html>

² Ibid

³ Guajardo Muñoz, Felipe Andrés. Suranyi González, Carolina Andrea. Efectos de un programa de Ejercicios de Sobrecarga sobre el control glicémico en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2. Universidad de Chile: 2006.

. La segunda investigación que se encontró fue un trabajo para valorar los cambios en la calidad de vida de pacientes diabéticos después de un programa de ejercicio físico.⁴ En esta investigación se seleccionaron dos grupos de 10 pacientes cada uno, se evaluaron con biometría hemática, química sanguínea, perfil de lípidos, espirometría realizada con base en los lineamientos de la Sociedad Americana del Tórax, caminata de 6 min estandarizada para valorar tolerancia al ejercicio, presión máxima de músculos inspiratorios y espiratorios (PI_{máx}, PE_{máx}) tomando los criterios reportados por Black & Hyatt, aplicaron cuestionario de calidad de vida SF-36 y se realizaron pruebas de esfuerzo cardiopulmonar. En el grupo I (experimental) se le prescribió el ejercicio tres veces por semana por 12 semanas se inició con una intensidad del 50% del VO₂máx hasta lograr 70%. El grupo II (control) realizó el ejercicio en forma libre sin carga con la misma frecuencia y tiempo que el grupo I. Cuando terminaron las 12 semanas de ejercicio realizaron una nueva valoración con química sanguínea, prueba de esfuerzo cardiopulmonar, así como cuestionario de calidad de vida SF-36. Los resultados que encontraron por parte de los investigadores fue que en tres meses se vio mejoría en los dos grupos en los niveles de glucosa sanguínea, pero en el grupo experimental la mejoría fue más notoria. Además mejoró su VO₂max con ejercicio prescrito, observaron cambios estadísticamente significativos en las ocho escalas del cuestionario de calidad de vida.

Otro estudio relacionado tenía como objetivo determinar el efecto de la dieta y ejercicio como conductas protectoras en el control glucémico de adultos con diabetes tipo II.⁵ Este estudio fue de tipo descriptivo y se llevó a cabo con 120 adultos de ambos sexos, escogidos intencionalmente; recolectando información mediante entrevista personal y recolectando mediciones tales como peso, talla, hemoglobina glicosilada y el análisis fue de tipo cuantitativo, los resultados arrojaron que el 62% de las personas sufrían de obesidad y de descontrol glucémico el 42%. También concluyeron que el apoyo familiar en esta enfermedad es una conducta protectora para estas personas.

Un cuarto estudio revisado tenía como objetivo determinar el cambio en la hemoglobina glicosilada en pacientes diabéticos tipo II sedentarios al realizar

⁴ González Calvo, Martha Adelina. Domínguez Flores, María Eugenia. Robledo Pascual, Julio César. María Guadalupe, Fabián San Miguel. Lezama Cohen, Margarita. Cambios en la calidad de vida en pacientes diabéticos después de un programa de ejercicio. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, 2003

⁵ Gallegosa, Esther. Bañuelos, Yolanda. Conductas protectoras de salud en adultos con diabetes mellitus tipo II. Universidad de Antioquia: 2004

ejercicio aeróbico 2 o 3 veces por semanas en días alternos.⁶ Los investigadores lo realizaron en la Unidad de Medicina Familiar del Instituto Mexicano del Seguro Social en San Luis Potosí. Tomaron dos grupos de 25 personas, que realizaron ejercicio 2 y 3 veces por semana y se tomaron dos medidas de hemoglobina glicosilada a las 8 y 16 semanas, capacidad aeróbica, IMC y cumplimiento. Entre los dos grupos no hubo grandes diferencias, pero si en la hemoglobina glicosilada, que bajó considerablemente. Los autores llegaron a la conclusión que el ejercicio aeróbico moderado es bien tolerado, bajando considerablemente los niveles de hemoglobina glicosilada.

Otro estudio revisado tenía como objetivos Probar la efectividad del ejercicio de resistencia muscular en las cifras de hemoglobina glucosilada (HbA1c), en la fuerza muscular y en la fortaleza muscular percibida; explorar la influencia de la dieta, otros ejercicios, hipoglucemiantes y manifestaciones asociadas a episodios de hipoglucemia o hiperglucemia sobre el control glucémico de adultos con diabetes mellitus tipo 2 provenientes de los consultorios de endocrinología de dos hospitales públicos de la Ciudad de Monterrey, México.⁷ Los resultados que obtuvieron fueron que el grupo experimental mostró decrementosignificativo en el porcentaje de HbA1c, e incremento en la fuerza muscular y fortaleza muscular percibida ($p < .001$). Posterior a la intervención ocho de once alcanzaron valores normales de HbA1c. No hubo efecto de las covariables. Conclusiones. Este tipo de intervención puede ayudar al control glucémico en adultos con diabetes mellitus tipo 2.

Un sexto estudio describe la experiencia de aplicación del ejercicio a un grupo de 15 personas con diagnóstico de Diabetes Mellitus de tipo II, en las cuales se observaron importantes variaciones en los niveles de glicemia, a la vez que se gestaban cambios en los indicadores generales de la condición física.⁸

Estos estudios son los que se han encontrado hasta el momento, estas investigaciones han ayudado a aclarar el panorama de este trabajo; todos los

⁶Andrade-Rodríguez, Héctor de Jesús. Valadez-Castillo, Francisco Javier. Hernández-Sierra, Juan Francisco Gordillo-Moscoso, Antonio Augusto. Dávila-Esqueda, María Eugenia. Díaz-Infanteb, Carlos Loredó Efectividad del ejercicio aeróbico supervisado en el nivel de hemoglobina glucosilada en pacientes diabéticos de tipo 2 sedentarios. Universidad Autónoma de San Luis Potosi Mexico: 2006

⁷ Muñoz Canché Karina Asunción, Salazar González Bertha Cecilia. EJERCICIO DE RESISTENCIA MUSCULAR EN ADULTOS CON DIABETES MELLITUS TIPO 2, Mexico: 2005

⁸Yohanna María Montenegro Mejía, Johanna Fernanda Rodríguez Maya, Angélica María Rodríguez Velasco. EFECTOS DEL EJERCICIO FISICO EN PERSONAS CON DIABETES MELLITUS TIPO II, Universidad Manuela Beltrán. Colombia: 2005.

estudios revisados anteriormente confirman que el ejercicio aeróbico es un gran contribuyente para el control de la diabetes mellitus tipo II, acompañado de una buena alimentación. Además con estas investigaciones se detectaron mecanismos de evaluación que se pueden utilizar en este trabajo para ver si el programa de ejercicio aeróbico que se va a plantear es efectivo. También se encontraron buenas estructuras de trabajos y en mi concepto buenos lineamientos de los marcos conceptuales, especialmente el del primer trabajo revisado. Por otra parte resaltan la importancia de que el ejercicio sea dirigido por una persona calificada para poder que se lleve un programa de ejercicio sistematizado y con un seguimiento riguroso, por último uno de los estudios menciona algo que pueden afectar en los niveles de glucosa en sangre, esto es el estrés y el apoyo familiar.

5. FUNDAMENTACIÓN O PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La diabetes es una enfermedad que degrada la calidad de vida de las personas y como se ha mencionado anteriormente, no se cuestiona que el ejercicio y una buena alimentación son factores determinantes para su control, pero el interrogante es por qué las personas afectadas por esta enfermedad no lo hacen. Son muchas las posibles respuestas en el contexto para esta realidad, entre ellas puede mencionarse la falta de programas integrales para el control de esta enfermedad ofrecidos por la red de instituciones prestadoras de salud y la motivación o interés de las personas afectadas, además el desconocimiento de la clase de ejercicio que estas personas con estas condiciones no pueden realizar. Considerando lo anterior, la pregunta que orienta este trabajo es ¿puede el ejercicio aeróbico controlar los niveles de glucosa en sangre?

6. OBJETIVOS DEL TRABAJO

6.1. Objetivo General

- Controlar los niveles de glucosa en sangre a personas mayores de 40 años diagnosticadas con diabetes tipo II por medio del ejercicio aeróbico de bajo impacto.

6.2. Objetivo Especifico

- Desarrollar y Aplicar un programa de ejercicio aeróbico de bajo impacto para personas diagnosticadas con diabetes tipo II, en personas mayores de 40 años de la Fundación Liga Palmirana de Diabetes.
- Evaluar el programa de ejercicio aeróbico de bajo impacto a través del examen de hemoglobina glicosilada y medidas antropométricas para personas diagnosticadas con diabetes tipo II, en pacientes mayores de 40 años de la Fundación Liga Palmirana de Diabetes.
- Analizar los resultados para ver si el programa de ejercicio aeróbico es un instrumento adecuado para mejorar los niveles de hemoglobina glicolisada.

7. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

El presente trabajo de investigación es de enfoque cualitativo porque explica las causas y las repercusiones de una pequeña comunidad que padecen de una enfermedad en común llamada diabetes tipo 2. Según Tamayo M. “esta clase de trabajos suelen ser de orden explicativo y se usan en pequeños grupos”, contemplando lo anterior, este trabajo cumple con las características nombradas y por esto se ajusta al enfoque mencionado anteriormente.

El método utilizado es la investigación acción participativa (IAP) por que el problema se origina en el grupo, debido a los malos hábitos alimenticios y el sedentarismo que son unas de las potenciales causantes de la diabetes tipo 2, además, se trata de dar una solución a este problema, involucrando al grupo con esta enfermedad en común, diseñando para ellos un programa de ejercicio aeróbico controlado. Según en el libro investigar en educación y pedagogía, en las investigaciones IAP, los investigados se convierten en investigadores activos por medio de diálogos reflexivos; con el fin de proponer una solución al problema central, en el mismo libro describe que “las soluciones buscan mejorar los niveles de eficiencia del grupo” y en esta intervención se pretende poder mejorar la calidad de vida de las personas afectadas. Por lo concebido anteriormente, la investigación (IAP) es la que más se ajusta a las necesidades de este trabajo debido a las características especiales que conlleva esta.

Esta intervención se realiza en la fundación Liga Palmirana de Diabetes ubicada en el municipio de Palmira. Esta fundación cuenta con una población aproximadamente de 48 miembros inscritos y la muestra que se tomó para este estudio fue de 4 personas, este proceso pedagógico tiene una duración de intervención de 8 semanas, al inicio de este programa se toma un examen de hemoglobina glucosilada para hacer un diagnóstico previo y el mismo examen se toma al finalizar para ver los resultados obtenidos. Además se hará un evaluación cine antropométrica al principio y al final del programa de ejercicio aeróbico para analizar los cambios que se obtienen en su composición corporal, en el transcurso de este programa se estarán tomando glucometrías antes de iniciar cada sesión del programa, para evaluar la condición de las personas participantes, se realizara recomendaciones nutricionales con el fin de observar un mayor efecto de este programa de ejercicio aeróbico. A pesar que de que es un estudio cualitativo se utilizaran herramientas cuantitativas como medios estadísticos para al interpretar algunos resultados.

La técnica de recolección de datos escogida es el diario de campo, porque en él, se registran los elementos importantes de la sesión, es una herramienta que le permite al investigador sistematizar las experiencias del día a día, teniendo así un enfoque más reflexivo, además este diario se complementará con otras herramientas para poder llevar un control más minucioso de la investigación, estas son:

Examen de hemoglobina glucosilada: esta es una prueba sanguínea, que se le realiza muy a menudo a personas que padecen DM2 por que determina el promedio de la glucosa durante los últimos 60 a 90 días y así refleja el comportamiento de la glucosa en sangre, este examen se tomara al principio y al final intervención como la prueba más eficiente que el ejercicio aeróbico puede contribuir o no al control de la glucemia.

Tal, está compuesta por tres variedades de hemoglobina llamada: hemoglobina A, hemoglobina A2 y hemoglobina F. La hemoglobina A es la más abundante porque sola representa, aproximadamente, 97%. Dentro de esta misma fracción hay varios grupos, también conocidos como fracciones menores (HbA1a, HbA1b y HbA1c), las cuales se diferencian entre sí de acuerdo con la velocidad de movimiento durante el proceso de electroforesis.⁹ Existe una relación directa entre el promedio de glucosa y la HbA1c seria por que la glucosilación es relativamente lenta, un proceso no enzimático que ocurre durante 120 días de vida media del eritrocito, sin embargo la HbA1c no representa el promedio de glucosa de los últimos 120 días, así lo muestra los modelos teóricos y estudios clínicos de Goldstein DE, Little RR, Wiedmeyer HM, por eso hace pensar que la HbA1c representa el promedio de la glucosa durante las últimas 6 a 8 semanas.^{10 11}

Evaluación cine antropométrico: se tomaran una serie de medidas al principio de la intervención y al finalizar esta, para evidenciar y registrar los cambios que en la composición corporal se puedan llegar a dar durante las 8 semanas.

A continuación, se explica el protocolo a seguir en la toma de las diferentes medidas antropométricas.

⁹ Bunn HF, Haney DN, Kamin S, Gabbay KH, Gallop PM. The biosynthesis of human hemoglobin A1c. Slow glycosylation of hemoglobin. J Clin Invest 1976 ;57: 1652-9.

¹⁰ Goldstein DE, Little RR, Wiedmeyer HM, et al. Glycated hemoglobin: methodologies and clinical applications. Clin Chem 1986;32(10 Suppl):B64-70.

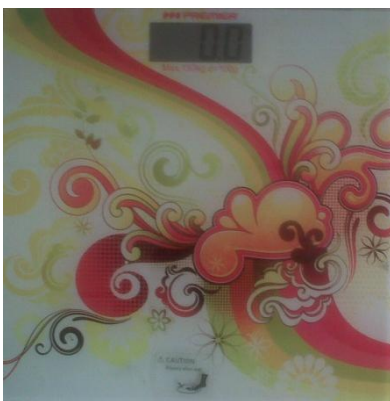
¹¹ Pérez Páez I, Rodríguez Weber F, Díaz Greene E, Cabrera Jardines R. Mitos y realidad de la hemoglobina glucosilada. Medicina Interna de México Volumen 25, núm. 3, mayo-junio 2009

Para efectos de este trabajo, se realiza una evaluación de parámetros generales, tales como talla y peso, con el fin de conocer el IMC.

Talla: la persona se pone en paralelo con una pared, en dicho muro se pega una cintra métrica hasta la altura de 2 metros; para tomar la medida de la persona y evitar errores se pone una escuadra de 45° o de 30° por encima de la cabeza, donde roce el vértex y se apoya contra la pared. Esta medición se realiza sin zapatos, colocando los pies paralelos y con los talones unidos; en el momento de la toma se le pide al sujeto que haga una inspiración profunda para poder obtener una extensión máxima.



Peso corporal: para la toma de esta medida se utiliza una pesa Premier Digital Scale modelo PB-3931, la persona se sitúa en el centro de la báscula con la menor ropa posible sin zapatos, y sin objetos personales tales como aretes, reloj, cadenas; además se debe evacuar la vejiga antes de la toma y evitar las comidas pesadas.



Índice de Masa Corporal (IMC): este índice se halla a través de los dos datos a mencionados anteriormente. Estos se aplica en la siguiente formula:

IMC= peso/ estatura al cuadrado

Tabla 1: Escala de clasificación del IMC según la OMS

Clasificación	IMC (kg/m ²)	
	Valores principales	Valores adicionales
Infrapeso	<18,50	<18,50
Delgadez severa	<16,00	<16,00
Delgadez moderada	16,00 - 16,99	16,00 - 16,99
Delgadez aceptable	17,00 - 18,49	17,00 - 18,49
Normal	18,50 - 24,99	18,50 - 22,99 23,00 - 24,99
Sobrepeso	≥25,00	≥25,00
Sobrepeso	25,00 - 29,99	25,00 - 27,49 27,50 - 29,99
Obeso	≥30,00	≥30,00
Obeso tipo I	30,00 - 34,99	30,00 - 32,49 32,50 - 34,99
Obeso tipo II	35,00 - 39,99	35,00 - 37,49 37,50 - 39,99
Obeso tipo III	≥40,00	≥40,00

Fuente: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/> : 2010

Posteriormente a las tomas de parámetros generales, se toman unas medidas más especializadas para medir la grasa localizada en las distintas partes del cuerpo.

Pliegues:

El instrumento utilizado para la toma de pliegues es un adipometro SLIMGUIDE, según el libro de test funcionales; el pliegue cutáneo se toma con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda y con la mano derecho se sostiene el adipometro, el calibrador se abre aproximadamente a unos 6 a 8 centímetros. Con la mano izquierda se eleva una doble capa de piel y se hala hacia fuera para que se forme el pliegue, la lectura de este se hace ver a los dos segundos de haber presionado el pliegue.



Pliegue cutáneo tricipital: esta se toma aproximadamente unos 6 a 8 centímetros arriba del codo (acromio).

Pliegue del bíceps: este se toma en el punto mayor del perímetro del brazo, pliegue paralelo al eje mayor del brazo, sobre el musculo.

Pliegue cutáneo subescapular: este pliegue se toma a 2 centímetros en la línea que corre lateralmente y oblicua siguiendo el clivaje de la piel, por debajo del ángulo inferior de la escapula, en dirección oblicua y formación un ángulo de 45° con el eje mayor del tronco.

Pliegue pectoral: este se toma en el punto medio de la distancia entre el pliegue axilar anterior y el pezón. Dirección oblicua, formando un ángulo de 45° con el eje mayor del cuerpo.

Pliegue abdominal: este se toma de 3 a 6 centímetros aproximadamente de la cicatriz umbilical, de forma vertical y paralelo al eje longitudinal del cuerpo.

Pliegue supra iliaco: este pliegue se mide por arriba de la cresta iliaca, en forma oblicua y en dirección anterior y descendente hacia la zona genital.

Pliegue del muslo anterior: este pliegue se toma en el punto medio de la línea que une el trocánter y la rótula en la cara anterior del muslo, pliegue paralelo al eje mayor del muslo, con la pierna apoyada en un banco de 20 cm aproximadamente.

Pliegue medial de la pierna: este pliegue se toma en la máxima circunferencia de la pantorrilla por la parte interna de la misma, en dirección vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna.

Perímetros:

El instrumento que se utiliza para la toma de perímetros es una cinta métrica, se sujeta con la mano derecha y el extremo libre con la mano izquierda, se mantendrá la cinta métrica con un ángulo de 90 grados al hueso que se toma el perímetro.

Brazo relajado: para la toma de esta medida el brazo se separa del tronco, entre el brazo y el antebrazo forma un ángulo de 90° sin realizar una contracción en el músculo.

Brazo contraído: para la toma de esta medida el brazo se separa del tronco, entre el brazo y el antebrazo forma un ángulo de 90° realizando una contracción máxima del músculo del bíceps.

Antebrazo: para la toma de este perímetro se extiende totalmente el brazo, la persona que hace la evaluación busca la circunferencia máxima que por lo regular se encuentra siete centímetros por debajo de la cabeza radial.

Muslo: esta medida se toma con las piernas ligeramente separadas y el peso se debe distribuir en ambas piernas por igual buscando la máxima circunferencia de esta.

Pantorrilla: esta medida como en la anterior se toma con las piernas y se debe distribuir el peso en ambas piernas por igual y el evaluador busca la máxima circunferencia de la pantorrilla.

Perímetro abdominal: esta medida se toma, en la mitad de la distancia entre la apófisis xifoides y el punto abdominal.

Diámetros:

El instrumento que se utiliza para la toma de diámetros es el calibrador pie de rey digital.

Diámetro biepicondiliano del humero: este segmento se toma entre el epicóndilo y la epitróclea del humero, para tomar esta medida el antebrazo y el brazo deben formar un ángulo de 90°

Diámetro biepicondiliano del fémur: este segmento es tomado entre el epicóndilo lateral y medial del fémur, para tomar esta medida la pierna debe estar flexionada formando un ángulo de 90°

Diámetro biestiloideo: distancia entre la apófisis estiloides del radio y del cúbito, el brazo debe estar extendido y mano en dorsiflexión.

Estas medidas serán tomadas en una sala amplia, limpia a una temperatura ambiente, la persona que se le tomarán las medidas estará descalza y lo más ligera de ropa posible, los instrumentos son calibrados con anterioridad para reducir el margen de error, todas las medidas serán tomadas al lado derecho del cuerpo sea o no del lado predominante, en el cuerpo se señalará los puntos a medir con un lápiz dermatográfico, el instrumento se tomará con la mano derecha, como habrá una segunda medida a las 8 semanas se procurará tomar en el mismo sitio y a la misma hora que la primera medición.

Obtención del porcentaje de grasa: este se hará a través de la fórmula de YUHASZ que consta de sumar 6 pliegues cuales son: tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo y pantorrilla.

Tabla 2: Ecuaciones de predicción de % de grasa corporal según Yuhasz

Genero	Edad en años	Ecuación de % de grasa
Masculino	18 a 30	= suma de pliegues x 0.097 + 3.64
Masculino	Mayor a 30	= suma de pliegues x 0.1066 + 4.975
Femenino	18 a 30	= suma de pliegues x 0.217 - 4.47
Femenino	Mayor a 30	= suma de pliegues x 0.224 - 2,8

Fuente: Alba Berdeal Luis Antonio, "Test funcionales cineantropométrica y prescripción de entrenamiento en el deporte y la actividad física" En: Colombia 2005. págs. 170

Tabla 3: Escala para clasificar el porcentaje de grasa en hombres no deportistas (Hoeger)

EDADES	IDEAL	BIEN	MODERADO	ALTO	OBESO
Menos de 20	12	12.5 a 17	17.5 a 22	22.5 a 27	Mayor a 27
20 a 29	13	13.5 a 18	18.5 a 23	23.5 a 28	Mayor a 28.5
30 a 39	14	14.5 a 19	19.5 a 25	24.5 a 29	Mayor a 29.5
40 a 49	15	15.5 a 20	20.5 a 25	25.5 a 30	Mayor a 30.5
Más de 49	16	21.5 a 26	22 a 26	26.5 a 31	Mayor a 31

Fuente: Alba Berdeal Luis Antonio, "Test funcionales cineantropométrica y prescripción de entrenamiento en el deporte y la actividad física" En: Colombia 2005. págs. 173.

Tabla 4: Escala para clasificar el porcentaje de grasa en mujeres no deportistas (Hoeger)

EDADES	IDEAL	BIEN	MODERADO	ALTO	OBESO
Menos de 20	17	17.5 a 22	22.5 a 27	27.5 a 32	Mayor 32
20 a 29	18	18.5 a 23	23.5 a 28	28.5 a 33	Mayor 34
30 a 39	19	19.5 a 24	24.5 a 29	29.5 a 34	Mayor 34.5
40 a 49	20	20.5 a 25	25.5 a 30	30.5 a 35	Mayor 35.5
Más de 49	21	21.5 a 26	26.5 a 31	31.5 a 36	Mayor 36.5

Fuente: Alba Berdeal Luis Antonio, "Test funcionales cineantropometrica y prescripción de entrenamiento en el deporte y la actividad física" En: Colombia 2005. págs. 173.

Obteniendo estos datos se puede determinar el porcentaje de tejido óseo, muscular y residual por medio de métodos doblemente indirectos como son la ecuación de Würch y la ecuación de Lee y Cols.

Ecuación de Würch: con esta ecuación podemos hallar el tejido residual de las personas por medio de unas constantes.

KG tejido residual en hombres= peso corporal en Kg x 0.241

KG tejido residual en mujeres= peso corporal en Kg x 0.209

Ecuación de Lee y Cols: con estas ecuaciones nos permite hallar la masa muscular y tejido óseo en kilogramos

Masa muscular (kg)= estatura x (0.00744 x CAG² + 0.00441 x CCG²) + 2.4 x sexo – 0.048 x edad + raza + 7,8)

Dónde:

Sexo= 0 para femenino y 1 para masculino

Raza= -2,0 para asiáticos, 1,1 para afro-americanos, 0,0 para blancos e hispanos.

CAG= perímetro del brazo relajado

CTG= perímetro del muslo medio

CCG= perímetro e pantorrilla máximo

Tejido óseo= 3.02 x ((estatura en metros) al cuadrado x diámetro de muñeca en cm x diámetro de rodilla en cm x 0.04) elevado al 0.712

Durante la sesión de entrenamiento cada persona involucrada en este programa de ejercicio aeróbico, tendrá a disposición un pulsometro marca sigma pc-15 con el fin de realizar un control absoluto de su frecuencia cardiaca y así registra

8. REFERENTE LEGAL

En los artículos 49 y 52 de la Constitución Política de Colombia¹² se garantiza a toda la población colombiana la atención, promoción, protección y recuperación de la salud, y a la práctica del deporte, recreación y el aprovechamiento del tiempo libre. Por ser esta un trabajo de la licenciatura en educación física, en su esencia debe responder a la necesidad del artículo 52 porque éste encierra toda actividad física en el territorio colombiano. Además, como se trabajó con personas diabéticas tipo II, estas personas necesitan una atención adecuada para el control de su enfermedad y por medio de este trabajo lo que se va a tratar es de darle una alternativa a través del el ámbito de la educación física a la recuperación de estas personas y claramente responde al artículo 49 de la constitución.

La diabetes mellitus tipo II es una enfermedad crónico no transmisible, que en su mayoría se puede desatar por la obesidad y degradan la condición física y mental del ser humano, por esto en este referente legal se incluye la ley 1355 del 2009 que define la obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a esta como prioridad de salud pública y se adoptan medidas para su control, atención y prevención.

En el Artículo 1 de esta ley declara la obesidad como una enfermedad crónica de salud pública; reconociendo que esta enfermedad es la causa directa de las enfermedades cardiacas, circulatorias, colesterol alto, estrés, depresión, hipertensión, cáncer, diabetes, artritis, colon entre otros, aumentando considerablemente la mortalidad en la población colombiana. Las personas diabéticas que se sometan a este trabajo deberán realizar un programa de ejercicio aeróbico y recomendaciones nutricionales, que le ayudaran a controlar su peso o en algunos casos a disminuirlo y así poder prevenir todas estas otras enfermedades.

¹² Constitución política de Colombia, capítulo 2 derechos sociales, económicos y culturales. Colombia: 1991, artículos 49 y 52

En el artículo 5 de esta ley se establecen estrategias para promover la práctica de la actividad física. Los ejes principales que rigen actualmente para la creación de leyes en Colombia en cuestión de prevención y control de la salud son los hábitos de vida saludable, uno de los componentes de este eje es promover la actividad física, y con este trabajo que se piensa realizar, se satisface esa necesidad ya que promueve los hábitos de vida saludable.

El artículo 9 hace referencia a la promoción de una dieta balanceada y saludable. A pesar de que este trabajo no tiene un enfoque nutricional sino orientado al ejercicio en diabéticos, si se debe dar unas recomendaciones nutricionales para que el resultado sea más efectivo; en estas condiciones este trabajo ayuda a la promoción de una dieta balanceada y saludable.

REFERENTE CONCEPTUAL

9. El carbohidrato en el cuerpo

También llamados glúcidos, hidratos de carbono o sacáridos es la principal fuente de energía del cuerpo, especialmente del cerebro. En promedio aportan 4 kilocalorías/gramos y se almacenan en el hígado y en el musculo como glucógeno. Está compuesto por un átomo de carbono dos de hidrogeno y uno de oxigeno haciendo una relación 1:2:1, los carbohidratos se dividen en tres grandes grupos: los monosacáridos entre los que se distingue la fructosa, glucosa y galactosa; los disacáridos como la maltosa, sacarosa y lactosa; los polisacáridos tales como almidones, glucógeno y fibra.

La digestión del carbohidrato comienza en la boca gracias a la ayuda de una enzima (aumenta la velocidad de una reacción química) llamada amilasa salival esta se caracteriza por tener un PH óptimo de 6,7 teniendo una acción limitada por el poco tiempo que el alimento está en la boca, de ahí pasa al intestino delgado donde es digerida por otra enzima, la amilasa pancreática por un proceso de absorción activo. La glucosa tiene como función producir energía, ahorrar la proteína como fuente de energía, regular el metabolismo de la grasa y la prevención de la cetosis. Pero para poder que esa glucosa llegue a la célula se necesita una hormona llamada insulina que es sintetizada como preprohormona en las células beta de islotes de Langerhans en el páncreas. La insulina entra directamente al hígado por medio de la vena porta, esta se incrusta en el receptor de insulina (receptor transmembrana) para poder que la glucosa entre a la célula por medio de transporte activo, aquí empieza la respiración celular con la glucolisis que se presenta en el citoplasma, en esta reacción bioquímica la glucosa se convierte en dos moléculas de ácido pirúvico usando dos ATP (se producen cuatro), el ácido pirúvico se convierte en acetil-coA este proceso se da a lugar en la mitocondria, este último entra a generar una serie de reacciones conocidas como ciclo de Krebs o ácido nítrico donde se degrada completamente la glucosa, en este ciclo se genera NADH y dos ATP, este resultado, continua con el transporte electrónico y es la reacción bioquímica que más ATP genera (34 ATP). Por cada molécula de glucosa degradada se obtienen 36 moléculas de ATP (34 en el transporte electrónico + 2 en el ciclo de Krebs + 2 en la glucolisis – 2 ATP utilizados en el reingreso de 2NADH producidos por la glucolisis= 36 ATP).

Pero en ocasiones, las células betas del páncreas no producen insulina y sin esta la glucosa no puede atravesar la célula, puede ser que las células betas la producen pero no es lo suficiente o producen la suficiente pero los receptores de la insulina transmembrana hacen resistencia en muchas ocasiones por que están taponas con grasa, este fenómeno es conocido como diabetes mellitus.

9.1. Diabetes

La diabetes mellitus no es una enfermedad de la actualidad, esta tal vez existe hace milenios, pero nunca había tenido la relevancia social que está teniendo en estos últimos años porque cada vez son más los afectados. Una de las primeras referencias de diabetes aparece en el papiro de Ebers en Egipto encontrando síntomas parecidos a la diabetes, otra referencia aparece en la india donde los vedas hablan de la orina pegajosa, sabor a miel que atraía a las hormigas. Sùsruta el padre de la medicina hindú alcanza a distinguir dos diabetes una que le daba a niños y jóvenes muy delgados y otra que aparecía cuando las personas eran obesas y pasan de cierta edad de maduras, pero fue Aretaeus de Capadocia quien le da el nombre de diabetes que significa sifón “discurrir a través de” por una de sus principales síntomas el aumento de la frecuencia de orina (poliuria) pero este médico de la antigüedad descubre dos síntomas más cuales son la polidipsia (aumento de la sed) y la polifagia (aumento anormal de la necesidad de comer).

La diabetes es una enfermedad donde el páncreas no produce insulina, no produce suficiente o la produce pero el organismo no la asimila, la ALAD (asociación latinoamericana de diabetes) define la diabetes mellitus como “un desorden metabólico de múltiples etiologías caracterizada por hiperglucemia crónica con disturbios en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas y que resultan de defectos en la secreción y/o acción de la insulina.”¹³

Según esta misma organización la diabetes mellitus se divide en cuatro grupos: Diabetes tipo1 (DM1), Diabetes tipo 2 (DM2), diabetes gestacional (DMG.) y otros

¹³ ALAD. Guías de la ALAD de diagnóstico control y tratamiento de diabetes mellitus tipo 2 (en línea). SN. (consultado: 24 oct. 2012) disponible en la dirección electrónica: <http://www.alad-latinoamerica.org/phocadownload/guias%20alad.pdf>

tipos específicos de diabetes. Anteriormente la DM1 se consideraba insulino dependiente y la DM2 no insulino dependiente, pero estos términos fueron abolidos por que algunas personas con DM2 en momentos de la vida requieren tratamiento con insulina y viceversa las personas con DM1 pueden mejorar lentamente hasta tener periodos largos sin requerir insulina.

La DM1 o también conocida como la diabetes juvenil porque por lo regular aparece en edades temprana de la vida, se caracteriza por una destrucción de las células betas del páncreas, estas son las encargadas de producir la insulina, a su vez esta se encarga de llevar la glucosa que hay en la sangre a las células, para que el cuerpo tenga ATP y se pueda realizar las actividades diarias con la mayor eficiencia posible, pero al no haber insulina generara una deficiencia causando la acumulación de glucosa en el torrente sanguíneo. Los principales síntomas de esta son: aumento de la orina, aumento de la sed, cansancio, vomito, aumento en la ingesta de alimentos, disminución del peso corporal a pesar del aumento del consumo de alimento por que como los carbohidratos no están siendo sintetizados, el organismo busca otra fuente de energía en este caso las grasas, empieza a disminuir la grasa corporal del cuerpo y por ende pierde peso, sin embargo esto no es muy bueno porque al cabo de unos días o par de meses, pueden producir una acetoasidosis diabética que es el aumento de los cuerpos cetonicos en el torrente sanguíneo y se puede producir un coma diabético. La DM1 se subdivide en dos la autoinmune cual es la que el mismo cuerpo destruye las células betas por un problema inmunológico y la idiopática cuando su causa no es conocida.

La DMG es una diabetes mellitus que se da en el embarazo, hasta el momento las grandes academias no han podido determinar la causa específica que la hace aparecer pero se cree que las hormonas del embarazo inhiben o hace resistencia con la insulina, los síntomas más frecuentes son: cansancio, visión borrosa, aumento de las infecciones a nivel de la vagina, vejiga y piel, pérdida de peso.

Hay una clasificación de otros tipos específicos de DM y esta se da como una consecuencia de una enfermedad, infecciones, síndrome, drogas o químicos por ejemplo: enfermedades del páncreas exocrino como pancreatitis, pancreaatectomia, neoplasia del páncreas pueden ser causantes de diabetes. Por infecciones como rubeola congénita y citomegalovirus, drogas como vacor, pentamidina, ácido nicotínico, glucocorticoides, hormonas tiroideas, betaadrenergeticos y síndromes como el down, Klinefelter, Turner, prader willi, wolfran y Lawrence moon beidel también la pueden causar.

Para efecto de este trabajo se hará hincapié en la diabetes tipo 2 (DM2), el DM2 es una enfermedad metabólica, que se caracteriza por la producción insuficiente de insulina del páncreas o la resistencia que tiene la insulina en el cuerpo, esta era conocida anteriormente como no insulino-dependiente, por lo regular la persona que sufre esta enfermedad tiene las dos condiciones anteriores, pero una es más predominante que la otra; debido a esto se eleva los niveles de glucosa en el torrente sanguíneo, la DM2 se a sub dividido en dos, la primera que es predominantemente insulinoresistente con deficiencia relativa a la insulina y la segunda es predominante con defecto secretor de la insulina con o sin resistencia a la insulina. Los síntomas de esta enfermedad en su etapa inicial son silenciosos pero al progreso de esta se encuentra un cuadro clínico similar al de la DM1 como polifagia, polidipsia, poliuria. También se encuentran síntomas como la difusión eréctil debido a la neuropatía, aumento del estrés, descontrol metabólico y aumento de los síntomas depresivos. Algunas condiciones aumentan el riesgo de padecer esta enfermedad como son los genéticos, obesidad y altos índices de colesterol en el cuerpo.

La ALAD (asociación latinoamericana de diabetes) determino unas etapas del comportamiento de la glucosa en sangre en personas diabéticas, la primera etapa es una nueva clasificación; cual es la normoglucemia esta da lugar cuando los niveles de glucemia son normales pero los procesos fisiopatológicos que llevan a la diabetes ya comenzaron, la siguiente etapa es la hiperglucemia es cuando los niveles de glucemia se encuentran elevados, esta clasificación a su vez se divide en dos: 1. Regulación alterada de la glucosa, 2. Diabetes mellitus que se subdivide en 2.1. DM no insulinorequiriente 2.2. DM insulinorequiriente para lograr control metabólico, 2.3. DM insulinorequiriente para sobrevivir.¹⁴

Hay parámetros para determinar si una persona tiene diabetes mellitus la primera si la persona presenta síntomas de diabetes como la poliuria, polidipsia, pérdida inexplicable de peso más una glucometría casual (cualquier hora del día) mayor o igual a 200 mg/dl. La siguiente si una glucemia en ayunas (más de ocho horas) es igual a mayor de 126 mg/dl se considera una persona diabética, otra forma es una glucemia mayor a 200 mg/dl después de dos horas de una carga de glucosa en una test de tolerancia oral a la glucosa. Este test consiste en extraer sangre en ayunas para tomar la glucemia e ingerir 75 gramos de glucosa disuelto en 300ml

¹⁴ ALAD. Guías de la ALAD de diagnóstico control y tratamiento de diabetes mellitus tipo 2 (en línea). SN. (consultado: 24 oct. 2012) disponible en la dirección electrónica: <http://www.alad-latinoamerica.org/phocadownload/guias%20alad.pdf>

de agua, se espera dos horas y se vuelve a tomar una glicemia para mirar el comportamiento de la glucosa en sangre.

El auto monitoreo es cuando la persona diabética puede saber cuáles son sus niveles de glucosa que tiene en la sangre, a través de un aparato digital llamo glucómetro que funciona a través de unas tiras que se le deben suministrar una o dos gotas de sangre, después de esto se introduce la tira en el aparato digital o glucómetro.

Pero uno de los exámenes más utilizados en los últimos años ha sido el de hemoglobina glucosilada cuál es el que mide el promedio de la glucosa en sangre durante las últimas semanas, las academias no se han puesto de acuerdo en una cifra exacta; pero es aproximado entre unos 3 a 2 meses. De 4% a 6% (80mg/dl – 120mg/dl) son los valores normales de este examen, menor de 7% (150mg/dl) se acepta en personas diabéticas.

Todas las personas que padecen diabetes tipo 2 deben mantener los niveles de grasa lo más bajo posible, porque altos contenidos de grasa en el cuerpo aumentan la resistencia a la insulina y hace así más difíciles que sintetice la glucosa y la puedan llevar al musculo, por esto los niveles de triglicéridos en personas diabéticas no pueden exceder los 150 mg/dl, los HDL(lipoproteínas de alta densidad grasas buenas) deben estar lo más altos posible, los valores normales son mayor de 40 mg/dl para hombres y mayor de 50 mg/dl para mujeres; la circunferencia de cintura en hombres debe ser menor a 90cm y en mujeres de 80 cm para mermar uno de los indicadores del riesgo cardiovascular.

9.1.1. Complicaciones agudas severas de la DM2

La DM2 mal controlada, a largo del tiempo puede llevar a una serie de complicaciones. A continuación se mencionara alguna de esas complicaciones.

Complicaciones oftalmológicas:

Las complicaciones oftalmológicas es una de las más comunes en este tipo de pacientes, desde que las personas adquieren esta enfermedad su visión se va degradando poco a poco, siempre y cuando el paciente no controle adecuadamente sus niveles de azúcar en sangre el problema más común a nivel

acular es la retinopatía diabética que es el deterioro de los vasos sanguíneos de la retina, a su vez estos pueden formar nuevos vasos sanguíneos que obstruyen la retina y llega la imagen borrosa al cerebro.

Retinopatía no proliferativa: es una de las primeras etapas, en esta los vasos sanguíneos dejan escapar pequeños fluidos como sangre, esto causa hinchazón de la retina o formación de depósitos llamados exudados.

Retinopatía proliferativa: en esta etapa los vasos sanguíneos se dañan, el cuerpo en defensa crea nuevos vasos sanguíneos que son débiles y anormales en la superficie de la retina, impidiendo el suministro de sangre.

Maculopatía: esta es la afectación de la fóvea (pequeña depresión de la retina) por un edema, exudados duros o isquemia.

Otra complicación es la formación de cataratas, estas aparecen cuando se está envejeciendo, pero en las personas diabéticas aparecen mucho más rápidos, las cataratas afectan el cristalino (función: enfocar objetos) y por esto se disminuye la calidez de la visión; hay dos tipos de cataratas para los que padecen esta enfermedad, una es la metabólica o también llamada copa de nieve se produce en personas jóvenes que tengan niveles de glucemia muy altas y se comienza a formar en la región subcapsular del cristalino y la otra es la senil que va apareciendo en cuanto va avanzando la edad y esta aparece más rápidos cuando se padece diabetes.

Una complicación ocular más es el glaucoma cual es la pérdida progresiva de la visión debido a una neuropatía acular (lesión o pérdida de la funcionalidad del nervio óptico) la pérdida de la visión es de afuera hacia dentro, la visión periférica se va perdiendo, hasta llegar a mirar como dentro de un tubo.

Complicaciones renales:

Los riñones son los encargados de filtrar todos los desechos de la sangre, esta filtración se hace a través de unas pequeñas estructuras llamadas glomérulos. Las moléculas de glucosa son grandes y si estas permanecen en el torrente sanguíneo en grandes cantidades cuando llegan al riñón empiezan a dañar los glomérulos. Al dañarse estos, se empieza a filtrar por la orina una proteína llamada albumina, del 10% al 25 % de las personas con DM2 llegan a ser diagnosticada con esta afección.

Pie diabético:

El pie diabético es una de las principales causa de amputación de la extremidades, el pie empieza a presentar lesiones en forma de ulcera, según la ALAD los factores de riesgo para esta complicación es la neuropatía periférica, infecciones, enfermedad vascular periférica, trauma, alteraciones de la biomecánica del pie, edad avanzada, el tiempo que lleva con la diabetes, sexo masculino, estrato socio económico bajo y pobre educación, pobre control glucémico.¹⁵

La clasificación del pie diabético se da así según Wagner. Grado 0 personas que presentan las enfermedades vascular periférica, neuropatía, perdida de la visión, edad avanzada es una pie en riesgo. Grado 1 cuando el pie presenta una ulcera superficial. Grado 2 ulcera profunda que llega al tendón, ligamento, articulación o hueso. Grado 3 infección localizada: celulitis, absceso, osteomielitis. Grado 4 gangrena local. Grado 5 gangrena extensa.

9.1.2. Hipertensión arterial y diabetes:

El 60% de las personas con DM2 son diagnosticadas con hipertensión arterial, la probabilidad que se desarrolle esta enfermedad es de tres veces mayor que una persona sin diabetes. Pero existe una relación entre estas dos, al principio se hablaba de un índice de masa corporal elevado y grasa abdominal elevado, pero se modificaba estos factores y persistía la alta prevalencia a la hipertensión, hasta que encontraron un componente en común que es la resistencia a la insulina porque si la hipertensión era elevada afectaba las alteraciones metabólicas que produce la DM2 y viceversa la DM2 alterada hace que la hipertensión empeore.¹⁶ La hipertensión arterial hace que haya una menor entrega de insulina a los receptores que se encuentran en la membrana debido a unas alteraciones

¹⁵ ALAD. Guías de la ALAD de diagnóstico control y tratamiento de diabetes mellitus tipo 2 (en línea). SN. (consultado: 4 ene. 2013) disponible en la dirección electrónica: <http://www.alad-latinoamerica.org/phocadownload/guias%20alad.pdf>

¹⁶ Iván Darío Sierra Ariza, colaboradores, Carlos olimpo Mendivil Anaya, "Hacia el Manejo Práctico de la Diabetes Mellitus Tipo 2" En: Colombia 2005. Ed: ISBN: págs. 237

vasculares como la vasoconstricción, rarefacción e hipertrofia vascular que hace difícil la entrega de la insulina. En conclusión la persona con DM2 debe tener controlada su tensión arterial para que traiga beneficios en las alteraciones metabólicas de la DM2.

9.1.3. Diabetes y dislipidemias

Las personas con DM2 tienen un riesgo cardiovascular alto y más aún cuando el metabolismo de los lípidos y lipoproteínas están alterados, especialmente las LDL (lipoproteína de baja densidad) debido a que estas, por lo general, se encuentran por encima de la meta, además existen características fisicoquímicas de las LDL cuando se padece DM2, son más pequeñas, densas y se infiltran con mayor facilidad en la íntima arterial y se oxidan más fácil, generando células espumosas, este es el inicio de la placa de ateromas. Según el libro: "hacia el manejo de la diabetes mellitus tipo 2", las alteraciones lipídicas en persona con DM2 son tres: la primera, los HDL son más bajo que una persona sin DM2 aproximadamente de un 10% a un 15%, la otra alteración son la lipoproteínas remanentes (el producto de la lipólisis de los triglicéridos transportados por las lipoproteínas de baja densidad VLDL) son más ricas en colesterol y por lo tanto aumenta el riesgo placas de ateromas en la arteria, que facilita la perdida de elasticidad de la misma; la última alteración que se expone en el documento, es el aumento de los triglicéridos en sangre cuando se está en ayuno, los niveles de triglicéridos suben más y se demoran más en descender que en una persona sin DM2 esto es conocido como hiperlipemia posprandial.¹⁷

9.1.4. Enfermedad coronaria:

Esta es conocida también como la enfermedad de las arterias coronarias, consiste en acumulación de placa ateromatosa en las arterias que suministran el oxígeno al musculo cardiaco. Según la ALAD (asociación latinoamericana de diabetes) un hombre con diabetes tiene el doble de riesgo de desarrollar una afección como

¹⁷ Iván Darío Sierra Ariza, colaboradores, Carlos olimpo Mendivil Anaya, "Hacia el Manejo Práctico de la Diabetes Mellitus Tipo 2" En: Colombia 2005. Ed: ISBN: págs. 279

esta y una mujer puede llegar a tener un riesgo de cinco veces más alto.¹⁸ Las placas ateromatosas de las arterias se presenta cuando los niveles de colesterol en sangre son muy altos, como se mencionó anteriormente que las personas con DM2 tienen alteraciones lipídicas, el metabolismo de las grasas es más lento que en una persona sin DM2, es por esto que, es más fácil que el exceso de colesterol se acumule en las arterias desarrollando anginas (dolor en el pecho por falta de sangre rica en oxígeno en el musculo del corazón) y ataques cardiacos, por consiguiente las personas con DM2 en sus dietas deben reducir el consumo de grasas saturadas y trans.

9.1.5. Objetivos en el tratamiento integral del DM2

El tratamiento de las personas con DM2 no solo se puede enfocar en la glucemia, porque este es desencadenado por la serie de alteraciones mencionadas anteriormente. La ALAD (asociación latinoamericana de diabetes) ha generado unas metas que las personas con DM2 deben cumplir, para poder mejorar su control glucémico, glucemia en ayunas de 70 mg/dl a 120 mg/dl, glicemia postprandial de 2 horas menor a 140 mg/dl, hemoglobina glucosilada (HBA1c) menor a 7 %, las LDL menor de 100 mg/dl, las HDL para hombres y mujeres mayor de 40 mg/dl, triglicéridos menor de 150 mg/dl, microalbuminuria (RAC) menor de 30 mg/gr creatinina, microalbuminuria en orina de 24 horas menor a 30 mg/dl, presión arterial menor o igual a 130/80 mm/hg, índice de masa corporal (IMC) mayor de 19 kg/m² y menor de 25 kg/m², circunferencia de cintura en mujeres menor o igual de 88 cm y en hombres menor o igual a 94 cm.¹⁹

¹⁸ ALAD. Guías de la ALAD de diagnóstico control y tratamiento de diabetes mellitus tipo 2 (en línea). SN. (consultado: 15 ene. 2013) disponible en la dirección electrónica: <http://www.alad-latinoamerica.org/phocadownload/guias%20alad.pdf>

¹⁹ Documento de posición de ALAD con aval de Sociedades de Diabetes y Endocrinología Latinoamericanas para el tratamiento de la Diabetes Tipo 2 (en línea). SN. (consultado: 20 ene. 2013) disponible en la dirección electrónica: http://www.aladlatinoamerica.org/DOCConsenso/Consenso2010-Doc_Posicion.pdf

9.1.6. Educación de las personas con DM2

La educación para las personas con DM2 se basa en tres aspectos fundamentales como lo son: el ejercicio, la alimentación y los medicamentos o fármacos, podemos tener los mejores laboratorios de investigación de diabetes pero si no se involucra a la persona como un ente activo, los resultados se verán sesgados por desconocimiento. En este proceso pedagógico interactúan tres aspectos, los educadores, los educandos (persona afectada y familiares) y el contenido temático. La ALAD (asociación latinoamericana de diabetes) ha creado unos propósitos básicos del proceso educativo los cuales son: lograr un buen control metabólico, prevenir complicaciones, cambiar la actitud del paciente hacia su enfermedad, mantener o mejorar su calidad de vida, asegurar la adherencia al tratamiento, lograr la mejor eficiencia en el tratamiento teniendo en cuenta costo-efectividad, costo-beneficio y reducción de costos, evitar la enfermedad en el núcleo familiar.

9.2. Tratamiento no farmacológico

El tratamiento no farmacológico está compuesto de dos aspectos fundamentales, el plan de alimentación y la prescripción del ejercicio, este es uno de los tratamientos más integrales para combatir enfermedades metabólicas como es la DM2, la hiperglucemia, la resistencia a la insulina, la hipertrigliceridemia y la hipertensión arterial.

9.2.1. Ejercicio

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) define el ejercicio físico como una variedad de actividad física estructurada, planificada repetitiva y siempre relacionada con un objetivo a mejorar una aptitud física, la salud y el bienestar de la persona²⁰. La influencia que este tiene en el control y la prevención de enfermedades es de gran relevancia, reduce niveles de triglicéridos, aumenta los HDL (grasas buenas), disminuye el peso corporal y el porcentaje de grasa del

²⁰ OMS organización mundial de la salud (en línea). SN. (consultado: 28 feb. 2013) disponible en la dirección electrónica: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/index.html>

cuerpo, aumenta la masa muscular (hipertrofia), fortalece el sistema osteomuscular (huesos, ligamentos, tendones, cartílagos), además se ha demostrado que el ejercicio físico es beneficioso en prevenir enfermedades como la obesidad, la hipertensión, la osteoporosis, el asma, diabetes gestacional, diabetes mellitus, y algunos tipos de cáncer como el de próstata y colorrectal.

Existen dos clases de ejercicio el anaeróbico y el aeróbico.

Ejercicio anaeróbico:

La palabra anaeróbico significa sin oxígeno o vida sin aire, se compone de tres palabras griegas an (sin), aer (aire), biós (vida), y básicamente lo que hace es la permuta de energía sin oxígeno en un organismo o tejido vivo. El ejercicio anaeróbico es de corta duración y gran intensidad. Existen dos tipos de sistemas energéticos en el ejercicio anaeróbico, el aláctico y el láctico; el primero utiliza el sistema energético ATP-PC o sistema del fosfágeno, este produce aproximadamente de 8 a 10 segundos de actividad máxima y como su nombre lo indica no produce ácido láctico además cada enlace de fosfato de alta energía entrega 7300 kcal/mol de ATP para una contracción muscular de 3 segundos la transferencia de energía se da en segundos.

Por otra parte, el sistema láctico garantiza aproximadamente de 1,3 a 1,6 segundos de actividad muscular máxima, 1 mol de glucosa produce 3 moles de ATP, en este proceso ya hay presencia de ácido láctico. Este tipo de ejercicio genera más hipertrofia muscular, por lo que se utiliza en mayor porcentaje unas fibras llamadas blancas o rápidas este tipo de fibras son muy grandes para las contracciones potentes, tienen un retículo sarcoplásmico extenso, para la liberación rápida de calcio que conduce a que las contracciones sean más rápidas y poderosas; un ejemplo claro de ejercicio anaeróbico es el levantamiento de pesa y algunas pruebas del atletismo (100 mts, 200 mts, 400 mts 800 mts).

Ejercicio aeróbico:

La palabra aeróbico se compone de dos palabras griegas aer (aire), biós (vida) que significa vida con aire y hace referencia al intercambio de energía en tejidos

vivos por medio del oxígeno, en este ejercicio el sistema energético predominante es el oxidativo, donde se oxidan los alimentos en las mitocondrias para obtener energía, el sistema aerobio depende de la deuda de oxígeno, además en el metabolismo aeróbico se almacena 2 litros de oxígenos, 0,5 litros en los pulmones, 0,25 litros disueltos en líquidos corporales, 1 litro combinado con la hemoglobina, 0,3 litros almacenados en fibras musculares en la mioglobina. Este tipo de ejercicio es el más utilizado para prevenir enfermedades como las ya mencionadas anteriormente y un gran contribuyente en el control de enfermedades cardiovasculares y metabólicas. El ejercicio aeróbico se puede clasificar así: de bajo impacto como caminar, nadar, bicicleta estática y entrenador elíptico; y de alto impacto como saltar cuerda o correr, se considera así cuando los pies se separan totalmente del suelo o de una superficie.

9.2.2. Ejercicio y diabetes

Cuando las personas son diagnosticadas con DM2, sus médicos en muchas ocasiones solo se limitan a decir “debe hacer ejercicio”, pero no todo ejercicio es recomendado para personas con esta afección; por ejemplo los ejercicios de tipo anaeróbico no son muy recomendados por que al ser de poca duración y alta intensidad no se va lograr la quema de grasas necesarias y se aumentara los niveles de glucemia en sangre de 10 a 30 mg/dl sin esperar que esta descienda; el ejercicio aeróbico es la mejor arma terapéutica para la contribución al control de enfermedades metabólicas como la DM2, aunque al principio todo ejercicio aumenta la glucemia en sangre por ser anaeróbico y al utilizar el sistema energético fosfágeno y láctico, después de un tiempo aproximado de 30 a 40 minutos la glucemia empieza a descender por que se agotan las reservas de carbohidrato y se empieza el consumo de grasas, debido a esto la insulina empieza a bajar sus niveles en sangre progresivamente y el glucagón (saca el glucógeno del hígado) se aumenta a medida que el ejercicio aeróbico se prolongue. En el libro medicina del deporte de Felipe Mariano expone los siguientes beneficios del ejercicio físico en la DM2: la disminución de los requerimientos de insulina exógena, el aumento de la liberación de óxido nítrico por el endotelio, la mejora de la dislipidemia por acción hepática, la lipoproteína lipasa muscular y la lecitina colesterol acil transferasa, disminuyendo así el riesgo de arteriosclerosis, el incremento de la sensibilidad de los receptores de insulina,

el acrecentamiento de la fuerza muscular y la resistencia física y la disminución de los niveles de hemoglobina glucosilada en 10% al 20%.²¹

Carga del ejercicio

Se entiende por carga al trabajo físico que va a estar sometida una persona, esta se divide en dos: volumen e intensidad.

Intensidad:

La intensidad del ejercicio terapéutico, por lo regular, se establece a través de la frecuencia cardiaca, algunos autores afirman que el porcentaje de intensidad que se debe trabajar es de 60% a 70% en personas con DM2, porque ahí está la quema de grasas, otros afirman que se debe trabajar del 60% al 80% para que haya un cambio significativo en las adaptaciones del cuerpo, para efectos de este trabajo se usará la ecuación de karvonen con un porcentaje de la frecuencia máxima de un 60% a 75%.

Anteriormente, la prescripción de la intensidad del ejercicio aeróbico era así: toma de la frecuencia máxima si era hombre $220 - \text{la edad}$ y si era mujer $226 - \text{edad}$, al resultado de este se le sacaba el porcentaje de trabajo, pero karvonen dijo, hay que tener en cuenta la frecuencia de reposo para poder que el ejercicio sea más personalizado y se pueda adaptar al estado cardiovascular de cada persona, entonces diseñó una fórmula para determinar la frecuencia de entrenamiento.

$$\text{FCE} = (\text{FCM} - \text{FC Reposo}) * \% \text{esf} + \text{FC Reposo}$$

Donde FCE es frecuencia de entrenamiento, FMC es frecuencia máxima, FC reposo es frecuencia de reposo (la que se toma apenas se despierta) y %esf es porcentaje de esfuerzo.

²¹ Marino Felipe, Cardona Oscar Mario, Contreras Luis Eduardo, Medicina del Deportes. Corporación para la investigación biológicas En: Medellín, Colombia 2006. Ed: 1 págs. 203,204.

Volumen:

La duración del ejercicio es uno de los factores fundamentales para obtener un resultado adecuado, hay que tener en cuenta que la duración del ejercicio es más importante que la intensidad cuando se trata de ejercicio terapéutico, además las sesiones de entrenamiento de una persona de DM2 no debe ser menor a 30 minutos, porque en los primeros 20 minutos se consume en mayor parte carbohidrato (glucógeno muscular y posteriormente el glucógeno hepático) solo después de 25 a 30 minutos de actividad física se empieza a consumir ácidos grasos del tejido adiposo de forma importante, es por esto que las sesiones para las personas DM2 como mínimo deben durar 30 minutos, para que se pueda dar una quema de grasas importante y pueda mejorar sus acciones metabólicas.

9.2.3. Índice del nivel del estado físico

Este índice es hallado a través de indicadores antropométricos y funcionales a personas de edad media y tercera edad. Fue propuesta por la autora E. A. Pirogova y la fórmula es la siguiente:

$$NEF = (700 - 3 \times FCr - 2.5 \times PAM - 2.7 \times E + 0.28 \times P) / (350 - 2.6 \times E + 0.21 \times est.)$$

Dónde:

FCR: frecuencia cardiaca en reposo, PAM: presión arterial media, E: edad, años
P: peso corporal, kg, Est: estatura en cm.

Tabla 5: escala para clasificar el nivel del estado físico general

NIVEL DE ESTADO FISICO	PUNTAJE	HOMBRES	MUJERES
Alto	5	0.826 y mas	
Sobre el promedio	4	0.676 a 0.825	
Promedio	3	0.526 a 0.675	
Bajo el promedio	2	0.376 a 0.525	
Bajo	1	0.225 a 0.375	

Fuente: Alba Berdeal Luis Antonio, "Test funcionales cineantropometrica y prescripción de entrenamiento en el deporte y la actividad física" En: Colombia 2005. págs. 170

9.2.4. Consideraciones importantes a la hora de realizar ejercicio

- ⌚ No se debe realizar ejercicio cuando una glucemia está por encima de 200 mg/dl
- ⌚ No se debe realizar ejercicio cuando una glucemia está por debajo de 60 mg/dl
- ⌚ Si utiliza insulina, no se debe aplicar en brazos y en piernas cuando se va realizar ejercicio pues esta se absorbe más rápido (recomendado en el abdomen)
- ⌚ La hidratación se debe hacer antes durante y después de la actividad solo con agua.
- ⌚ Realizar ejercicio solo una hora después de una alimentación
- ⌚ Mantener siempre a mano un alimento que contenga dulce por si se presenta una reacción hipoglucemia.
- ⌚ Utilizar ropa cómoda, y calzado adecuado.

9.2.5. Plan alimentación

El plan de alimentación debe ser implementado en personas con DM2 como un estilo de vida para poder controlar su enfermedad, los tres grandes grupos de alimentos son los carbohidratos, proteína, grasas. En personas sanas la distribución al día de estos es: CHO 60%, proteína 15 % y grasas 25%, pero en personas con DM2 la distribución cambia se debe reducir un poco a los carbohidratos y aumentar un poco a la proteína y grasas. CHO 45% proteína 25% grasas 30%.

Los carbohidratos deben ser polisacáridos, tales como: los granos, papa, yuca. Se debe suprimir de la ingesta los monosacáridos (golosinas, chocolatinas) y solo se deben consumir disacáridos provenientes de las fruta y verduras, en la actualidad hay sustitutos del azúcar que no aportan calorías como son la sacarina,

ciclamatos, aspartame, acesulfame K, sucralosa, estevia, alitame pero estas poseen características distintas y poder edulcorante distinto.²²

La proteína corresponde el 25% total de la ingesta, esta se debe dividir en dos el 50% de la proteína deber ser vegetal y el otro 50% de origen animal, lo ideal es un 1gramo de proteína por un kilo del peso ideal de la persona, pero esta recomendación se altera cuando la persona presenta microalbuminuria positiva, baja de un 1 gramo/kg/día a 0.8 gramo/kg/día, y si la persona con DM2 además presenta insuficiencia renal esta porción baja a 0.6 gramo/kg/día.

La grasa corresponde al 30% de la ingesta total del día, hay que aclarar que hay tres clases de grasas, la primera son la saturadas estas son de origen animal y encuentran también en productos lácteos, estos ácidos grasos tienden a elevar los niveles de LDL (lipoproteínas de baja densidad) estos son los que se deben consumir con menor incidencia. El que mayor porcentaje de grasa saturada lo contiene es el aceite de coco, aceite de palma, grasa de ovejo, grasa de vaca, grasa de cerdo, grasa de pollo y manteca de cacao. Otra clase de grasas son las mono-insaturadas estas son capaces de reducir los niveles de LDL y triglicéridos sin afectar las HDL los productos más conocidos que contienen estas grasas son el aceite de oliva, canola y maní. Solo queda por nombrar la poliinsaturadas estas se clasifican en omega 3, omega 6 y omega 9, las dos primeras no pueden ser sintetizadas por las células humanas así que se deben consumir en la dieta. El omega 6 se encuentran en productos como el aceite de girasol, maíz, soya, algodón y el omega 3 por lo general se encuentra en peces de aguas marinas frías como son la caballa, arenque, pez azul, salmón, atún, pez espada, merluza, lenguado, camarón y bacalao. Existen otra clase de grasa llamadas trans, estas son llamadas así debido a varias insaturaciones del aceite, como son un ejemplo de estas las margarinas, así mismo cuando la persona refrita alimentos en un mismo aceite. La recomendación de la distribución de las grasas es así: grasas saturadas menos del 7% del 30% que le corresponde a las grasas en la comida, grasas poliinsaturadas menos del 10% y la mono insaturadas igual o mayor del 20%.²³

²² Iván Darío Sierra Ariza, colaboradores, Carlos olimpo Mendivil Anaya, "Hacia el Manejo Práctico de la Diabetes Mellitus Tipo 2" En: Colombia 2005. Ed: ISBN: págs. 73,74.

²³ Iván Darío Sierra Ariza, colaboradores, Carlos olimpo Mendivil Anaya, "Hacia el Manejo Práctico de la Diabetes Mellitus Tipo 2" En: Colombia 2005. Ed: ISBN: págs. 75,76.

Para la realización de una dieta adecuada se debe tener en cuenta algunos aspectos que afectan directamente la ingesta y el gasto calórico de las personas, tales como el peso actual, peso ideal, metabolismo basal actual e ideal, valor calórico total actual e ideal y la distribución porcentual de la comida en el día.

Peso actual: es el peso que tiene la persona en la actualidad.

Peso ideal: peso que debería tener la persona.

Metabolismo basal actual: este es el gasto energético que necesita un organismo para el sostenimiento de sus funciones fisiológicas para poder vivir, con el peso que tiene en la actualidad.

Metabolismo basal ideal: este es el gasto energético que necesita un organismo para el sostenimiento de sus funciones fisiológicas para poder vivir, con el peso que debería tener la persona.

Valor calórico total actual: cantidad de calorías que necesita una persona en 24 horas con su peso actual.

Valor calórico total ideal: cantidad de calorías que necesita una persona en 24 horas con su peso ideal.

Existen dos formas para determinar el peso ideal la primera es promediar el IMC normal entre el rango mínimo y el rango máximo, por ejemplo 18.5 kg/mts² y 24.9 kg/mts² si lo sumamos y lo dividimos entre dos el resultado es de 21,7 kg/mts², ósea que toda persona que tiene un IMC de 21,7 está en su peso ideal, pero si no lo está lo puede hallar modificando la ecuación de IMC:

Si $IMC = \text{peso} / \text{estatura}^2$ se le añade a la formula la constante 21,7 (que es el peso ideal) y que así

$$PESOIDEAL = \text{estatura}^2 \times 21,7.$$

La segunda forma es sacarle es 7% en hombres y 10% en mujeres al exceso de centímetros de lo que mide la persona y se resta, un ejemplo sería:

Hombre, talla 1,75

$$75 \times 7\% = 5,25$$

$$\text{Entonces, } 75 - 5,25 = 69,75$$

Peso ideal: 69,75

el resultado es 5.25, a ese 75 se le resta 5,25 su resultado es 69,75 este sería el peso ideal de esta persona.

En la actualidad hay diversas formas para determinar el metabolismo basal humano, pero se utilizara la ecuación de Harris-Benedict que utiliza tres variables para su hallazgo: el peso, la estatura y la edad.

Para hombres: $MB \text{ actual} = 66.4730 + (13.7516 \times \text{Peso actual}) + (5.0033 \times \text{talla}) - (6.7550 \times \text{Edad})$

$MB \text{ ideal} = 66.4730 + (13.7516 \times \text{Peso ideal}) + (5.0033 \times \text{talla}) - (6.7550 \times \text{Edad})$

Para mujeres: $MB \text{ actual} = 655.0955 + (9.5634 \times \text{Peso actual}) + (1.8496 \times \text{talla}) - (4.6756 \times \text{Edad})$

$MB \text{ ideal} = 655.0955 + (9.5634 \times \text{Peso ideal}) + (1.8496 \times \text{talla}) - (4.6756 \times \text{Edad})$

Se prosigue a hallar el valor calórico total VTC con la siguiente ecuación, que como se mencionó anteriormente es la necesidad de calorías que necesita una persona en 24 horas.

$VCT \text{ actual} = MB \text{ actual} + \text{actividad física} + \text{termogénesis}$

$VCT \text{ ideal} = MB \text{ ideal} + \text{actividad física} + \text{termogénesis}$

Pero para utilizar esta fórmula primero se debe hallar la actividad física del día y saber que es termogénesis, la termogénesis es el 10% del metabolismo basal esta reversa se utiliza para modificaciones del contexto como la temperatura ambiental, estrés emocional, enfermedades o fármacos, por ejemplo una persona tiene un metabolismo basal de 1531.22 Kc/Kg/Día su termogénesis seria 153,122 kc/kg/día. La actividad física se halla utilizando esta fórmula

$ACTIVIDAD FÍSICA = \text{calorías de la actividad} \times \text{peso} \times \text{tiempo},$

la caloría de la actividad se puede dar en minuto o en hora para este ejemplo se hará en hora un hombre de 75kg monta bicicleta por 30 minutos según las tabla de la FAO montar bicicleta gasta 3,8 kc/kg/hora por un kilo entonces reemplazamos en la formula $ACTIVIDAD FÍSICA = 3,8 \times 75 \times 0.5$ (se cambia de minutos a hora) esto es igual a 142,5 kc/kg/hora así se hace con todas las

actividades que la persona realiza durante 24 horas como cuánto tiempo mantiene escribiendo, durmiendo, comiendo, trabajando recreando y al final se suma todas las actividades, para aplicarlo en la ecuación se va a suponer que este individuo tiene una actividad física total de 1150 kc/kg/día, ya teniendo estos datos lo introducimos en la ecuación de valor calórico total:

$$\text{VCT actual} = \text{MB actual} + \text{actividad física} + \text{termogénesis}$$

$$\text{VCT actual} = 1531.22 + 1150 + 153.122 = 2834.3 \text{ kc/kg/día.}$$

Este mismo procedimiento se repite con el peso ideal hasta llegar a VCT ideal, para aplicar la siguiente fórmula $\text{VCT IDEAL} - \text{VCT ACTUAL}$ con el cual se determina si se tiene un exceso de calorías o por lo contrario un déficit, además se establece cuantas kilocalorías tiene de exceso o de escases.

Después de hacer este procedimiento se dirige a distribuir porcentualmente la comida, en caso de la persona con DM2 su distribución de las calorías será así CHO 45%, proteína 25%, grasas 30%.

$$\text{Siguiendo con el ejemplo, VTC} = 2834.3 \text{ kc/kg/día}$$

$$\text{CHO } 45\% = 1245,4 \text{ kc/kg/día}$$

$$\text{PROTEINA } 25\% = 708,6 \text{ kc/kg/día}$$

$$\text{GRASAS } 30 \% = 850,3 \text{ kc/kg/día}$$

Ahora bien, estas kilocalorías se deben pasar a gramos, dividiéndolos por el aporte energético, es decir, 1 gramo de CHO aporta 4 kc, 1 gramo de proteína aporta 4 kc, 1 gramo de grasa aporta 9 kc.

$$\text{CHO } 45\% = 1245,4 \text{ kc/kg/día} / 4 = 311 \text{ gramos al día}$$

$$\text{PROTEINA } 25\% = 708,6 \text{ kc/kg/día} / 4 = 177 \text{ gramos al día}$$

$$\text{GRASAS } 30 \% = 850,3 \text{ kc/kg/día} / 9 = 94 \text{ gramos al día}$$

Los anteriores valores se distribuyen porcentualmente en las diferentes comidas, la OMS recomienda, 25% en el desayuno, 10% en la media mañana, 35% en el almuerzo, 10% en la media tarde, 20% en la cena.

Un ejemplo, con el desayuno, sería: obtener el 25% de cada uno de los resultados en gramos. Siguiendo con el ejemplo anterior:

CHO 45%= 1245,4 kc/kg/día / 4= 311 gramos al día / 25% =78 gramos

PROTEINA 25%= 708,6 kc/kg/día /4= 177 gramos al día/ 25% =44,5 gramos

GRASAS 30 %= 850,3 kc/kg/día /9= 94 gramos al día/ 25% =23 gramos

A continuación se debe transformar en cantidad de alimento los gramos arriba citados, para esto se manejan tablas de composición de alimento, las más utilizadas son las de la FAO. En esta cada alimento se descompone en CHO, proteína y grasa por cada 100 gramos de alimento.

Un ejemplo del desayuno ideal (contemplando los datos anteriores) sería el siguiente:

Tabla 6: ejemplo de desayuno

PLAN NUTRICIONAL					
DESAYUNO	ALIMENTO	CHO	PRO.	GRA.	TOTAL
	Arepa de maíz(100g)	28,2g	8.9g	1g	
	Pollo (150g)	-----	27.60	20.5	
	Café sin azúcar	0.80g	0.30 g	0.10g	
	Queso mozzarella (30g)	0.88	7.76	5.64	
	Pan francés (50g)	30g	5g	0.1	
	Manzana (100g)	16.5g	0.2	0.1	
TOTAL		76.5g	49.7g	27.24g	

Fuente: esta investigación.

Pero a la hora de elección de alimentos los especialistas han añadido unos nuevos conceptos para la escogencias de este:

Índice glucémico y carga glucémica:

El índice glucémico (IG) es una clasificación de los alimentos, basada en la respuesta postprandial de la glucosa sanguínea, comparados con un alimento de referencia,²⁴ esta mide el incremento de la glucosa sanguínea al consumir ciertos alimentos; el creador de este concepto fue el doctor David Jenkins, con el fin de buscar alimentos adecuados para las personas que padezcan diabetes, el índice glucémico (IG) se clasifica en tres, IG alto: mayor o igual 70, IG medio: 56-69, IG bajo 0-55. Pero el índice glucémico ha sido de gran controversia lo han criticado por no tener en cuenta la cantidad de glúcidos que contiene el alimento y por qué la combinación de estos puede generar valores más altos que sumándolos individualmente. En efecto de esto, un grupo de investigación de la universidad de Harvard incluyó un nuevo concepto, la carga glucémica (CG) que tiene en cuenta la cantidad de carbohidratos que contiene una ración de un alimento particular, la clasificación de esta, como en el índice glucémico se divide en tres CG alta mayor de 20 CG media entre 11-16, CG bajo menor de 10. La carga glucémica se obtiene a través de la siguiente formula $CG = IG \times \text{contenido neto de carbohidratos por porción en gramos} / 100$.

Tabla 7: diferencia entre índice glicémico y la carga glicémica

<i>Diferencia entre el índice glicémico (IG) y la carga glicémica (CG) de alimentos seleccionados</i>			
	<i>IG bajo</i>	<i>IG medio</i>	<i>IG alto</i>
CG baja	Cereales integrales Maní Melones Fresas (frutillas)	Veterana Piñas	Palomitas de maíz Sandía Pan integral
CG media	Plátanos Fetuccini Pan blanco	Cereales refinados Camote Arroz integral	Cerezas Harina tostada
CG alta	Fideos Macarrones Espaguetis	Cuscus Arroz refinado	Papas Cornflakes

Fuente: artículo índice glucémico una controversia actual

²⁴ Kaye Foster-Powell, Janette B. Miller. "International Tables of Glycemic Index", Am J Clin Nutr 1995; 62:871S-93S

Algunos autores afirman que la carga glucémica es más efectiva, debido a que se tiene en cuenta el IG y carga de glúcidos del alimento, sin embargo no hay que desechar el IG ya que los estudios muestran que dietas con IG bajo ha ayudado al control de la diabetes, a la pérdida de peso y a la disminución de colesterol y triglicéridos en sangre.

9.3. Antropometría

Es el estudio de las mediciones del hombre, es utilizado para evaluar sus características físicas, monitorear el crecimiento y el efecto del entrenamiento deportivo. Existen tres planos del cuerpo humano que fue determinado en 1973, por el grupo de estudio de técnicas antropométricas de la Universidad de British Columbia²⁵, los cuales son:

Plano antero-posterior o sagital: este plano divide el cuerpo en dos partes iguales, de derecha a izquierda.

Plano frontal o coronario: este plano divide el cuerpo en dos partes iguales, en anterior y posterior formando un ángulo de 90 grados con el plano sagital.

Plano transversal: este plano divide el cuerpo humano entre superior e inferior.

Son puntos de referencia que tienen el cuerpo para la ubicación espacial. A continuación se describen los puntos anatómicos que sirven de referencia para la toma de medidas antropométricas.

9.3.1. Puntos anatómicos

Vértex: punto más superior de la cabeza

Supra esternal: punto localizado en el cuerpo del esternón a nivel de la cuarta articulación condroesternal.

²⁵ Marino Felipe, Cardona Oscar Mario, Contreras Luis Eduardo, Medicina del Deportes. Corporación para la investigación biológicas En: Medellín, Colombia 2006. Ed: 1 págs. 102.

Acromial: punto localizado al borde superior externo del acromio

Radial: punto localizado en el borde lateral y más alto de la cabeza del radio.

Estiloideo: punto más distal de la apófisis estiloides del radio.

Dactilar: punto más distal del dedo medio.

Metacarpiano radial: punto más extremo y exterior de la cabeza del segundo metacarpiano.

Metacarpiano cubital: punto más extremo y exterior de la cabeza del cuarto metacarpiano.

Umbilical: punto localizado en la cicatriz umbilical.

Iliocristal: punto más lateral de la cresta iliaca.

Ilioespinal: punto antero-posterior de la espina iliaca.

Trocanteriano: punto más superior y externo del trocánter mayor del fémur.

Tibial interno: punto localizado en la extremidad superior de la tibia en el borde medial de la cabeza de dicho hueso.

Maleolar interno: punto localizado en la parte más distal del maléolo medial o maléolo tibial.

Maleolar externo: punto localizado en el extremo más distal del maléolo lateral o peroné.

Calcáneo: punto más superior del pie, en el hueso calcáneo.

Anterior del pie: punto más anterior del pie localizado en el primer o segundo dedo del pie.

Metatarso tibial: punto más interior de la cabeza del primer metatarsiano.²⁶

Por otra parte, se encuentran las medidas antropométricas lineales, existen dos; las transversales y longitudinales, estas son:

²⁶ Marino Felipe, Cardona Oscar Mario, Contreras Luis Eduardo, Medicina del Deportes. Corporación para la investigación biológica En: Medellín, Colombia 2006. Ed: 1 págs. 105.

9.3.2. Longitudinales:

Estatura: distancia entre el vértex a la planta de los pies.

Altura total: altura que va de la planta del pie hasta el tercer dedo de la mano derecha levantada.

Altura sentada: distancia que hay desde el vértex, hasta la parte inferior de la cadera.

Largura total del tronco: distancia que hay entre el punto supraesternal y el punto pubiano.

Largura total del miembro superior: distancia entre el acromio y el dedo medio.

Largura del brazo: distancia entre el acromio y el punto radial.

Largura del antebrazo: distancia entre el punto radial y el estiloides.

Largura total del miembro inferior: distancia entre el trocánter mayor y el suelo.

Largura del pie: distancia entre la parte anterior y posterior del pie.

9.3.3. Transversales:

Envergadura: distancia de izquierda a derecha de los puntos del dedo medio de la mano.²⁷

Así mismo, otra de las medidas que se utilizan en estudios de antropométrico son los perímetros.

9.3.4. Perímetros

Son todas aquellas medidas circunferenciales tomadas al ser humano en posición anatómica, a continuación se nombrarán algunos perímetros en la utilización del estudio antropométrico:

²⁷ Marino Felipe, Cardona Oscar Mario, Contreras Luis Eduardo, Medicina del Deporte. Corporación para la investigación biológica En: Medellín, Colombia 2006. Ed: 1 págs. 106.

Perímetro torácico: medida de la circunferencia que pasa alrededor del tórax por la cuarta articulación condroesternal.

Perímetro abdominal: medida tomada en la mitad de la distancia de la apófisis xifoidea y la décima costilla.

Perímetro pélvico: medida tomada de los trocánteres derecho e izquierdo del fémur y parte más predominante de la región glútea.

Perímetro del brazo: punto medio entre el acromio y olecranon.

Perímetro del antebrazo: medida a nivel de la mayor circunferencia del antebrazo.

Perímetro de la muñeca: medida a nivel del radio cubital.

Perímetro del muslo superior: debajo a un 1 cm del pliegue glúteo.

Perímetro de la pierna: medida a nivel de la máxima circunferencia de la pierna.

Perímetro del tobillo: medida a nivel de los maléolos peroné y tibial.²⁸

Por otra parte, se encuentran los diámetros que es el segmento que pasa, por la parte más ancha de una circunferencia o esfera a continuación se nombraran algunos diámetros que se utiliza en un estudio antropométrico.

9.3.5. Diámetros:

Diámetro biacromial: distancia entre el punto acromial de derecha a izquierda.

Diámetro bideltoides: distancia entre el musculo deltoides de derecha a izquierda.

Diámetro transversal del tórax: distancia entre los dos puntos más laterales de las costillas a nivel de la cuarta articulación condroesternal.

Diámetro antero-posterior del tórax: distancia entre la apófisis espinosa y punto meso esternal.

²⁸ Marino Felipe, Cardona Oscar Mario, Contreras Luis Eduardo, Medicina del Deporte. Corporación para la investigación biológica En: Medellín, Colombia 2006. Ed: 1 págs. 107.

Diámetro bicrestal: distancia entre los puntos iliocrestal de derecha a izquierda.

Diámetro biepicondiliano del humero: distancia entre el epicóndilo y la epitróclea.

Diámetro biestiloideo: distancia entre la apófisis estiloides del radio y del cubito.

Diámetro biepicondiliano del fémur: distancia entre epicóndilo distal y medial del fémur.

Diámetro bimalleolar: distancia entre el punto maleolar izquierdo y derecho.²⁹

Así mismo, se encuentran los pliegues de la piel, la forma de obtener un pliegue es presionar y halar con los dedos pulgar e índice la piel, entre más gruesa la capa, más grasa subcutánea hay en el cuerpo y viceversa, es decir, entre menos gruesa la capa menos grasa subcutánea hay.

9.3.6. Pliegues cutáneos:

Algunos pliegues utilizados en el estudio antropométrico son los siguientes:

Pliegue cutáneo tricipital: esta se toma aproximadamente unos 6 a 8 centímetros arriba del codo (acromio).

Pliegue del bíceps: este se toma en el punto mayor del perímetro del brazo, pliegue paralelo al eje mayor del brazo, sobre el musculo.

Pliegue cutáneo subescapular: este pliegue se toma a 2 centímetros en la línea que corre lateralmente y oblicua siguiendo el clivaje de la piel, por debajo del ángulo inferior de la escapula, en dirección oblicua y formación un ángulo de 45° con el eje mayor del tronco.

Pliegue pectoral: este se toma en el punto medio de la distancia entre el pliegue axilar anterior y el pezón. Dirección oblicua, formando un ángulo de 45° con el eje mayor del cuerpo.

²⁹ Marino Felipe, Cardona Oscar Mario, Contreras Luis Eduardo, Medicina del Deportes. Corporación para la investigación biológica En: Medellín, Colombia 2006. Ed: 1 págs. 107

Pliegue abdominal: este se toma de 3 a 6 centímetros aproximadamente de la cicatriz umbilical, de forma vertical y paralelo al eje longitudinal del cuerpo.

Pliegue supra iliaco: este pliegue se mide por arriba de la cresta iliaca, en forma oblicua y en dirección anterior y descendente hacia la zona genital.

Pliegue del muslo anterior: este pliegue se toma en el punto medio de la línea que une el trocánter y la rótula en la cara anterior del muslo, pliegue paralelo al eje mayor del muslo, con la pierna apoyada en un banco de 20 cm aproximadamente.

Pliegue medial de la pierna: este pliegue se toma en la máxima circunferencia de la pantorrilla por la parte interna de la misma, en dirección vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna.

Al tomar en una persona, las medidas mencionadas anteriormente se pueden hallar resultados de la composición corporal, tales como el % de grasa corporal, peso muscular, óseo y residual.

10. PROPUESTA PEDAGÓGICA:

10.1. Justificación

Esta propuesta propone un programa organizado de ejercicio aeróbico de bajo impacto con la duración e intensidad adecuada para el mismo, durante 8 semanas para personas diabéticas o para que sus entrenadores, puedan adaptarla a su capacidad cardiaca. Dicho ejercicio se realiza por medio de máquinas aeróbicas como son spinning y elíptica, esto con el fin de minimizar los riesgos de accidentalidad de las personas involucradas en este plan de ejercicios, así mismo, que los cambios climáticos no afecten el proceso.

Una persona diabética cuando le detectan la enfermedad, los médicos a veces se limitan a decir tienes que hacer ejercicio, pero no son específicos en qué clase de ejercicio y mucho menos la intensidad y duración de este. Según La OMS (organización mundial de salud) una persona deja de ser sedentaria después que realiza una actividad física mayor a 150 minutos en la semana y máximo estar dos días sin realizarlo, es por esto que los días se deben alternar para realizar ejercicio. Diferentes estudios muestran que la duración del ejercicio para que el cuerpo empiece a consumir grasas de forma considerable o en mayor porcentaje es después de treinta minutos, por esto en personas que quiera bajar grasa corporal a través del ejercicio aeróbico no se puede estimar una sesión de entreno menor a treinta minutos.

La intensidad del ejercicio aeróbico en diabéticos es muy discutida, el Colegio Americano de Medicina Deportiva afirman que esta debe ir del 60% al 70% para que haya una quema de grasas adecuadas otros afirman que debe ser del 70% a 80% para que haya un cambio significativo de los sistemas, además la OMS acepta un rango de intensidad del 50% al 80% para prevenir afecciones del corazón,³⁰ pero para este trabajo la frecuencia no va a ser una camisa de fuerza, por lo contrario debe ser flexible y adaptar la frecuencia cardiaca según el tiempo que se lleve con el ejercicio físico. Se considera adecuado hacer una adaptación del ejercicio aproximada de 2 semanas a intensidades bajas como lo son 60% al 65%, después la intensidad se estabilizara en una zona del 70% durante 4 semanas y a dos semanas de culminar se aumentara la intensidad hasta un 75%, este es el

³⁰ Medicine & Science in Sports & Exercise. http://www.acsm.org/docs/translated-position-stands/S_Diabetes_2013.pdf: (consultado en julio 16 del 2013)

esquema de la intensidades que se considera adecuado para disminuir los niveles de hemoglobina glucosilada a las 8 semanas, esta intensidad será obtenida a través de la fórmula de Karvonen, que tiene un elemento adicional en el hallazgo en del porcentaje de trabajo, cual es la frecuencia de reposo que es un indicador importante en el estado cardio-vascular de la persona. No es lo mismo un hombre de 45 años que pesa 78kg y mide 1,75 cm con una frecuencia de reposo de 85 ppm a uno con las mismas características pero con un frecuencia de reposo de 65 ppm, esto significa que el primer sujeto necesita más latidos del corazón para la oxigenación de su cuerpo, así pues que al realizar la ecuación de karvonen; el porcentaje de trabajo no será el mismo a pesar que tienen el mismo sexo e igual edad. Es por eso que se sugiere individualizar la intensidad del ejercicio para que los beneficios sean más notorios y se puedan prevenir complicaciones a causa de este.

10.2. Objetivos de la propuesta

Objetivo

- ⌚ Construir un programa de ejercicio aeróbico adaptable a cualquier persona con diabetes tipo 2.

Objetivos específicos

- ⌚ Desarrollar actividades aeróbicas de bajo impacto adecuadas para un proceso de adaptación.
- ⌚ Realizar un aumento progresivo del volumen en las actividades aeróbicas de bajo impacto, estabilizando la intensidad.
- ⌚ Realizar un aumento de la intensidad en las actividades aeróbicas de bajo impacto, estabilizando el volumen.

10.3. Proceso metodológico

Este trabajo se desarrolla a través de un plan que tiene una duración de 8 semanas de ejercicio aeróbico de bajo impacto, con el fin de disminuir el

porcentaje de hemoglobina glucosilada; basada en la frecuencia cardiaca de entrenamiento del finlandés Jusu Karvonen. Este proceso metodológico se dividirá en tres etapas o fases:

1ra etapa. En la cual se realiza un proceso de adaptación al ejercicio y cuya duración es de 6 sesiones (2 semanas).

2da etapa. En esta segunda fase, se realizará un aumento progresivo de la carga que dura 12 sesiones, en la cual se pretende dar estabilidad a la intensidad del ejercicio (4 semanas).

3ra etapa. En esta última fase, se estabiliza carga y se realiza un aumento de las intensidades del ejercicio, esta fase dura 6 sesiones (2 semanas).

10.4. Proceso didáctico

Este plan de actividades se desarrolla durante 8 semanas, las cuales estarán organizadas en 24 sesiones de entrenamiento, correspondiéndole 3 a cada semana y distribuidas así: lunes miércoles y viernes.

Cada sesión de entrenamiento está dividida en tres partes, fase inicial; fase centrar y fase final.

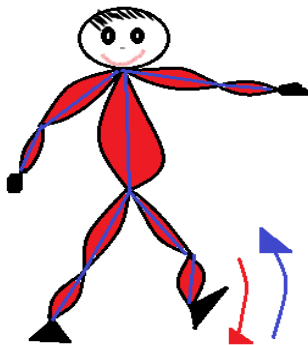
- ⌚ Fase inicial: en esta fase se realizan actividades de: la movilidad articular, la activación cardiaca y estiramiento.

La movilidad articular: es la capacidad de una articulación de hacer un movimiento, estos movimiento le permite al hueso de lubricarse por medio del líquido sinovial.

La activación cardiaca: se trata de subir un poco las pulsaciones para preparar al cuerpo para un esfuerzo mayor.

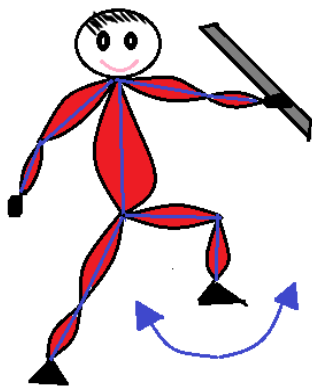
Estiramiento: son ejercicios suaves y mantenidos para preparar al musculo a un mayor esfuerzo.

Ejercicios de movilidad articular:



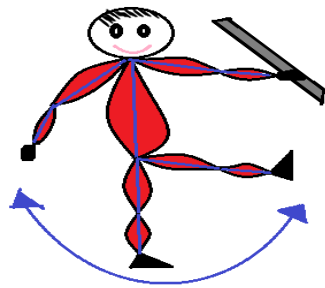
La persona realiza un movimiento del tobillo hacia arriba y abajo, llamado también plantiflexion (línea roja) y dorsiflexion (línea azul)

Tiempo del movimiento: 10 segundos con cada pierna



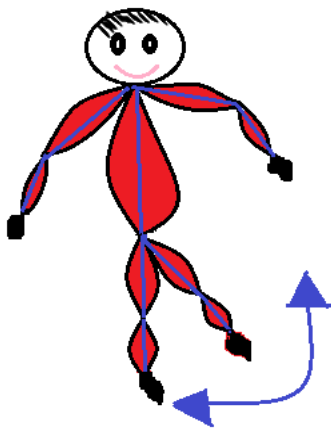
La persona levanta su rodilla hasta que el muslo haga una paralela con el suelo, una vez levantada el pie hace un movimiento pendular. (línea azul)

Tiempo del movimiento: 15 segundos con cada pierna



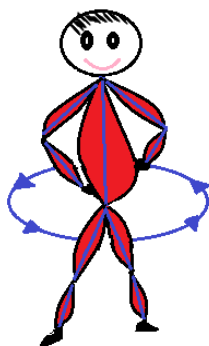
La persona hace un movimiento pendular a delante (anterior) y atrás (posterior) con su pierna extendida, si la persona no se siente totalmente estable se puede sujetar de alguien o de algo.

Tiempo del movimiento: 15 segundos con cada pierna



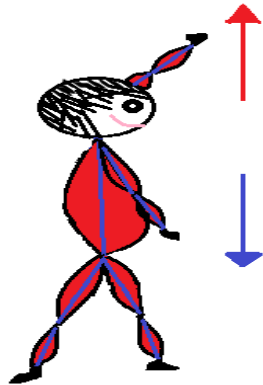
La persona en este ejercicio levanta su pierna lateralmente, haciendo un movimiento de péndulo hacia la izquierda y la derecha o de abducción y adducción. En este ejercicio la persona si no se siente estable se podrá apoyar con algún objeto.

Tiempo del movimiento: 15 segundos con cada pierna



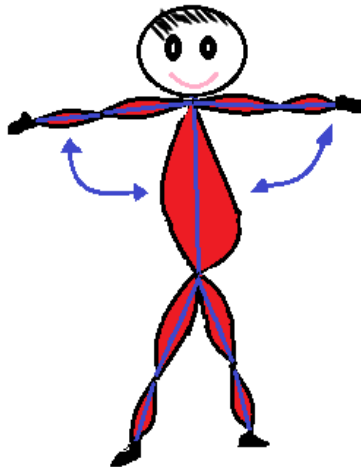
La persona en este ejercicio hace un círculo en su propio eje, con la cintura; las manos van a la altura de la cadera. Este ejercicio se hace hacia la derecha e izquierda.

Tiempo del movimiento: 10 segundos a cada lado



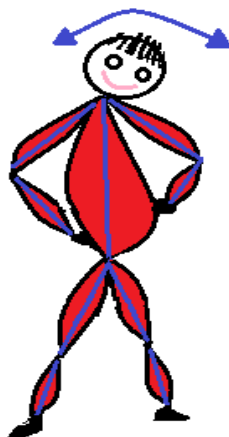
En este movimiento la persona con una mano hace elevación (línea rojo) y una depresión (línea azul) con la otra, ósea que mientras una mano se eleva la otra se deprime.

Tiempo del movimiento: 15 segundos



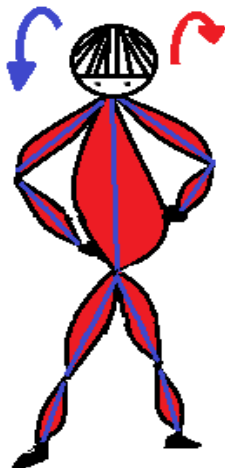
La persona en este ejercicio levantará y deprimirá las ambas manos lateralmente al mismo tiempo.

Tiempo del movimiento: 15 segundos



En este ejercicio la persona hace un movimiento de la cabeza que va de izquierda a derecha.

Tiempo del movimiento: 15 segundos

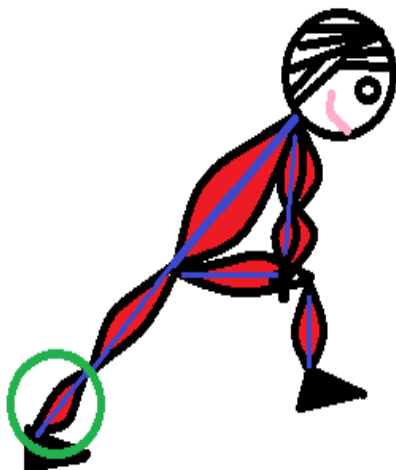


En este movimiento la persona realiza una depresión anterior (adelante y abajo) y posterior de la cabeza (atrás y abajo)

Tiempo del movimiento: 15 segundos

Después de realizar los movimientos de movilidad articular prosigue la activación cardiaca que se realizara a través de una caminata suave que durara un tiempo máximo 5 minutos.

A continuación se mostrara algunos ejercicios de estiramiento que se pueden realizar previamente al trabajo central.



La persona en este estiramiento, adelanta una pierna y la flexiona a un angulo aproximado de 100 grados, mientras la otra pierna se tensiona (no se debe despejar el talón del piso) este procedimiento se repite con la otra pierna

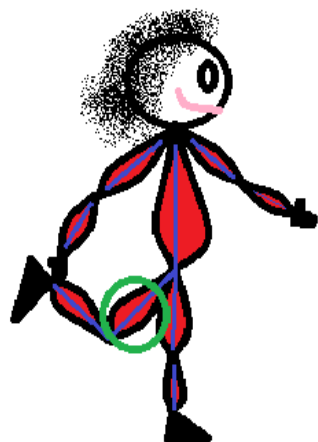
Tiempo: 20 segundos cada pierna

Musculo estirado: gastrocnemios



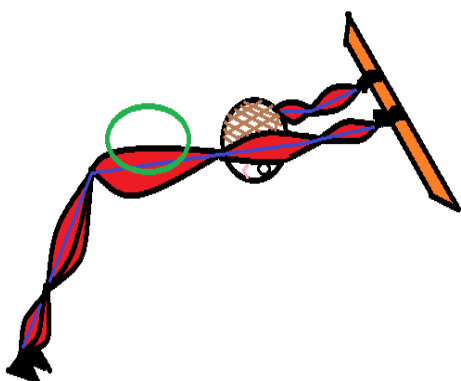
Se junta las pernas dejando un espacio aproximado de 10 a 15 cm y sin doblar las rodillas las manos deben tratar de tocar las puntas de los pies.

Tiempo del estiramiento: 20 segundos
Musculo estirado: bíceps femoral



En este estiramiento la persona flexiona la pierna y realiza una tracción hacia atrás al mismo tiempo la mano busca el tobillo. (la mano y la pierna deben ser se la misma lateralidad)

Tiempo del estiramiento: 30 segundos cada pierna.
Musculo estirado: cuádriceps



La persona en este estiramiento busca un tubo o una superficie donde se pueda agarrar, después de agarrada se da dos pasos hacia atrás y se deprime la cabeza y espalda.

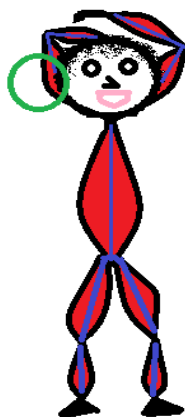
Tiempo de estiramiento: 18 segundos
Musculo estirado: dorsal ancho



En este estiramiento, se levanta el brazo hasta la altura del mentón y se desplaza a la dirección contraria de la que pertenece al brazo, mientras con el otro brazo se hace una presión en el codo.

Tiempo de estiramiento: 15 segundos cada brazo.

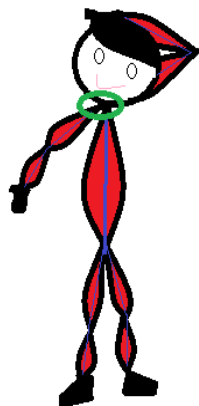
Musculo estirado: tríceps y biceps



La persona en este estiramiento levanta el brazo totalmente y hace una flexión, donde la mano queda atrás y debajo de la cabeza, la otra mano busca el codo y ejerce una presión hacia abajo.

Tiempo de estiramiento: 15 segundos cada brazo

Musculo estirado: bíceps y triceps



En este estiramiento la persona, eleva su mano y la flexiona, situándola por encima de la cabeza; esta mano ejerce una presión hacia el lado donde se encuentra la mano que hace que la cabeza de ladee.

Tiempo de estiramiento: 15 segundos cada lado.

Musculo estirado: esternocleidomastoideo

Fase central: esta fase será personalizada, debido a que la edad, el sexo y el estado cardiovascular no es el mismo. Hay tres variables a tener en cuenta a la hora de prescripción del ejercicio aeróbico según lo describe la fórmula de karvone como lo son: la edad, sexo, frecuencia máxima y la frecuencia de reposo.

¿Cómo hallar la frecuencia máxima?

Esta frecuencia se halla haciendo una resta entre la edad de la persona y unas constantes.

Si es mujer es $226 - \text{edad}$; si es hombre $220 - \text{edad}$.

Ejemplo:

Cuál sería la frecuencia cardiaca máxima de una mujer de 45 años.

Como es mujer, se utiliza la constante de 226 menos la edad que es 45 queda así:

F máx: $226 - 45 = 181$ ppm.

¿Qué es la frecuencia de reposo y como se toma?

Como su nombre lo indica son las pulsaciones que hace el corazón contabilizadas en un minuto cuando el cuerpo está en reposo, esta pulsación se puede tomar apenas se despierte la persona o recostándose 5 minutos y posteriormente se hace la toma.

Aplicación de la fórmula de Karvonen

Entonces, si se tiene una persona con las siguientes características y quiere trabajar al **65 %** de su frecuencia máxima:

Sexo: hombre

Edad: 55 años

Frecuencia de reposo: **65 ppm**

Frecuencia máxima: $220 - 55 \text{ años} = 165$ ppm

FC entrenamiento = $(\text{FC Máxima} - \text{FC Reposo}) \times \% \text{ esfuerzo} + \text{FC Reposo}$

FC entrenamiento = $(165 \text{ ppm} - 65 \text{ ppm}) \times 65\% + 65 \text{ ppm}$

FC entrenamiento al 65% = 130 ppm.

A FASE CENTRAL						
LUNES		MIÉRCOLES		VIERNES		Etapa
volumen	intensidad	volumen	intensidad	volumen	intensidad	
30	60-65 %	30	60-65 %	30	60-65 %	1
35	60-65 %	35	60-65 %	35	60-65 %	
38	70%	40	70%	42	70%	2
45	70%	48	70%	50	70%	
52	70%	55	70%	58	70%	
60	70%	62	70%	65	70%	
45	70-75%	45	70-75%	45	70-75%	3
45	75%	45	75%	45	75%	
entrenamiento						
Entreno = (FC Máxima - FC Reposo) X % esfuerzo + FC Reposo						

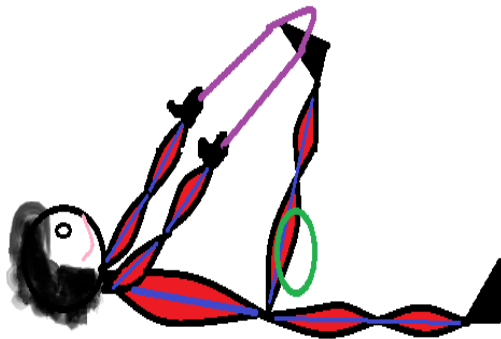
Estos son algunos de los estiramientos sugeridos para la finalización de la sesión de estiramiento.



En este estiramiento, la persona se sienta en el suelo; con las piernas totalmente extendidas y las manos buscan las puntas de los pies.

Tiempo de estiramiento: 25 segundos.

Musculo estirado: bíceps femoral



La persona en este estiramiento se pone en posición de cubito supino (acostado boca arriba), se eleva una pierna y con un lazo o cuerda rodea la planta del pie y hala con sus manos.

Tiempo de estiramiento: 15 segundos con cada pierna.

Musculo estirado: bíceps femoral



En este estiramiento la persona se pone en posición de cubito prono (acostado boca abajo) y flexiona una de sus piernas, a continuación la mano busca el tobillo para ejercer una presión hacia abajo.

Tiempo de estiramiento: 18 segundos con cada pierna.

Musculo estirado: cuadriceps



La persona en este estiramiento, juntas las plantas de los pies formando un rombo con las piernas y las manos ejercen una presión sobre las rodillas.

Tiempo de estiramiento: 20 segundos

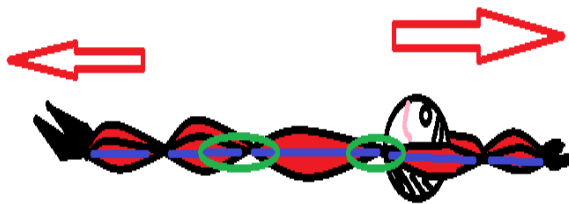
Musculo estirado: vasto interior



En este estiramiento la persona se pone en posición de cubito prono (acostado boca abajo), apoya las manos en la superficie del suelo y las extiende separando el abdomen del piso (no se debe separar del suelo la cintura pélvica).

Tiempo de estiramiento: 20 segundos.

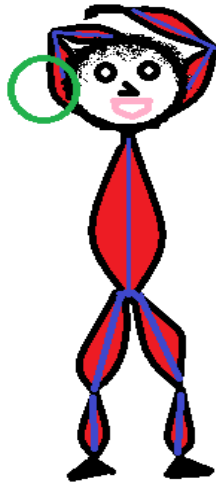
Musculo estirado:



La persona toma una posición de cubito supino (acostado boca arriba) con las manos hacia arriba. Se ejerce fuerzas contrarias entre las piernas y las manos.

Tiempo de estiramiento: 25 sg.

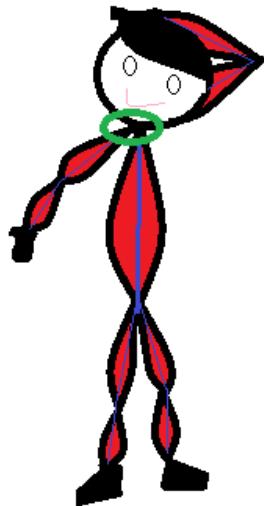
Musculo estirado:



La persona en este estiramiento levanta el brazo totalmente y hace una flexión, donde la mano queda atrás y debajo de la cabeza, la otra mano busca el codo y ejerce una presión hacia abajo.

Tiempo de estiramiento: 15 segundos cada brazo

Musculo estirado: bíceps y tríceps



En este estiramiento la persona, eleva su mano y la flexiona, situándola por encima de la cabeza; esta mano ejerce una presión hacia el lado donde se encuentra la mano que hace que la cabeza de ladee.

Tiempo de estiramiento: 15 segundos cada lado.

Musculo estirado: esternocleidomastoideo

11. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Esta investigación se realizó con 4 personas que padecen diabetes tipo 2 y fueron sujetos a un programa de ejercicio aeróbico de 8 semanas, se realizaron dos tomas de medidas antropométricas una antes de empezar el programa y la otra al finalizar el mismo, para así poder apreciar cambios en su composición corporal. En todas las sesiones el ejercicio estuvo totalmente controlado a través de pulsometro. Vale la pena mencionar que para efectos de este trabajo, se realizó una charla nutricional, sin embargo debido a que no podía mantener rigurosidad en la variable alimenticia, esta no se tuvo en cuenta, es decir, no se realizó una dieta programada ni estructurada, ya que personas con diabetes por lo general no controlan adecuadamente sus comidas, siendo esto en muchas ocasiones el causante de su enfermedad; con ello se pudo establecer directamente, si solo con ejercicio controlado podría ser notable cambio alguno.

11.1. Presentación de resultados, Caso 1.

Hernán Cárdenas Izquierdo

Hombre de 52 años de edad nacido el 31 de marzo de 1961 en Palmira Valle, su actividad laboral está sujeta a la fabricación de muebles de madera. Hace un año y seis meses fue diagnosticado, por la doctora Nora Giraldo, como paciente con Diabetes tipo 2, llegando a la liga Palmirana de diabetes con una glicemia de 359 mg/dl; Don Hernán manifiesta que en su familia ya se ha presentado esta enfermedad en generaciones anteriores como lo fue con su abuelo materno, su padre y ahora sus hermanos. Él, voluntariamente se sometió a este programa de ocho semanas de ejercicio aeróbico controlado a través de spinning y caminadora que se llevó acabo en el gimnasio Humber GYM en la ciudad de Palmira ubicado en la carrera 19.

La primera sesión, se llevó a cabo en la Liga Palmirana de Diabetes, el día 7 de junio del 2013 Donde se tomaron las diferente medidas antropométricas a las 3 pm., las medidas obtenidas, se mostraran a continuación en los diferentes apartes.

Tabla 9: Primera toma de datos caso 1

TOMA 1: Fecha: 7 junio del 2013	
Peso	93,2 kg
Talla	1,81 metros
Edad	52 años
Índice de Quetelet	28,4 kg/m
FC reposo	75 ppm
% de grasa según Yuhasz	24%

Fuente: esta investigación

De acuerdo a la información anterior, su índice de masa corporal se encuentra en sobrepeso (ver tabla No. 1) estando alejado 3,5 puntos del rango normal. Manifestaba tener una debilidad por la comida alta en grasa y las bebidas alcohólicas como el la llamaba ``las polas`` la cantidad de estas bebidas que se tomaba Don Hernán era unas 6 a 10 en el mes además porciones grandes de comida, esto hace que se presente un desbalance entre la ingesta y la quema de caloría inclinándola así un aumento del consumo superior al gasto calórico, causando que Don Hernán tenga algunos kilos de más. Según la escala para clasificar el porcentaje de grasa corporal en hombres no deportistas de Hoeger (ver tabla No. 3) se encuentra en moderada, debido a lo comentado anteriormente y si le sumamos el sedentarismo por más de 20 años es un agravante más para que le porcentaje de grasa este un poco elevada.

Posteriormente se tomaron los pliegues cutáneos y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

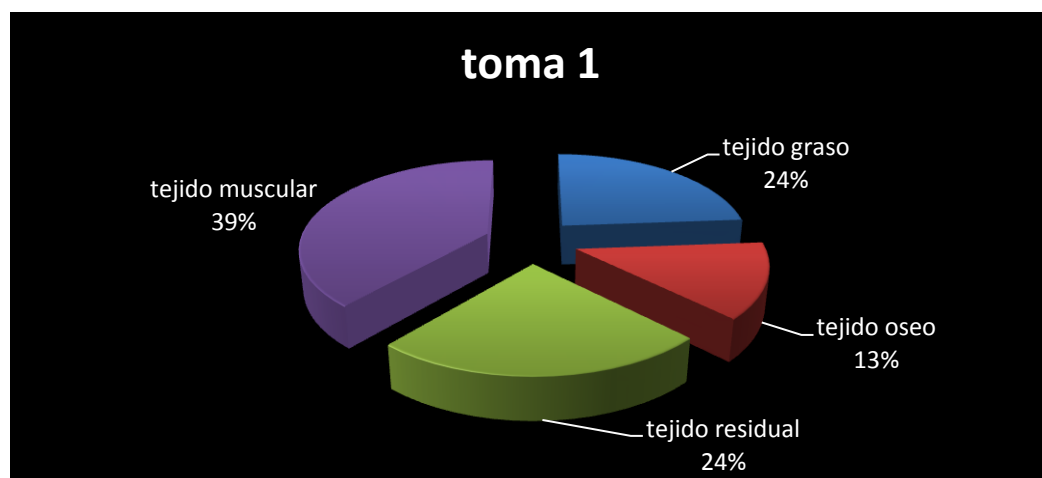
Tabla 10: Primera toma de pliegues, perímetros y diámetro caso 1

PLIEGUES(mm)		PERIMETROS(cm)	
Bíceps	11	Brazo relajado	32
Tríceps	23	Brazo contraído	36
Subescapular	31	Antebrazo	30
Abdominal	52	Muslo	54
Supra iliaco	27	Pantorrilla	40
Muslo	27	Perímetro abdominal	105
Pantorrilla	17	DIAMETROS(cm)	
Pectoral	21	BIEPICONDILO DEL HUMERO	7,9
Axilar	32	BIEPICONDILO DEL FEMOR	9,8
		BIESTILOIDEO	5,8

Fuente: esta investigación

Con la obtención de estos datos se pudo calcular el peso graso, peso óseo, peso residual y peso muscular, en el siguiente diagrama circular se muestran los cuatro componentes divididos porcentualmente:

Figura 1: componentes de peso caso 1



Fuente: esta investigación

En el diagrama (figura 1) se puede apreciar que el tejido graso corresponde al 24% del peso corporal del individuo, es decir, 22,2 kg de su peso total. El tejido óseo es de 12,6 kg mientras el peso residual es de 22,4 kg y finalmente el peso muscular es de 36 kg para una suma total de 93,2 el cual constituye el peso total de Don Hernán.

Posteriormente, para fines de esta investigación, Don Hernán se realizó, el 4 de junio, un examen de hemoglobina glucosilada para conocer en qué estado llega al programa de ejercicio aeróbico y observar que cambios se obtienen al final del mismo, en el laboratorio clínico se hace la toma de tal examen por la bacterióloga Ana Milena Barona, su resultado fue entregado a los tres días y este fue de 6,7 % con un valor de glucosa en sangre aproximado de 158 mg/dl, según el libro Hacia el Manejo práctico de la Diabetes tipo 2 , Don Hernán se encuentra en un control aceptable.

Las siguientes 24 sesiones se realizaron en el gimnasio Humber Gym, distribuidas en tres sesiones correspondientes a desarrollarse los días lunes, miércoles y viernes a las 2:30 de la tarde; una duración aproximada de 1 hora a 1 hora y 40 minutos, donde en cada sesión utilizaron un pulsometro para controlar sus pulsaciones. La pulsación máxima teórica de Don Hernán es de 168 ppm y su frecuencia de entrenamiento será extraída de la fórmula de Karvonne siendo el 60% de la frecuencia máxima la mínima intensidad de trabajo y el 75% la máxima, en la siguiente tabla se muestra la carga de trabajo que se diseñó para Don Hernán, el volumen en minutos y la intensidad en porcentaje de trabajo y en pulsaciones por minuto.

Tabla 11: volumen e intensidad de la fase central caso 1

CARGA DE LA FASE CENTRAL							
semanas	LUNES		MIÉRCOLES		VIERNES		Etapa
	volumen	intensidad	volumen	intensidad	volumen	intensidad	
1	30 min	60-65 % 131- 135 ppm	30 min	60-65 % 131-135 ppm	30min	60-65 % 131-135 ppm	1
2	35 min	60-65 % 131- 135 ppm	35 min	60-65 % 131- 135 ppm	35 min	60-65 % 131- 135 ppm	
3	38 min	70% 140 ppm	40 min	70% 140 ppm	42 min	70% 140 ppm	2
4	45 min	70% 140 ppm	48 min	70% 140 ppm	50 min	70% 140 ppm	
5	52 min	70% 140 ppm	55 min	70% 140 ppm	58 min	70% 140 ppm	
6	60 min	70% 140 ppm	62min	70% 140 ppm	65 min	70% 140 ppm	
7	45 min	70-75% 140-145 ppm	45 min	70-75% 140-145 ppm	40 min	70-75% 140-145 ppm	3
8	40 min	75% 145 ppm	40 min	75% 145 ppm	35 min	75% 145 ppm	

Fuente: esta investigación

Don Hernán hace una primera etapa, que consta de dos semanas de adaptación que se realizó con una intensidad del 60% al 65% de la frecuencia máxima cardiaca, no asistió al programa en tres ocasiones el 28 de junio, el 15 de julio y el 8 de agosto por lo regular debido a diligencias que se cruzaban con las sesiones de trabajo aeróbico. En cada sesión el sujeto de estudio, se caracterizó por tener sus pulsaciones en el rango de trabajo, y siempre terminó las sesiones en su totalidad solo en dos ocasiones manifestó estar cansado pero sin embargo las culminó.

A continuación, se muestra la tabla Donde se registró la toma de la glucometría antes de cada entrenamiento, con el fin de verificar que su glucometría no esté por encima de 200 mg/dl ya que si lo está, no se puede realizar ejercicio por que en los primeros 10 minutos sube la glucosa en sangre y después esta empieza a

descender. Las casillas que se encuentran con líneas intermitentes, son las fechas en las que no asistió.

Tabla 12: glucometría antes del entrenamiento caso 1

Glucometría pre-entrenamiento			
17/junio/2013	74	15/julio/2013	-----
19/junio/2013	84	17/julio/2013	109
21/junio/2013	120	19/julio/2013	96
24/junio/2013	107	22/julio/2013	86
26/junio/2013	124	24/julio/2013	102
28/junio/2013	-----	26/julio/2013	167
1/julio/2013	114	28/julio/2013	95
3/julio/2013	113	31/julio/2013	95
5/julio/2013	114	2/agosto/2013	107
8/julio/2013	144	5/agosto/2013	104
10/julio/2013	123	8/agosto/2013	-----
12/julio/2013	101	9/agosto/2013	102

Fuente: esta investigación

El 10 de agosto de 2013 se realiza la segunda toma de medidas antropométricas a la misma hora que la primera toma y en el mismo lugar, a continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 13: segunda toma de datos caso 1

TOMA 2 / 10 agosto del 2013	
Peso	90 kg
Talla	1,81 metros
Edad	52 años
Índice de Quetelet	27,5 kg/m ²
FC reposo	69 ppm
% de grasa según Yuhasz	21%

Fuente: esta investigación

En esta segunda toma, se observan los primeros cambios, tales como variaciones en el peso, en la primera toma su peso era de 93,2 kg, en esta es de 90 kg, es decir, hay una diferencia de 3,2 kg corresponde a casi un 4% de reducción de su peso. Por ende su índice de masa corporal también se redujo pasando de 28,4 kg/m² a 27,5 kg/m² estando más cerca del rango normal y la última diferencia que se aprecia en el cuadro anterior es una reducción del porcentaje de grasa de un 24% a un 21% pasando de estar en una en una escala modera a bien en la clasificación de Hoeger.

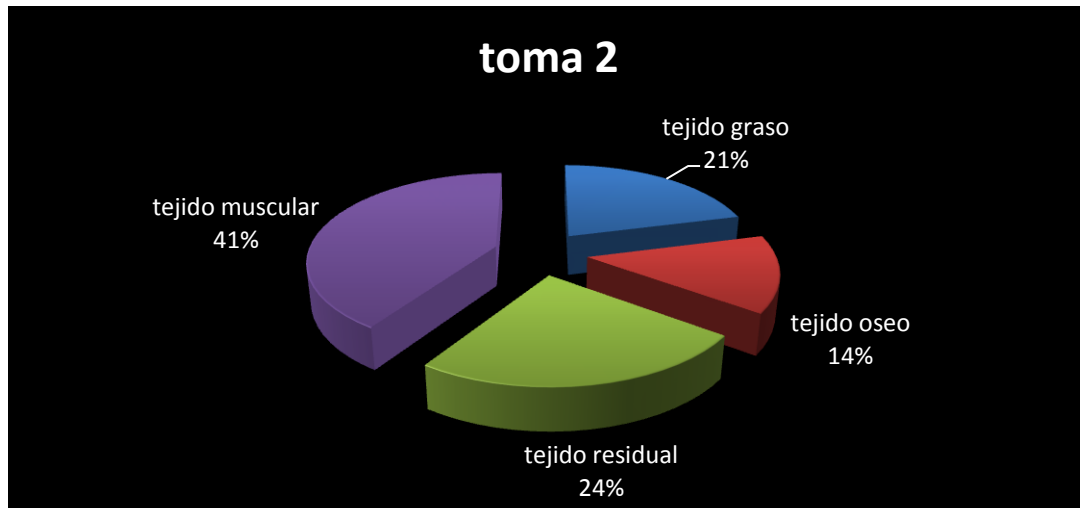
Tabla 14: segunda toma de pliegues y perímetros caso 1

PLIEGUES(mm)		PERIMETROS(cm)	
Bíceps	11	Brazo relajado	30
Tríceps	18	Brazo contraído	35
Subescapular	23	Antebrazo	30
Abdominal	49	Muslo	53
Supra iliaco	21	Pantorrilla	40
Muslo	26	Perímetro abdominal	99
Pantorrilla	15		
Pectoral	21		
Axilar	27		

Fuente: esta investigación

Con la obtención de estos datos se volvieron a hallar el porcentaje de grasa, porcentaje óseo, porcentaje residual y el porcentaje muscular para analizar su cambio entre una toma y otra, a continuación se muestra el diagrama circular de los cuatro componentes.

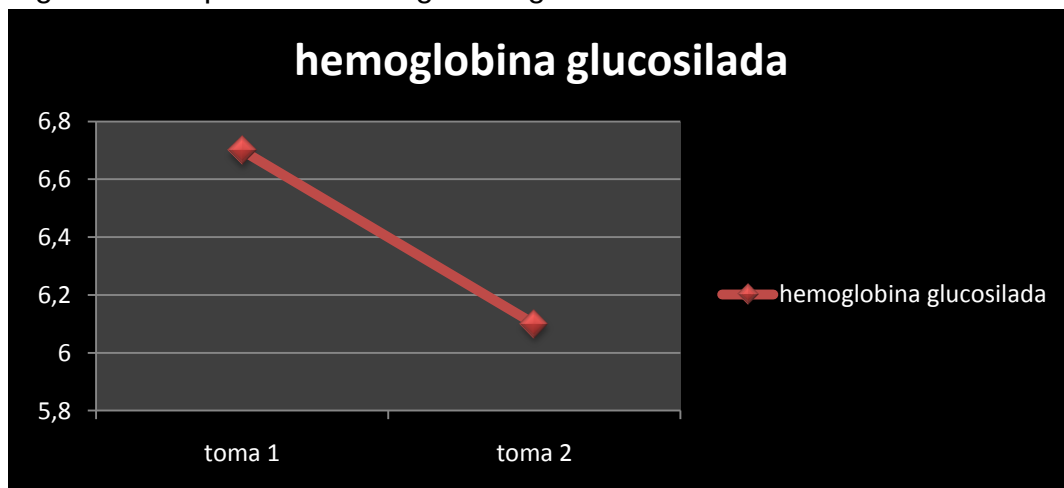
Figura 2: componentes de peso caso 1



Fuente: esta investigación

El primer gran cambio es la reducción del porcentaje de grasa, pasando de 22,2 kg a 19 kg una reducción de 3,2 kg en grasa el otro cambio notable es el aumento de la masa muscular pasando de 36kg a 36,7 aumentando 700g pero si se tiene en cuenta la reducción del peso corporal, esta aumento del 2% con respecto a la toma anterior; el tejido residual debido a su pérdida de peso se reduce de 22,4kg a 21,7kg y el tejido óseo que con el mismo peso de 12,6 kg pero debido a la reducción de peso porcentualmente sube un punto, es decir de 13% a 14%.

Figura 3: comparación hemoglobina glucosilada caso 1

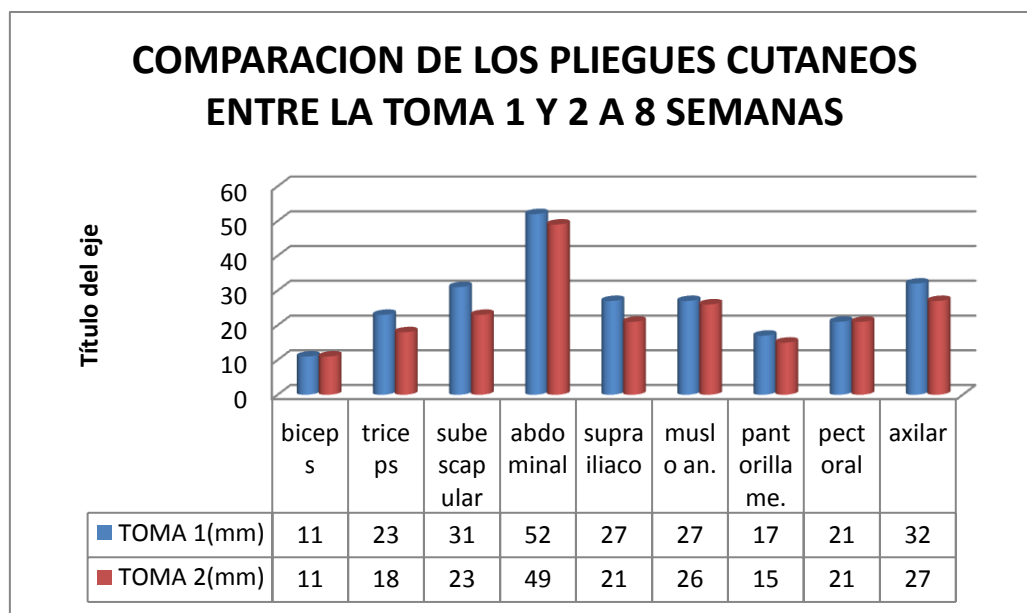


Fuente: esta investigación

El 9 de agosto se hace la toma de la segunda muestra de sangre en el laboratorio clínico por la bacterióloga Ana Milena Barona su resultado fue de 6,1 % si se hace la comparación con la primera toma hay una reducción de 0,6 % pasando de un control aceptable a un buen control según el libro hacia el manejo practico de la Diabetes tipo 2, además pasa de tener un promedio de glucosa en sangre de 158 mg/dl a 136 mg/dl.

En el siguiente cuadro muestra una comparación entre los pliegues tomados en la primera toma y la segunda toma a las 8 semanas después de hacer un programa de ejercicio físico.

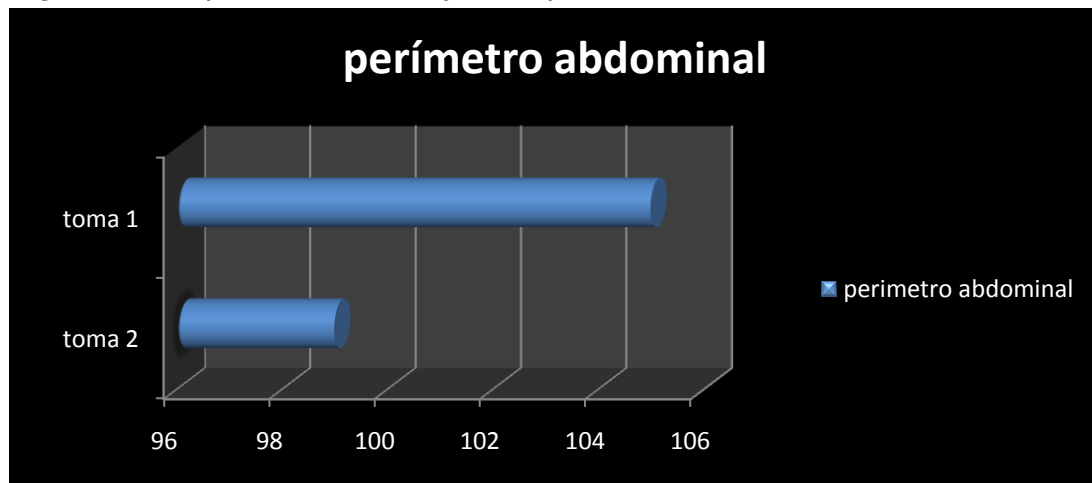
Figura 4: comparación de los pliegues cutáneos entre la toma 1 y 2 caso1



Fuente: esta investigación

La sumatoria total de la primera toma (barras azules) de un total de 241mm en pliegues mientras en la segunda toma (barras cafés) de un total en pliegues cutáneos de 211 mm teniendo una reducción de un de casi un 13% entre una toma y otra.

Figura 5: comparación toma 1 y 2 del perímetro abdominal



Fuente: esta investigación

Como se ha mencionado anteriormente en este trabajo, el perímetro abdominal es un gran indicador del riesgo cardiovascular de las personas, la OMS afirma que un hombre no debe tener un perímetro abdominal de 90cm; en este caso el perímetro abdominal de Don Hernán en la primera toma fue de 105cm estando 15 cm alejado del rango limite muy por encima de lo recomendable, después de 8 semanas de ejercicio aeróbico controlado sin ninguna influencia directa en la comida se observa una reducción de 6cm quedando con un perímetro abdominal de 99cm.

Figura 6: índice del nivel de estado físico toma 1 y 2 caso 1



Fuente: esta investigación

Como se describió anteriormente el índice de estado físico de Pigorova se evalúa a través de datos antropométricos y funcionales, la primera toma del nivel de estado físico se tomó terminando la primera semana; el resultado de este fue de

0,343 obteniendo un puntaje de 2, ubicándose bajo el promedio en la escala para clasificar el nivel del estado físico general según Pirogova (ver tabla No. 5) Posteriormente se volvió a evaluar en la finalizando la octava semana y el resultado fue de 0,617 obteniendo un puntaje de 4 y ubicándose en sobre el promedio haciendo un salto significativo de un resultado a otro.

11.2. Presentación caso 2

Alba Dolly collazos

Mujer de 50 años de edad nacida el 25 de septiembre de 1962 en Palmira Valle, su actividad diaria está sujeta a las labores domésticas de su hogar. Hace seis meses fue diagnosticada, por la doctora Nora Giraldo, como paciente con Diabetes tipo 2, llegando a la liga Palmirana de diabetes con una glicemia de 298 mg/dl; Doña Alba Dolly manifiesta que en su familia nunca se ha presentado este tipo de enfermedad y que su afección se lo debe a sus malos hábitos alimenticios. Ella, voluntariamente se sometió a este programa de ocho semanas de ejercicio aeróbico controlado a través de spinning y caminadora que se llevó acabo en el gimnasio Humber GYM en la ciudad de Palmira ubicado en la carrera 19.

La primera sesión, se llevó a cabo en la Liga Palmirana de Diabetes, el día 7 de junio del 2013, donde se tomaron las diferente medidas antropométricas a las 3 pm., las medidas obtenidas, se mostraran a continuación en los diferentes apartes:

Tabla 15: primera toma de datos caso 2

TOMA 1:	
Fecha: 7 junio del 2013	
Peso	61,8 kg
Talla	1,65 metros
Edad	50 años
Índice de Quetelet	22,7 kg/m
FC reposo	78 ppm
% de grasa según Yuhasz	27%

Fuente: esta investigación

De acuerdo a la información anterior, su índice de masa corporal se encuentra en normal (ver tabla No. 1) estando casi en el meridiano de este rango. Ella manifiesta que después de haber sido diagnosticada se sometió a una dieta estricta para bajar de peso, esto debido a que seis meses atrás pesaba 72 kilos, conduciendo así a que el sujeto de investigación llegue al programa de ejercicio aeróbico con un buen peso, de acuerdo a la escala para clasificar el porcentaje de grasa corporal en mujeres no deportistas de Hoeger (ver tabla No. 4), a pesar de que ella hizo una dieta estricta su porcentaje de grasa no bajo lo suficiente, debido a que la manera más fácil de bajar este es el ejercicio aeróbico, contemplando lo anterior, se propendió por bajar el porcentaje de grasa sin afectar mucho su peso.

Posteriormente, se tomaron los pliegues cutáneos y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

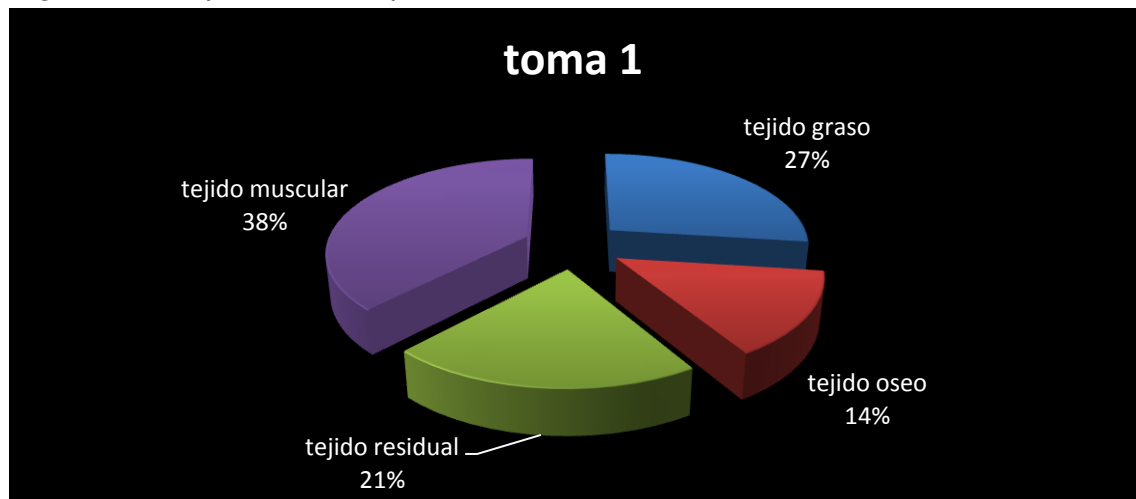
Tabla 16: primera toma de pliegues, perímetros y diámetros caso 2

PLIEGUES(mm)		PERIMETROS(cm)	
Bíceps	11	Brazo relajado	27
Tríceps	18	Brazo contraído	30
Subescapular	19	Antebrazo	23
Abdominal	34	Muslo	50
Supra iliaco	16	Pantorrilla	38
Muslo	25	Perímetro abdominal	85
Pantorrilla	20	DIAMETROS(cm)	
Pectoral	-----	BIEPICONDILO DEL HUMERO	6,7
Axilar	17	BIEPICONDILO DEL FEMOR	8,8
		BIESTILOIDEO	4,7

Fuente: esta investigación

Con la obtención de estos datos se pudo calcular el peso graso, peso óseo, peso residual y peso muscular, en el siguiente diagrama circular se muestran los cuatro componentes divididos porcentualmente:

Figura 7: componentes de peso caso 2



Fuente: esta investigación

En el diagrama (figura 7) se puede apreciar que el tejido graso corresponde al 27% del peso corporal del individuo, es decir, 16,7 kg de su peso total. El tejido óseo es de 8,8 kg mientras el peso residual es de 12,9 kg y finalmente el peso muscular es de 23,4 kg para una suma total de 61,8 el cual constituye el peso total de Doña Alba Dolly.

Para fines de esta investigación, al sujeto de investigación se le realizó, el 4 de junio, un examen inicial de hemoglobina glucosilada y observar que cambios se obtienen al final del programa de ejercicio aeróbico propuesto, en el laboratorio clínico se hace la toma de tal examen por la bacterióloga Ana Milena Barona, su resultado fue entregado a los tres días y este fue de 6,3% con un valor de glucosa en sangre aproximado de 142 mg/dl, según el libro Hacia el Manejo práctico de la Diabetes tipo 2.

Las siguientes 24 sesiones se realizaron en el gimnasio Humber Gym, distribuidas en tres sesiones correspondientes a desarrollarse los días lunes, miércoles y viernes a las 2:30 de la tarde; una duración aproximada de 1 hora a 1 hora y 40 minutos, donde en cada sesión se utilizó un pulsometro para controlar sus pulsaciones. La pulsación máxima teórica de Doña Alba Dolly es de 176 ppm y su frecuencia de entrenamiento será extraída de la fórmula de Karvonne siendo el

60% de la frecuencia máxima la mínima intensidad de trabajo y el 75% la máxima, en la siguiente tabla se muestra la carga de trabajo que se diseñó para el sujeto de estudio, el volumen en minutos y la intensidad en porcentaje de trabajo y en pulsaciones por minuto.

Tabla 17: volumen e intensidad de la fase central caso 2

CARGA DE LA FASE CENTRAL							
semanas	LUNES		MIÉRCOLES		VIERNES		Etapa
	volumen	intensidad	volumen	intensidad	volumen	intensidad	
1	30 min	60-65 % 137- 142 ppm	30 min	60-65 % 137-142 ppm	30min	60-65 % 137-142 ppm	1
2	35 min	60-65 % 137- 142 ppm	35 min	60-65 % 137- 142 ppm	35 min	60-65 % 137- 142 ppm	
3	38 min	70% 147 ppm	40 min	70% 147 ppm	42 min	70% 147 ppm	2
4	45 min	70% 147 ppm	48 min	70% 147 ppm	50 min	70% 147 ppm	
5	52 min	70% 147 ppm	55 min	70% 147 ppm	58 min	70% 147 ppm	
6	60 min	70% 147 ppm	62min	70% 147 ppm	65 min	70% 147 ppm	
7	45 min	70-75% 147-152 ppm	45 min	70-75% 147-152 ppm	40 min	70-75% 147-152 ppm	3
8	40 min	75% 152 ppm	40 min	75% 152 ppm	35 min	75% 152 ppm	

Fuente: esta investigación

Doña Alba Dolly hace una primera etapa, que consta de dos semanas de adaptación que se realizó con una intensidad del 60% al 65% de la frecuencia máxima cardíaca, las siguientes 4 semanas son un periodo de aumento del

volumen y por ultimo dos semanas donde hay aumento de la intensidad. El sujeto de investigación no faltó a ninguna sesión de trabajo aeróbico, en cada sesión Doña Alba se caracterizó por tener sus pulsaciones un poco bajas al rango de trabajo que le correspondía cada día, le costaba mucho llegar a su punto de trabajo y siempre terminó las sesiones en su totalidad, Aunque siempre manifestaba su cansancio cuando este rodeaba los 40 min.

A continuación, se muestra la tabla donde se registró la toma de la glucometría antes de cada entrenamiento, con el fin de verificar que su glucometría no esté por encima de 200 mg/dl ya que si lo está, no se puede realizar ejercicio por que en los primeros 10 minutos sube la glucosa en sangre y después esta empieza a descender.

Tabla 18: glucometría antes del trabajo aeróbico

Glucometría pre-trabajo aeróbico			
17/junio/2013	114	15/julio/2013	103
19/junio/2013	98	17/julio/2013	101
21/junio/2013	74	19/julio/2013	130
24/junio/2013	105	22/julio/2013	106
26/junio/2013	129	24/julio/2013	88
28/junio/2013	108	26/julio/2013	84
1/julio/2013	92	28/julio/2013	104
3/julio/2013	105	31/julio/2013	89
5/julio/2013	94	2/agosto/2013	65
8/julio/2013	80	5/agosto/2013	80
10/julio/2013	88	8/agosto/2013	83
12/julio/2013	111	9/agosto/2013	104

Fuente: esta investigación

El 10 de agosto de 2013 se realiza la segunda toma de medidas antropométricas a la misma hora que la primera toma y en el mismo lugar, a continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 19: segunda tomada de datos caso 2

TOMA 2 / 10 agosto del 2013	
Peso	59,4 kg
Talla	1,65 metros
Edad	50 años
Índice de Quetelet	21,8 kg/m ²
FC reposo	70 ppm
% de grasa según Yuhasz	21%

Fuente: esta investigacion

En esta segunda toma, se observan los primeros cambios, tales como variaciones en el peso. A diferencia de la primera toma, donde su peso era de 61,8 kg, en esta se observa que ha disminuido a 59,4 kg, es decir, hay una diferencia de 2,4 kg corresponde a casi un 4% de reducción de su peso. Por ende su índice de masa corporal también se redujo pasando de 22,7 kg/m² a 21,8 kg/m² manteniéndose en el rango normal y la última diferencia que se aprecia en el cuadro anterior es una reducción del porcentaje de grasa de un 27% a un 22% pasando de estar, en la clasificación de Hoeger, de una escala modera a bien, aunque su reducción de peso es evidente; los cambios de reducción son mas notorios en sus pliegues cutaneos dando como resultado un porcentaje graso menor.

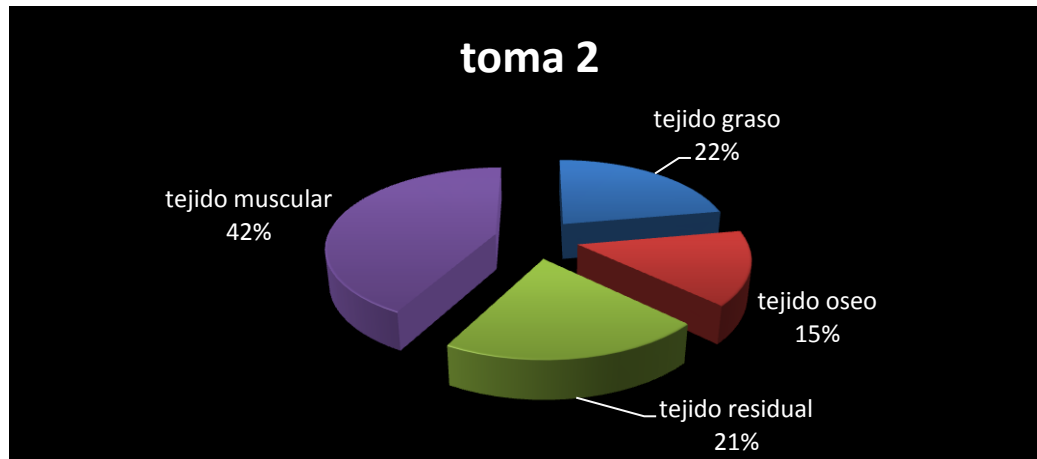
Tabla 20: segunda toma pliegues, perimetros y diametros

PLIEGUES(mm)		PERIMETROS(cm)	
Bíceps	10	Brazo relajado	27
Tríceps	14	Brazo contraído	29
Subescapular	17	Antebrazo	22
Abdominal	28	Muslo	50
Supra iliaco	16	Pantorrilla	37
Muslo	20	Perímetro abdominal	77
Pantorrilla	17		
Pectoral	-----		
Axilar	15		

Fuente: esta investigacion

Con la obtención de estos datos se volvieron a hallar el porcentaje de grasa, porcentaje óseo, porcentaje residual y el porcentaje muscular para analizar su cambio entre una toma y otra, a continuación se muestra el diagrama circular de los cuatro componentes.

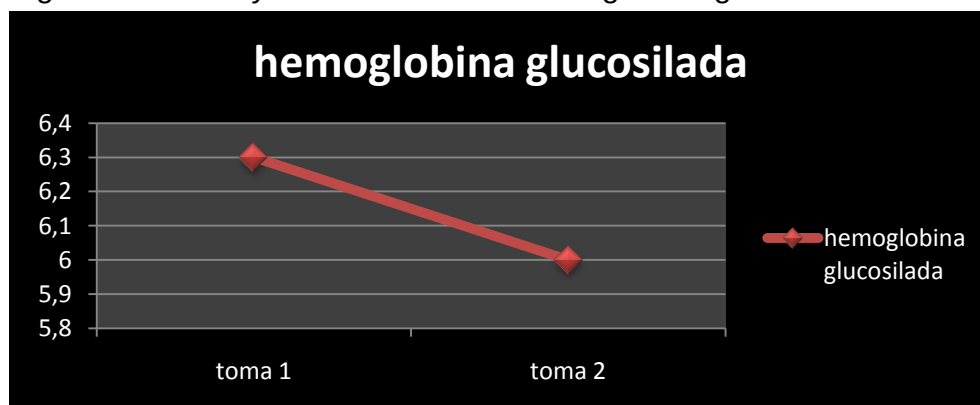
Figura 8: componestes de peso caso 2



Fuente: esta investigacion

El primer gran cambio es la reducción del porcentaje de grasa, pasando de 16,7 kg a 13,2 kg una reducción de 3,5 kg en grasa, el otro cambio notable es el aumento de la masa muscular pasando de 23,4kg a 25kg aumentando 1,6kg pero si se tiene en cuenta la reducción del peso corporal, esta aumento del 4% con respecto a la toma anterior; el tejido residual debido a su pérdida de peso se reduce de 14,2kg a 12,4kg y el tejido óseo quedo con el mismo peso de 8,8 kg pero debido a la reducción de peso porcentualmente sube un punto, es decir de 14% a 15%.

Figura 9: toma 1 y 2 del examen de hemoglobina glucosilada.

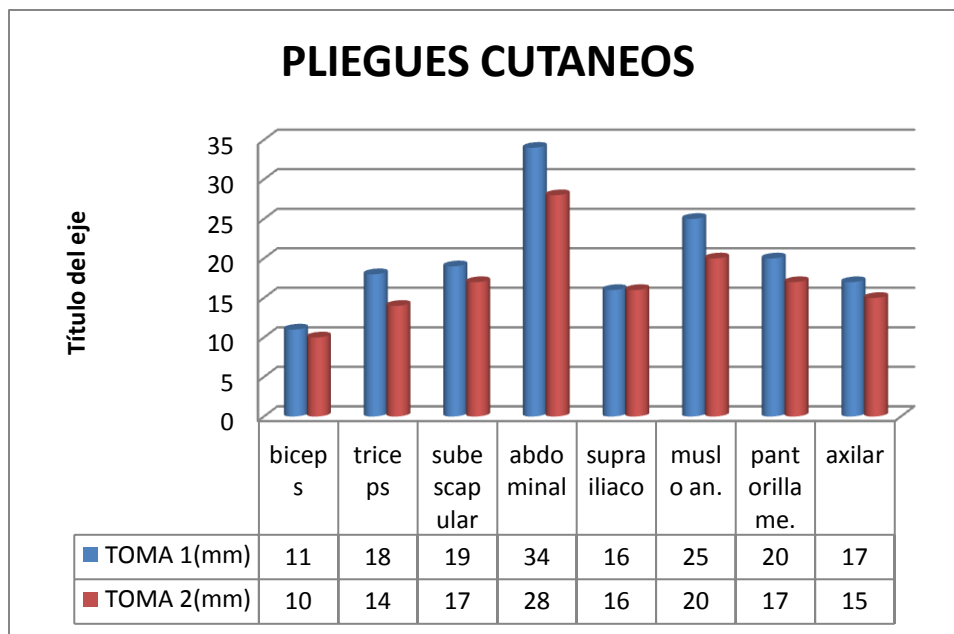


Fuente: esta investigación

El 9 de agosto se hace la toma de la segunda muestra de sangre en el laboratorio clínico por la bacterióloga Ana Milena Barona su resultado fue de 6,0 % si se hace la comparación con la primera toma hay una reducción de 0,3 % manteniéndose en un buen control según el libro hacia el manejo practico de la Diabetes tipo 2, además pasa de tener un promedio de glucosa en sangre de 142 mg/dl a 135 mg/dl.

En el siguiente cuadro muestra una comparación entre los pliegues tomados en la primera toma y la segunda toma a las 8 semanas después de hacer un programa de ejercicio aeróbico.

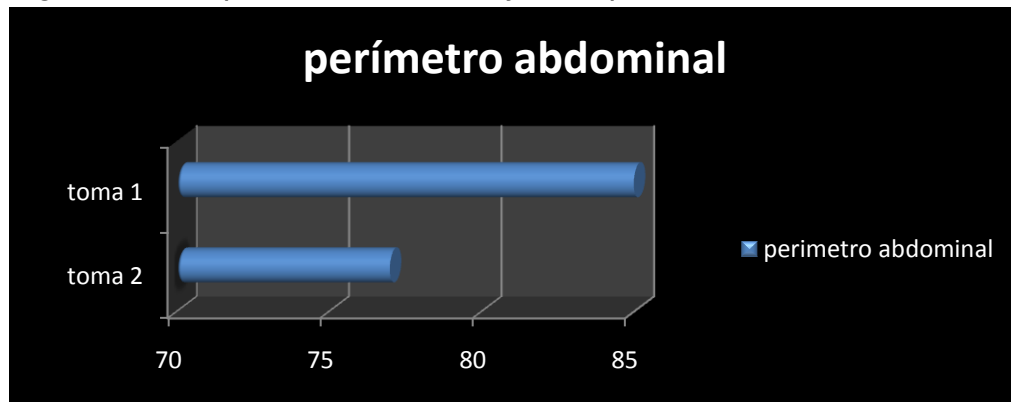
Figura 10: comparación de los pliegues cutáneos entre la toma 1 y 2



Fuente: esta investigación

La sumatoria total de la primera toma (barras azules) de un total de 170mm en pliegues mientras en la segunda toma (barras cafés) de un total en pliegues cutáneos de 137 mm teniendo una reducción de un de casi un 20% entre una toma y otra.

Figura 11: comparación de toma 1 y 2 del perímetro abdominal



Fuente: esta investigación

Como se ha mencionado anteriormente en este trabajo, el perímetro abdominal es un gran indicador del riesgo cardiovascular de las personas, la OMS afirma que una mujer no debe tener un perímetro abdominal superior a 80cm; en este caso el perímetro abdominal del sujeto de estudio en la primera toma fue de 85cm estando 5cm alejado del rango limite por encima de lo recomendable, después de 8 semanas de ejercicio aeróbico controlado sin ninguna influencia directa en la comida se observa una reducción de 8cm quedando con un perímetro abdominal de 77cm, donde se logró que se ubicara en el rango recomendable por la OMS.

Figura 12: índice de nivel de esta físico toma 1 y 2 caso 2



Fuente: esta investigación

Como se encuentra descrito en el marco conceptual de este trabajo, el índice de estado físico de Pigorova se evalúa a través de datos antropométricos y funcionales, la primera toma del nivel de estado físico se tomó terminando la

primera semana; el resultado de este fue de 0,405 obteniendo un puntaje de 3, ubicándose en el promedio en la escala para clasificar el nivel del estado físico general según Pirogova (ver tabla No. 5) Posteriormente se volvió a evaluar finalizando la octava semana y el resultado fue de 0,497 obteniendo un puntaje de 4 y ubicándose en: sobre el promedio, observándose un cambio significativo de un resultado a otro.

11.3. Presentación caso 3

Alba Eugenia Ávila de Martínez

Mujer de 66 años de edad nacida el 16 de Abril del 1947 en Pereira Risaralda, su actividad diaria está sujeta a las labores domésticas de su hogar. Hace 31 años fue diagnosticada, como paciente con Diabetes tipo 2, llegando a la liga Palmirana de diabetes con una glicemia de 458 mg/dl; Doña Alba Dolly manifiesta que en su familia nunca se ha presentado este tipo de enfermedad y que su afección se lo debe a sus malos hábitos de vida, ya que ella en su juventud ingería muchas bebidas con alto contenido de alcohol. Ella, voluntariamente se sometió a este programa de ocho semanas de ejercicio aeróbico controlado a través de spinning y caminadora que se llevó acabo en el gimnasio Humber GYM en la ciudad de Palmira ubicado en la carrera 19.

La primera sesión, se llevó a cabo en la Liga Palmirana de Diabetes, el día 7 de junio del 2013, donde se tomaron las diferente medidas antropométricas a las 3 pm., las medidas obtenidas, se mostraran a continuación en los diferentes apartes:

Tabla 21: primera toma de datos caso 3

TOMA 1:	
Fecha: 7 junio del 2013	
Peso	61,5 kg
Talla	1,46 metros
Edad	66 años
Índice de Quetelet	28,8 kg/m
FC reposo	78 ppm
% de grasa según Yuhasz	44%

Fuente: esta investigación

De acuerdo a la información anterior, su índice de masa corporal se encuentra en sobrepeso (ver tabla No. 1) estando alejada del rango normal 3,9 puntos. Ella manifiesta que después de haber sido diagnosticada lo primero que alejo de su vida fue las bebidas alcohólicas, ella admite una debilidad por la comida y alejar las comidas con altos contenido de grasa se le hace realmente difícil omitirlos de su dieta. Por otra parte el porcentaje de grasa es bastante alta, encontrándose en el rango de obeso de acuerdo a la escala para clasificar el porcentaje de grasa corporal en mujeres no deportistas de Hoeger (ver tabla No. 4)

Posteriormente, se tomaron los pliegues cutáneos y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

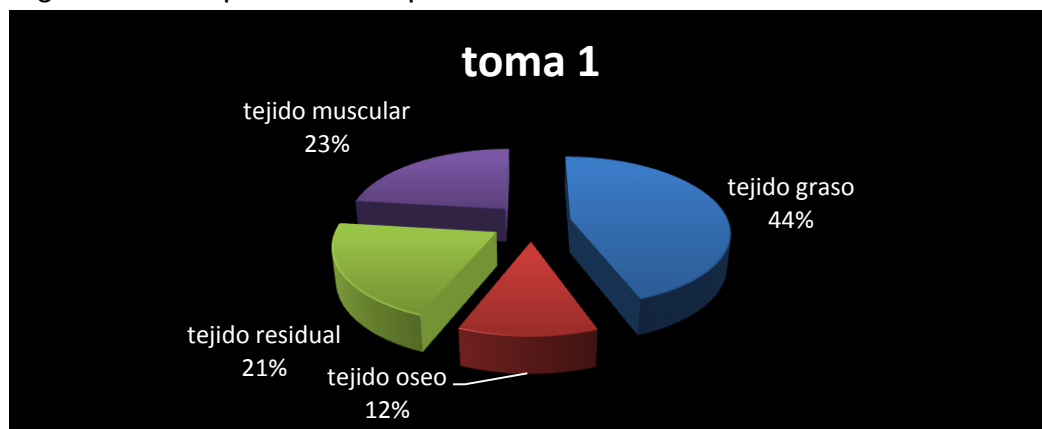
Tabla 22: primera toma de pliegues, perímetros y diámetros caso 3

PLIEGUES(mm)		PERIMETROS(cm)	
Bíceps	18	Brazo relajado	29
Tríceps	37	Brazo contraído	32,5
Subescapular	42	Antebrazo	25,8
Abdominal	45	Muslo	49,5
Supra iliaco	30	Pantorrilla	35
Muslo	32	Perímetro abdominal	103
Pantorrilla	25	DIAMETROS(cm)	
Pectoral	-----	BIEPICONDILO DEL HUMERO	6,4
Axilar	36	BIEPICONDILO DEL FEMOR	8,1
		BIESTILOIDEO	4,9

Fuente: esta investigación

Con la obtención de estos datos se pudo calcular el peso graso, peso óseo, peso residual y peso muscular, en el siguiente diagrama circular se muestran los cuatro componentes divididos porcentualmente:

Figura 13: componentes de peso caso 3



Fuente: esta investigación

En el diagrama (figura 13) se puede apreciar que el tejido graso corresponde al 44% del peso corporal del individuo, es decir, 27,3 kg de su peso total. El tejido óseo es de 7,2 kg mientras el peso residual es de 12,8 kg y finalmente el peso muscular es de 14,2 kg para una suma total de 61,5 el cual constituye el peso total del sujeto de investigación.

Para fines de esta investigación, al sujeto de investigación se le realizó, el 4 de junio, un examen inicial de hemoglobina glucosilada y observar que cambios se obtienen al final del programa de ejercicio aeróbico propuesto, en el laboratorio clínico se hace la toma de tal examen por la bacterióloga Ana Milena Barona, su resultado fue entregado a los tres días y este fue de 9,4% con un valor de glucosa en sangre aproximado de 257 mg/dl, según el libro Hacia el Manejo practico de la Diabetes tipo 2.

Las siguientes 24 sesiones se realizaron en el gimnasio Humber Gym, distribuidas en tres sesiones correspondientes a desarrollarse los días lunes, miércoles y viernes a las 2:30 de la tarde; una duración aproximada de 1 hora a 1 hora y 40 minutos, donde en cada sesión se utilizó un pulsometro para controlar sus pulsaciones. La pulsación máxima teórica de Doña Alba Eugenia es de 160 ppm y su frecuencia de entrenamiento será extraída de la fórmula de Karvonne siendo el 60% de la frecuencia máxima la mínima intensidad de trabajo y el 75% la máxima, en la siguiente tabla se muestra la carga de trabajo que se diseñó para el

sujeto de estudio, el volumen en minutos y la intensidad en porcentaje de trabajo y en pulsaciones por minuto.

Tabla 23: volumen e intensidad de la fase central caso 3

CARGA DE LA FASE CENTRAL							
semanas	LUNES		MIÉRCOLES		VIERNES		Etapa
	volumen	intensidad	volumen	intensidad	volumen	intensidad	
1	30 min	60-65 % 127- 131 ppm	30 min	60-65 % 127-131 ppm	30min	60-65 % 127-131 ppm	1
2	35 min	60-65 % 127- 131 ppm	35 min	60-65 % 127- 131 ppm	35 min	60-65 % 127- 131 ppm	
3	38 min	70% 135 ppm	40 min	70% 135 ppm	42 min	70% 135 ppm	2
4	45 min	70% 135 ppm	48 min	70% 135 ppm	50 min	70% 135 ppm	
5	52 min	70% 135 ppm	55 min	70% 135 ppm	58 min	70% 135 ppm	
6	60 min	70% 135 ppm	62min	70% 135 ppm	65 min	70% 135 ppm	
7	45 min	70-75% 135-139 ppm	45 min	70-75% 135-139 ppm	40 min	70-75% 135-139 ppm	3
8	40 min	75% 139 ppm	40 min	75% 139 ppm	35 min	75% 139 ppm	

Fuente: esta investigación

Doña Alba hace una primera etapa, que consta de dos semanas de adaptación que se realizó con una intensidad del 60% al 65% de la frecuencia máxima cardiaca, las siguientes 4 semanas son un periodo de aumento del volumen y por ultimo dos semanas donde hay aumento de la intensidad. El sujeto de investigación no faltó a ninguna sesiones de trabajo aeróbico, en cada sesión Doña Alba se caracterizó por que sus pulsaciones se elevaban con facilidad al realizar el trabajo aeróbico, esto debido a que su índice de estado físico era bajo por lo tanto su corazón debe hacer un mayor esfuerzo para para realizar una carga de trabajo y por ende sus pulsaciones se aceleran con facilidad, ya que

cuando una persona hace un programa de ejercicio sus pulsaciones basales empiezan a bajar, por ejemplo cuando una persona sin un estado físico bueno sus pulsaciones apenas se levante pueden ser de 70 ppm a 80 ppm, mientras una persona con un estado físico bueno sus pulsaciones basales pueden oscilar entre 55 ppm a 65 ppm.

A continuación, se muestra la tabla donde se registró la toma de la glucometría antes de cada entrenamiento, con el fin de verificar que su glucometría no esté por encima de 200 mg/dl ya que si lo está, no se puede realizar ejercicio por que en los primeros 10 minutos sube la glucosa en sangre y después esta empieza a descender.

Tabla 24: glucometría antes del trabajo aeróbico

Glucometría pre-entrenamiento			
17/junio/2013	189	15/julio/2013	95
19/junio/2013	134	17/julio/2013	90
21/junio/2013	94	19/julio/2013	65
24/junio/2013	120	22/julio/2013	120
26/junio/2013	69	24/julio/2013	90
28/junio/2013	96	26/julio/2013	169
1/julio/2013	77	28/julio/2013	101
3/julio/2013	94	31/julio/2013	149
5/julio/2013	51	2/agosto/2013	49
8/julio/2013	150	5/agosto/2013	124
10/julio/2013	74	8/agosto/2013	212
12/julio/2013	116	9/agosto/2013	106

Fuente: esta investigación

El 10 de agosto de 2013 se realiza la segunda toma de medidas antropométricas a la misma hora que la primera toma y en el mismo lugar, a continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 25: segunda tomada de datos caso 3

TOMA 2 / 10 agosto del 2013	
Peso	59,8 kg
Talla	1,46 metros
Edad	66 años
Índice de Quetelet	28,1 kg/m ²
FC reposo	70 ppm
% de grasa según Yuhasz	40,6%

Fuente: esta investigacion

En esta segunda toma, se observan los primeros cambios, tales como variaciones en el peso. A diferencia de la primera toma, donde su peso era de 61,5 kg, en esta se observa que ha disminuido a 59,8 kg, es decir, hay una diferencia de 1,7 kg corresponde a casi un 3% de reducción de su peso. Por ende su índice de masa corporal también se redujo pasando de 28,8 kg/m² a 28,1 kg/m² manteniéndose en el rango de sobrepeso y la última diferencia que se aprecia en el cuadro anterior es una reducción del porcentaje de grasa de un 44% a un 41% manteniéndose, en la clasificación de Hoeger, en la escala obesa, aunque su reducción de peso es evitente; los cambios de reducción son mas notorios en sus pliegues cutaneos dando como resultado un porcentaje graso menor.

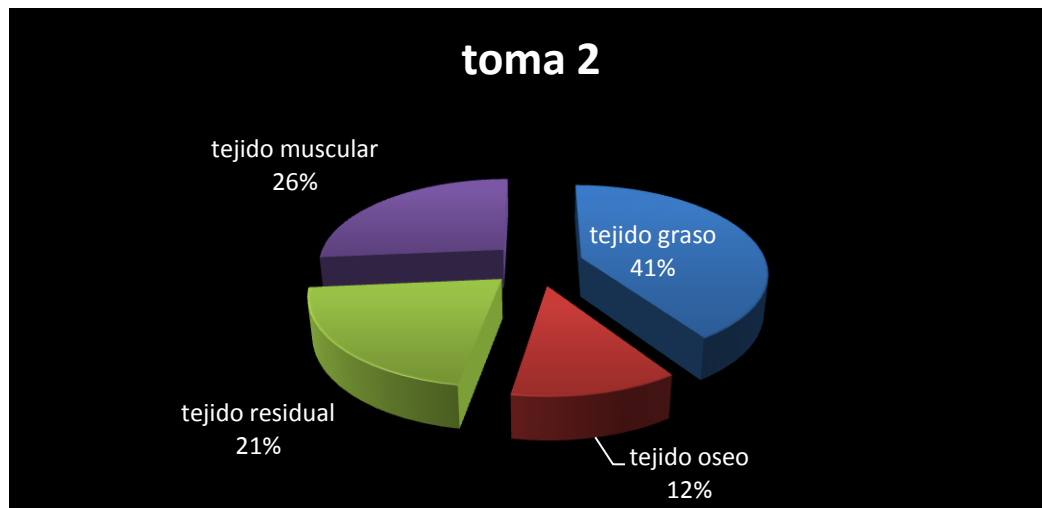
Tabla 26: segunda toma pliegues, perimetros y diametros

PLIEGUES(mm)		PERIMETROS(cm)	
Bíceps	15	Brazo relajado	28
Tríceps	32	Brazo contraído	32,5
Subescapular	40	Antebrazo	25
Abdominal	42	Muslo	47,5
Supra iliaco	23	Pantorrilla	32
Muslo	31	Perímetro abdominal	94
Pantorrilla	31		
Pectoral	-----		
Axilar	28		

Fuente: esta investigacion

Con la obtención de estos datos se volvieron a hallar el porcentaje de grasa, porcentaje óseo, porcentaje residual y el porcentaje muscular para analizar su cambio entre una toma y otra, a continuación se muestra el diagrama circular de los cuatro componentes.

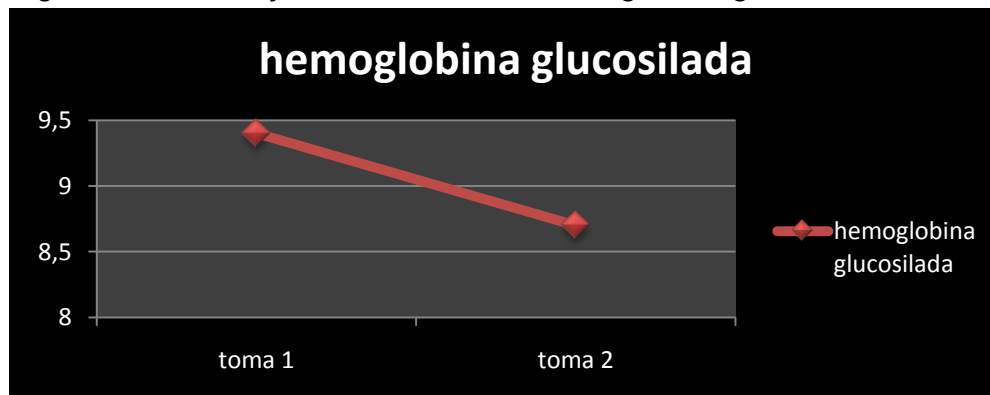
Figura 14: componestes de peso caso 3



Fuente: esta investigacion

El primer gran cambio es la reducción del porcentaje de grasa, pasando de 27,3 kg a 24,3 kg una reducción de 3 kg en grasa, el otro cambio notable es el aumento de la masa muscular pasando de 14,2 kg a 15,8 kg aumentando 1,6kg pero si se tiene en cuenta la reducción del peso corporal, esta aumento del 3% con respecto a la toma anterior; el tejido residual debido a su pérdida de peso se reduce de 12,8 kg a 12,5 kg y el tejido óseo quedo con el mismo peso de 7,2 kg manteniéndose en el 12%.

Figura 15: toma 1 y 2 del examen de hemoglobina glucosilada.

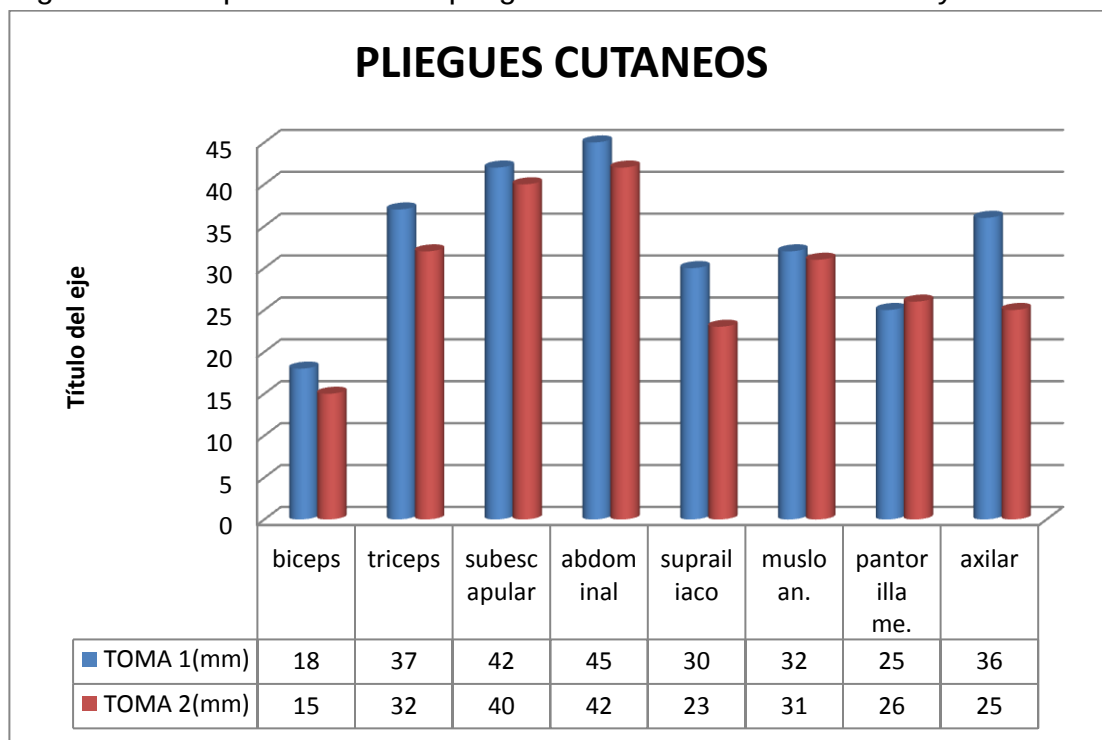


Fuente: esta investigación

El 9 de agosto se hace la toma de la segunda muestra de sangre en el laboratorio clínico por la bacterióloga Ana Milena Barona su resultado fue de 8,7 % si se hace la comparación con la primera toma hay una reducción de 0,7 % manteniéndose en un mal control según el libro hacia el manejo practico de la Diabetes tipo 2, además pasa de tener un promedio de glucosa en sangre de 257 mg/dl a 226 mg/dl.

En el siguiente cuadro muestra una comparación entre los pliegues tomados en la primera toma y la segunda toma a las 8 semanas después de hacer un programa de ejercicio aeróbico.

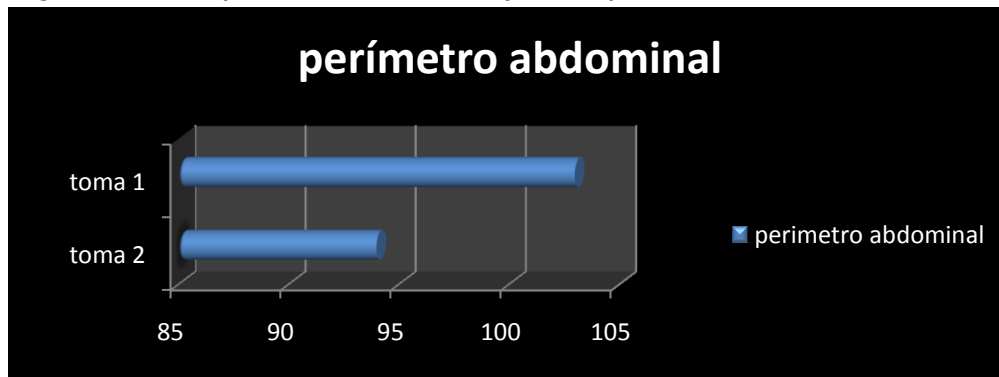
Figura 16: comparación de los pliegues cutáneos entre la toma 1 y 2



Fuente: esta investigación

La sumatoria total de la primera toma (barras azules) de un total de 265mm en pliegues mientras en la segunda toma (barras cafés) de un total en pliegues cutáneos de 234 mm teniendo una reducción de un de casi un 10% entre una toma y otra.

Figura 17: comparación de toma 1 y 2 del perímetro abdominal



Fuente: esta investigación

Como se ha mencionado anteriormente en este trabajo, el perímetro abdominal es un gran indicador del riesgo cardiovascular de las personas, la OMS afirma que una mujer no debe tener un perímetro abdominal superior a 80cm; en este caso el perímetro abdominal del sujeto de estudio en la primera toma fue de 103cm estando 23cm alejado del rango limite por encima de lo recomendable, después de 8 semanas de ejercicio aeróbico controlado sin ninguna influencia directa en la comida se observa una reducción de 9cm quedando con un perímetro abdominal de 94cm, donde se reduce esa brecha de 23 cm a 14 cm.

Figura 18: índice de nivel de esta físico toma 1 y 2 caso 3



Fuente: esta investigación

Como se encuentra descrito en el marco conceptual de este trabajo, el índice de estado físico de Pigorova se evalúa a través de datos antropométricos y funcionales, la primera toma del nivel de estado físico se tomó terminando la primera semana; el resultado de este fue de 0,289 obteniendo un puntaje de 2, ubicándose en la escala bajo el promedio en la clasificación del nivel de estado físico general según Pirogova (ver tabla No. 5) Posteriormente se volvió a evaluar finalizando la octava semana y el resultado fue de 0,459 obteniendo un puntaje de

4 y ubicándose en: sobre el promedio, observándose un cambio significativo de un resultado a otro.

11.4. Presentación caso 4

Aidé Ansola

Mujer de 66 años de edad nacida el 24 de Abril del 1947 en Tuluá Valle, su actividad diaria en la actualidad está sujeta a las labores domésticas de su hogar, pero unos años atrás fue docente del magisterio en el área de básica primaria; Hace 5 años fue diagnosticada, como paciente con Diabetes tipo 2, llegando a la liga Palmirana de diabetes con una glicemia de 398 mg/dl; Doña Aidé manifiesta que en su familia nunca se ha presentado este tipo de enfermedad y que su afección se lo debe a sus malos hábitos alimenticios, ya que las comidas con altos contenidos de grasa son su debilidad. Ella, voluntariamente se sometió a este programa de ocho semanas de ejercicio aeróbico controlado a través de spinning y caminadora que se llevó acabo en el gimnasio Humber GYM en la ciudad de Palmira ubicado en la carrera 19.

La primera sesión, se llevó a cabo en la Liga Palmirana de Diabetes, el día 7 de junio del 2013, donde se tomaron las diferente medidas antropométricas a las 3 pm., las medidas obtenidas, se mostraran a continuación en los diferentes apartes:

Tabla 27: primera toma de datos caso 4

TOMA 1:	
Fecha: 7 junio del 2013	
Peso	56 kg
Talla	1,50 metros
Edad	66 años
Índice de Quetelet	24,9 kg/m
FC reposo	76 ppm
% de grasa según Yuhasz	31 %

Fuente: esta investigación

De acuerdo a la información anterior, su índice de masa corporal se encuentra en normal (ver tabla No. 1) estando en el límite del rango normal. Ella manifiesta que después de haber sido diagnosticada le mermo un poco a las comidas con altos contenidos de grasa. Pero no fue definitivo, Por otra parte el porcentaje de grasa es un poco alta, encontrándose en el rango de moderado de acuerdo a la escala para clasificar el porcentaje de grasa corporal en mujeres no deportistas de Hoeger (ver tabla No. 4)

Posteriormente, se tomaron los pliegues cutáneos y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

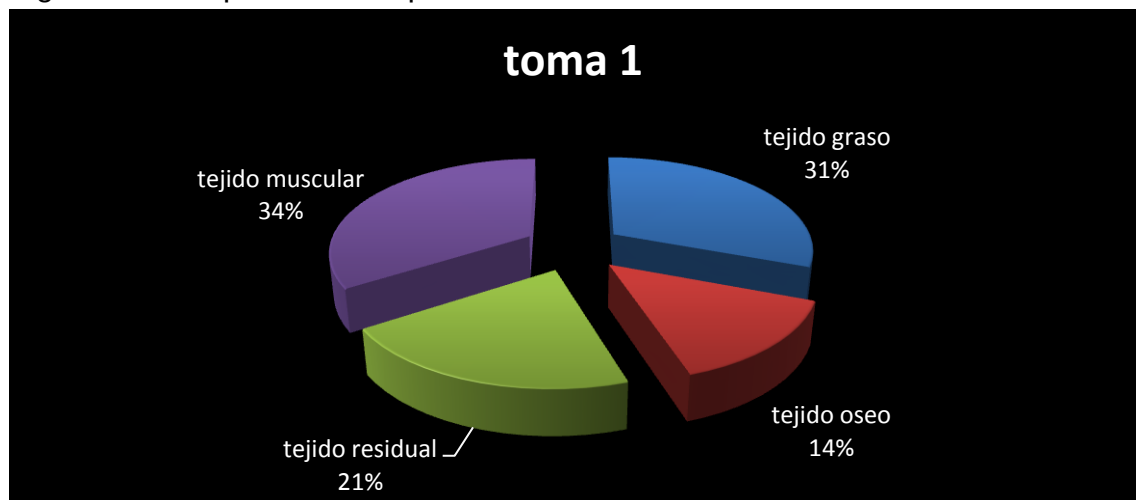
Tabla 28: primera toma de pliegues, perímetros y diámetros caso 4

PLIEGUES(mm)		PERIMETROS(cm)	
Bíceps	15	Brazo relajado	25,5
Tríceps	24	Brazo contraído	26,5
Subescapular	20	Antebrazo	23
Abdominal	33	Muslo	48
Supra iliaco	18	Pantorrilla	33
Muslo	38	Perímetro abdominal	89
Pantorrilla	17	DIAMETROS(cm)	
Pectoral	-----	BIEPICONDILO DEL HUMERO	6,3
Axilar	25	BIEPICONDILO DEL FEMOR	8,9
		BIESTILOIDEO	4,9

Fuente: esta investigación

Con la obtención de estos datos se pudo calcular el peso graso, peso óseo, peso residual y peso muscular, en el siguiente diagrama circular se muestran los cuatro componentes divididos porcentualmente:

Figura 19: componentes de peso caso 4



Fuente: esta investigación

En el diagrama (figura 19) se puede apreciar que el tejido graso corresponde al 31% del peso corporal del individuo, es decir, 17,2 kg de su peso total. El tejido óseo es de 8 kg mientras el peso residual es de 11,7 kg y finalmente el peso muscular es de 19,1 kg para una suma total de 56 el cual constituye el peso total del sujeto de investigación.

Para fines de esta investigación, al sujeto de investigación se le realizó, el 4 de junio, un examen inicial de hemoglobina glucosilada y observar que cambios se obtienen al final del programa de ejercicio aeróbico propuesto, en el laboratorio clínico se hace la toma de tal examen por la bacterióloga Ana Milena Barona, su resultado fue entregado a los tres días y este fue de 6,9% con un valor de glucosa en sangre aproximado de 168 mg/dl, según el libro Hacia el Manejo práctico de la Diabetes tipo 2.

Las siguientes 24 sesiones se realizaron en el gimnasio Humber Gym, distribuidas en tres sesiones correspondientes a desarrollarse los días lunes, miércoles y viernes a las 2:30 de la tarde; una duración aproximada de 1 hora a 1 hora y 40 minutos, donde en cada sesión se utilizó un pulsometro para controlar sus pulsaciones. La pulsación máxima teórica de Doña Aidé es de 160 ppm y su frecuencia de entrenamiento será extraída de la fórmula de Karvonne siendo el

60% de la frecuencia máxima la mínima intensidad de trabajo y el 75% la máxima, en la siguiente tabla se muestra la carga de trabajo que se diseñó para el sujeto de estudio, el volumen en minutos y la intensidad en porcentaje de trabajo y en pulsaciones por minuto.

Tabla 29: volumen e intensidad de la fase central caso 4

CARGA DE LA FASE CENTRAL							
semanas	LUNES		MIÉRCOLES		VIERNES		Etapa
	volumen	intensidad	volumen	intensidad	volumen	intensidad	
1	30 min	60-65 % 126- 130 ppm	30 min	60-65 % 126-130 ppm	30min	60-65 % 126-130 ppm	1
2	35 min	60-65 % 126- 130 ppm	35 min	60-65 % 126- 130 ppm	35 min	60-65 % 126- 130 ppm	
3	38 min	70% 135 ppm	40 min	70% 135 ppm	42 min	70% 135 ppm	2
4	45 min	70% 135 ppm	48 min	70% 135 ppm	50 min	70% 135 ppm	
5	52 min	70% 135 ppm	55 min	70% 135 ppm	58 min	70% 135 ppm	
6	60 min	70% 135 ppm	62min	70% 135 ppm	65 min	70% 135 ppm	
7	45 min	70-75% 135-139 ppm	45 min	70-75% 135-139 ppm	40 min	70-75% 135-139 ppm	3
8	40 min	75% 139 ppm	40 min	75% 139 ppm	35 min	75% 139 ppm	

Fuente: esta investigación

Doña Aidé hace una primera etapa, que consta de dos semanas de adaptación que se realizó con una intensidad del 60% al 65% de la frecuencia máxima cardiaca, las siguientes 4 semanas son un periodo de aumento del volumen y por ultimo dos semanas donde hay aumento de la intensidad. El sujeto de investigación faltó solo a una sesión cual fue el 21 de junio del 2013, en cada

clase Doña Aidé se caracterizó por que sus pulsaciones no se elevaban con facilidad al realizar el trabajo aeróbico, hay que aclarar que el sujeto de investigación tubo una revascularización coronaria debido a una obstrucción en dicha arteria que le ocasiono un paro cardiaco mientras caminaba en la casa hace aproximadamente un año y cuatro meses, donde estaba medicada por beta bloqueadores cual disminuye la frecuencia cardíaca y la contractilidad del corazón lo que conlleva a una disminución del consumo de oxígeno es por esta razón que sus pulsaciones nunca pasaron de 100 pulsaciones en la sesión de entreno.

A continuación, se muestra la tabla donde se registró la toma de la glucometría antes de cada entrenamiento, con el fin de verificar que su glucometría no esté por encima de 200 mg/dl ya que si lo está, no se puede realizar ejercicio por que en los primeros 10 minutos sube la glucosa en sangre y después esta empieza a descender.

Tabla 30: glucometría antes del trabajo aeróbico

Glucometría pre-entrenamiento			
17/junio/2013	154	15/julio/2013	161
19/junio/2013	150	17/julio/2013	104
21/junio/2013	-----	19/julio/2013	109
24/junio/2013	134	22/julio/2013	155
26/junio/2013	117	24/julio/2013	80
28/junio/2013	124	26/julio/2013	98
1/julio/2013	264	28/julio/2013	86
3/julio/2013	164	31/julio/2013	119
5/julio/2013	144	2/agosto/2013	96
8/julio/2013	102	5/agosto/2013	164..
10/julio/2013	84	8/agosto/2013	121
12/julio/2013	145	9/agosto/2013	130

Fuente: esta investigación

El 10 de agosto de 2013 se realiza la segunda toma de medidas antropométricas a la misma hora que la primera toma y en el mismo lugar, a continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 31: segunda tomada de datos caso 4

TOMA 2 / 10 agosto del 2013	
Peso	59,8 kg
Talla	1,46 metros
Edad	66 años
Índice de Quetelet	28,1 kg/m ²
FC reposo	70 ppm
% de grasa según Yuhasz	40,6%

Fuente: esta investigación

En esta segunda toma, se observan los primeros cambios, tales como variaciones en el peso. A diferencia de la primera toma, donde su peso era de 61,5 kg, en esta se observa que ha disminuido a 59,8 kg, es decir, hay una diferencia de 1,7 kg corresponde a casi un 3% de reducción de su peso. Por ende su índice de masa corporal también se redujo pasando de 28,8 kg/m² a 28,1 kg/m² manteniéndose en el rango de sobrepeso y la última diferencia que se aprecia en el cuadro anterior es una reducción del porcentaje de grasa de un 44% a un 41% manteniéndose, en la clasificación de Hoeger, en la escala obesa, aunque su reducción de peso es evidente; los cambios de reducción son mas notorios en sus pliegues cutaneos dando como resultado un porcentaje graso menor.

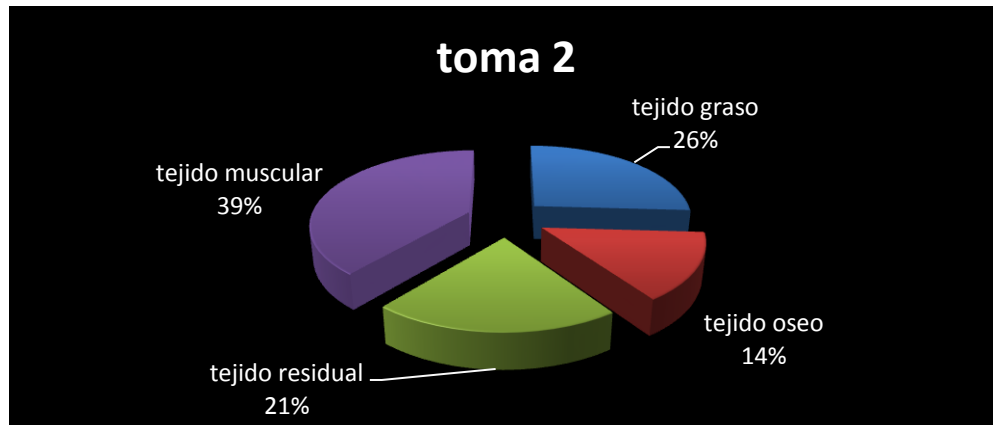
Tabla 32: segunda toma pliegues, perimetros y diametros

PLIEGUES(mm)		PERIMETROS(cm)	
Bíceps	15	Brazo relajado	28
Tríceps	32	Brazo contraído	32,5
Subescapular	40	Antebrazo	25
Abdominal	42	Muslo	47,5
Supra iliaco	23	Pantorrilla	32
Muslo	31	Perímetro abdominal	94
Pantorrilla	31		
Pectoral	-----		
Axilar	28		

Fuente: esta investigación

Con la obtención de estos datos se volvieron a hallar el porcentaje de grasa, porcentaje óseo, porcentaje residual y el porcentaje muscular para analizar su cambio entre una toma y otra, a continuación se muestra el diagrama circular de los cuatro componentes.

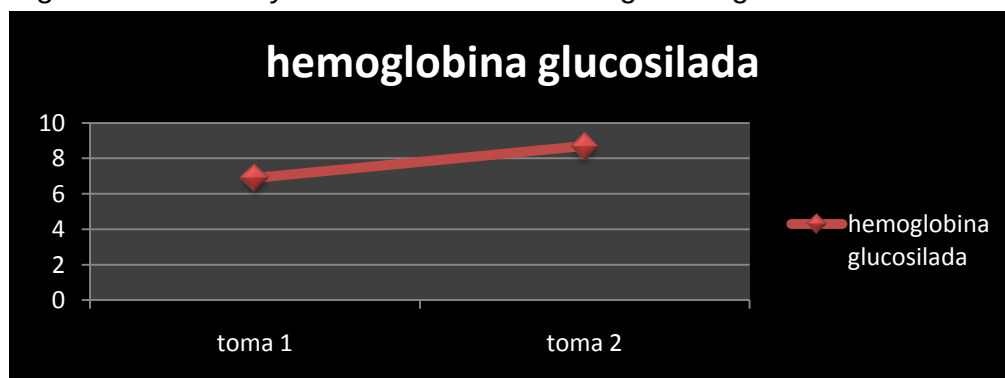
Figura 20: componestes de peso caso 4



Fuente: esta investigacion

El primer gran cambio es la reducción del porcentaje de grasa, pasando de 17,2 kg a 14,4 kg una reducción de 2,8 kg en grasa, el otro cambio notable es el aumento de la masa muscular pasando de 19,1 kg a 21,6 kg aumentando 2,5kg pero si se tiene en cuenta la reducción del peso corporal, esta aumento del 3% con respecto a la toma anterior; el tejido residual se mantiene en 11,7 kg y el tejido óseo quedo con el mismo peso de 8 kg manteniéndose en el 14%.

Figura 21: toma 1 y 2 del examen de hemoglobina glucosilada.

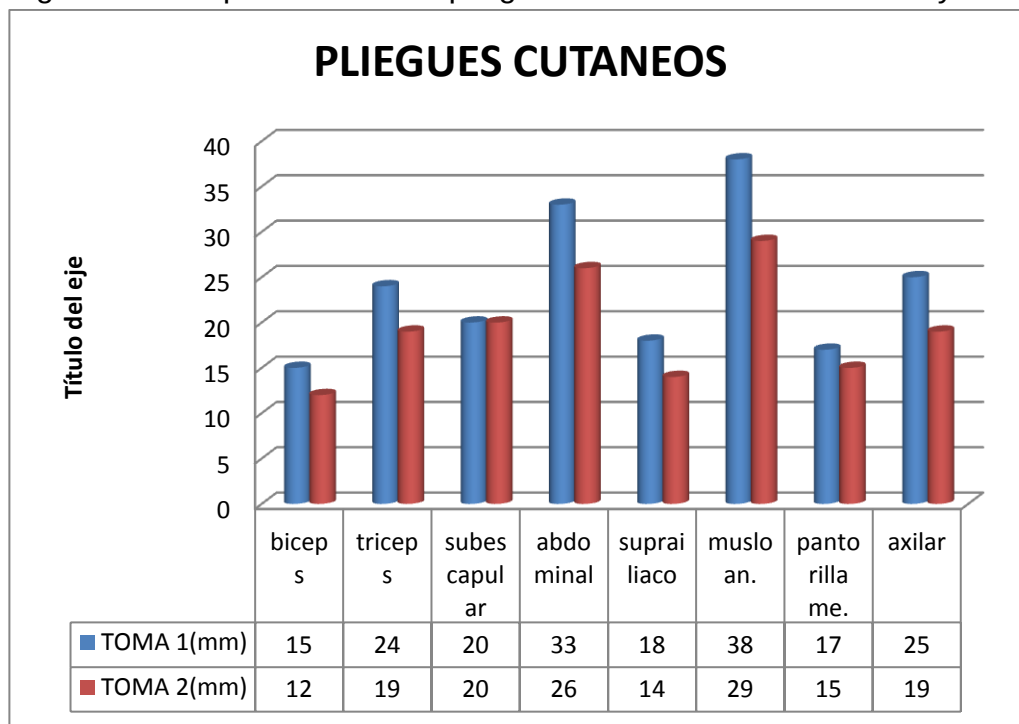


Fuente: esta investigación

El 9 de agosto se hace la toma de la segunda muestra de sangre en el laboratorio clínico por la bacterióloga Ana Milena Barona su resultado fue de 7,4 % si se hace la comparación con la primera toma hay un aumento de 0,5 % manteniéndose en un mal control según el libro hacia el manejo practico de la Diabetes tipo 2, además pasa de tener un promedio de glucosa en sangre de 168 mg/dl a 186 mg/dl. Este aumento se le atribuye a que la persona en objeto de investigación no pudo aplicarse su insulina por 4 días de seguido debido a que no podía tener acceso a ella.

En el siguiente cuadro muestra una comparación entre los pliegues tomados en la primera toma y la segunda toma a las 8 semanas después de hacer un programa de ejercicio aeróbico.

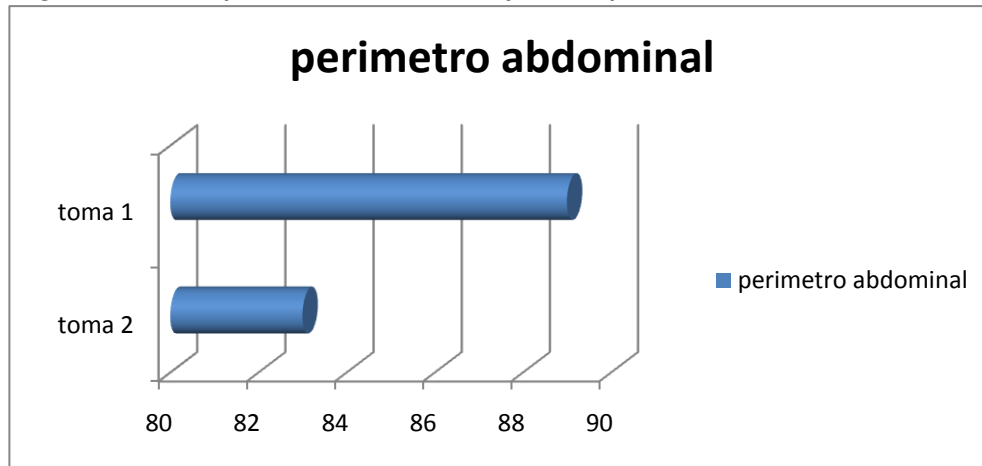
Figura 22: comparación de los pliegues cutáneos entre la toma 1 y 2



Fuente: esta investigación

La sumatoria total de la primera toma (barras azules) de un total de 190mm en pliegues mientras en la segunda toma (barras cafés) de un total en pliegues cutáneos de 154 mm teniendo una reducción de un de casi un 16% entre una toma y otra.

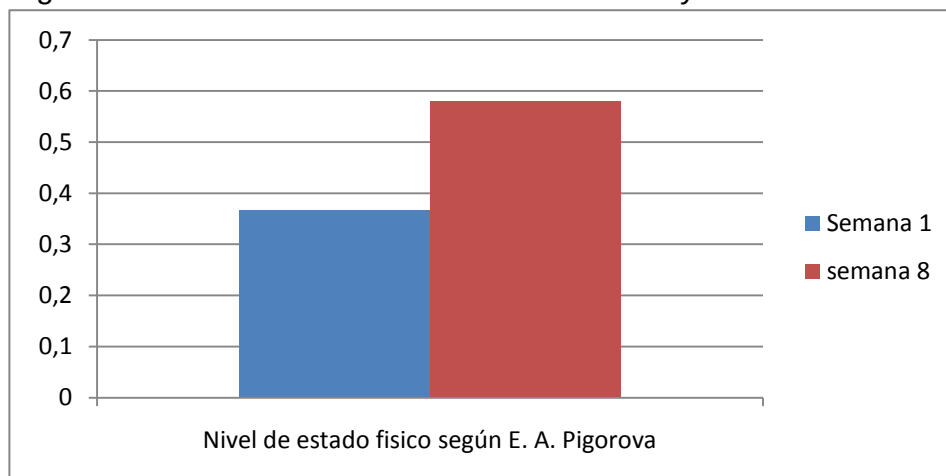
Figura 23: comparación de toma 1 y 2 del perímetro abdominal



Fuente: esta investigación

Como se ha mencionado anteriormente en este trabajo, el perímetro abdominal es un gran indicador del riesgo cardiovascular de las personas, la OMS afirma que una mujer no debe tener un perímetro abdominal superior a 80cm; en este caso el perímetro abdominal del sujeto de estudio en la primera toma fue de 89 cm estando 9cm alejado del rango limite por encima de lo recomendable, después de 8 semanas de ejercicio aeróbico controlado sin ninguna influencia directa en la comida se observa una reducción de 6cm quedando con un perímetro abdominal de 83cm, donde se reduce esa brecha de 6cm a 3 cm.

Figura 24: índice de nivel de esta físico toma 1 y 2 caso 4



Fuente: esta investigación

Como se encuentra descrito en el marco conceptual de este trabajo, el índice de estado físico de Pigorova se evalúa a través de datos antropométricos y funcionales, la primera toma del nivel de estado físico se tomó terminando la primera semana; el resultado de este fue de 0,336 obteniendo un puntaje de 2, ubicándose en la escala bajo el promedio en la clasificación del nivel de estado físico general según Pirogova (ver tabla No. 5) Posteriormente se volvió a evaluar finalizando la octava semana y el resultado fue de 0,59 obteniendo un puntaje de 5 y ubicándose en: alto, observándose un cambio significativo de un resultado a otro.

12. Conclusiones

Los resultados obtenidos dejan un balance positivo, ya que 3 de las 4 personas que se sometieron a este programa, bajaron sus hemoglobinas glucosilada además de esto las 4 personas bajaron sus porcentajes de grasa y los pliegues cutáneos fueron disminuidos así como su masa muscular fue aumentada.

En todas las personas hubo una reducción del peso corporal, así mismo ocurrió una reducción significativa en el perímetro abdominal de las personas por ende unos de los indicadores de riesgo cardiovascular también fue reducido. Hay que tener en cuenta que estos resultados fueron obtenidos sin un control en la dieta de las personas esto deja abierta la puerta a la pregunta ¿qué tan rigurosa debe ser la dieta de una persona con diabetes tipo 2 si hace un ejercicio controlado y regular por mucho tiempo?

Muchas de las personas omiten el ejercicio cuando luchan contra esta enfermedad, solo se limitan a los medicamentos y a cuidarse medianamente en su ingesta de comida. Pero no son consiente de la gran contribución que puede llegar a tener el ejercicio en esta lucha. Como se ha mencionado anteriormente el ejercicio físico debe durar mínimo 30 minutos debido a que las grasas se metabolizan en mayor proporción en este tiempo y se evidencia en la reducción de del porcentaje de grasa de todos los involucrados en esta investigación.

Uno de los indicadores de riesgo cardiovascular se disminuye debido a su práctica regular de ejercicio y la optimización de su control glucémico.

El esquema de ejercicio aeróbico planteado en este trabajo se puede adaptar a cualquier persona, ya que este personaliza su ejercicio según el sexo, edad y estado cardiaco.

Su índice de estado físico en los 4 casos mejoró de una toma a otra.

También se pudo estipular que a menor índice de estado físico, mayor pulsaciones al realizar en una carga de trabajo y viceversa a mayor índice de estado físico, menor pulsaciones al realizar una determina carga de trabajo ósea que tienen una relación inversamente proporcional.

Cabe aclarar que sus dosis en sus medicamentos en ningún momento fueron restringidos o alterados y sus dosis siempre estuvieron vigiladas por su médico.

13.Recomendaciones

A pesar que los resultados obtenidos fueron positivos, para poder que el programa de ejercicio aeróbico sea más exitoso las personas deben tener un empoderamiento de la enfermedad y un alto grado de comprensión para que puedan entender el porqué de sus nuevos hábitos de vida, este no es un proceso fácil pero con un buen programa creativo y riguroso de educación se pueda llevar a las personas con esta enfermedad a tomar una conciencia de sus hábitos y las consecuencias de beneficios y perjuicios que puedan acarrear sus acciones.

Se puede maximizar sus resultados extendiendo este programa y tomándolo como una actividad de la cotidianidad.

Se debe tener una modificación de la dosis del medicamento a medida que este avanzando con el ejercicio regular por que este puede causar que una disminución.

Todos los pacientes con diabetes deben tener la oportunidad de obtener beneficios de los muchos efectos valiosos del ejercicio, incluyendo los programas de actividad física en el medio acuático, que se espera que progresivamente vayan teniendo mayor presencia dentro de las previsiones de centros sanitarios en cuanto al tratamiento de esta patología.

Bibliografía

1. ALAD. Guías de la ALAD de diagnóstico control y tratamiento de diabetes mellitus tipo 2 (en línea). SN. (consultado: 24 oct. 2012) disponible en la dirección electrónica: <http://www.alad-latinoamerica.org/phocadownload/guias%20alad.pdf>
2. Alba Berdeal Luis Antonio, "Test funcionales cineantropométrica y prescripción de entrenamiento en el deporte y la actividad física" En: Colombia 2005.
3. Andrade-Rodríguez, Héctor de Jesús. Valadez-Castillo, Francisco Javier. Hernández-Sierra, Juan Francisco Gordillo-Moscoso, Antonio Augusto. Dávila-Esqueda, María Eugenia. Díaz-Infante, Carlos Loredo. Efectividad del ejercicio aeróbico supervisado en el nivel de hemoglobina glucosilada en pacientes diabéticos de tipo 2 sedentarios. Universidad Autónoma de San Luis Potosí México: 2006.
4. American Diabetes Association. Diabetes Mellitus and exercise. Diabetes Care 1997;20:(supl 1):851-
5. American Diabetes Association: Diabetes and exercise: the risk-benefit profile. In The Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise. Devlin JT, Ruderman N, Eds. Alexandria, VA. Diabetes American Association 1999:(S1)3-4.
6. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2000
7. American College of Sports Medicine. Position Statement. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. Med Sci Sports 1978;10:8.
8. Así vamos en salud http://www.asivamosensalud.org/index.php?option=com_content&view=article&id=332

9. Chacón, F. Repercusiones del ejercicio en la diabetes mellitus insulín – dependiente (DMID). Archivos de Medicina del Deporte. 1998; Vol. 15, Nº 66: 313 – 9
10. Constitución política de Colombia, capítulo 2 derechos sociales, económicos y culturales. Colombia: 1991, artículos 49 y 52.
11. Diabetes y ejercicio. En: Sociedad Española de Diabetes. Tratado SED de diabetes mellitus. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2007. p. 283-96.
12. Documento de posición de ALAD con aval de Sociedades de Diabetes y Endocrinología Latinoamericanas para el tratamiento de la Diabetes Tipo 2 (en línea). SN. (consultado: 20 ene. 2013) disponible en la dirección electrónica:
http://www.aladlatinoamerica.org/DOCConsenso/Consenso2010-Doc_Posicion.pdf
13. Gallegosa, Esther. Bañuelosb, Yolanda. Conductas protectoras de salud en adultos con diabetes mellitus tipo II. Universidad de Antioquia: 2004
14. González Calvo, Martha Adelina. Domínguez Flores, María Eugenia. Robledo Pascual, Julio César. María Guadalupe, Fabián San Miguel. Lezama Cohen, Margarita. Cambios en la calidad de vida en pacientes diabéticos después de un programa de ejercicio. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, 2003
15. Guajardo Muñoz, Felipe Andrés. Suranyi González, Carolina Andrea. Efectos de un programa de Ejercicios de Sobrecarga sobre el control glicémico en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2. Universidad de Chile: 2006.
16. Hays, LM, Clark, DO. Correlates of physical activity in a sample of older adults with type 2 diabetes. Diabetes Care. 1999; Vol. 22 (5): 706 – 12
17. Iván Darío Sierra Ariza, colaboradores, Carlos olimpo Mendivil Anaya, "Hacia el Manejo Práctico de la Diabetes Mellitus Tipo 2" En: Colombia 2005.

18. Kaye Foster-Powell, Janette B. Miller. "International Tables of Glycemic Index", Am J Clin Nutr 1995; 62:871S-93S

19. Kang J, Robertson RJ, Killy JE, Goss FI, DaSilva SG. Effect of exercise intensity on glucose and insulin metabolism in obese individuals and obese NIDDM patients. Diabetes Care 1996;19:341-349.

20. Marino Felipe, Cardona Oscar Mario, Contreras Luis Eduardo, Medicina del Deportes. Corporación para la investigación biológica En: Medellín, Colombia 2006.

21. Maynar, M. Apuntes "Fisiología del Ejercicio". Licenciatura Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. UEX. Cáceres. 2004.

22. Montenegro Mejía Yohanna María, Rodríguez Maya Johanna Fernanda, Rodríguez Velasco Angélica María. Efectos del ejercicio físico en personas con diabetes tipo II. Fundación Universitaria Manuela Beltrán.

23. Muñoz Canché Karina Asunción, Salazar González Bertha Cecilia. EJERCICIO DE RESISTENCIA MUSCULAR EN ADULTOS CON DIABETES MELLITUS TIPO 2, México: 2005

24. Organización mundial de la salud (OMS)
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/index.html>

25. Organización de las naciones unidas (ONU)
<http://www.un.org/es/index.shtml>

26. Prescripción del ejercicio físico en la diabetes. En: Sociedad Española de Diabetes. Diabetes y ejercicio. Madrid: Mayo Ediciones; 2006. p. 67-88.

27. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients. Diabetes Care 2006;29:2518-27.

Anexos