



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

EFICACIA DE UN ENTRENAMIENTO DE FUERZA SOBRE EL
CONTROL GLUCÉMICO EN PACIENTES ADULTOS CON
DIABETES MELLITUS TIPO 2 DEL HOSPITAL CAYETANO
HEREDIA

EFFICACY OF STRENGTH TRAINING ON GLYCEMIC CONTROL
IN ADULT PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS AT
HOSPITAL CAYETANO HEREDIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO
DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN MEDICINA
DEL DEPORTE

AUTOR

LUIS EDUARDO GARAY BEJAR

ASESOR

NIELSEN MIGUEL TAPIA ESCARCENA

LIMA – PERÚ

2023

EFICACIA DE UN ENTRENAMIENTO DE FUERZA SOBRE EL CONTROL GLUCÉMICO EN PACIENTES ADULTOS CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 DEL HOSPITAL CAYETANO HEREDIA

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad de San Martín de Porres

Trabajo del estudiante

1%

2

issuu.com

Fuente de Internet

1%

3

pesquisa.bvsalud.org

Fuente de Internet

1%

4

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

5

worldwidescience.org

Fuente de Internet

1%

6

www.jove.com

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

1%

ichgcp.net

8	Fuente de Internet	1 %
9	Submitted to Universidad Anahuac México Sur Trabajo del estudiante	<1 %
10	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	<1 %
11	bdigital.dgse.uaa.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
12	farmex.cl Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.ucam.edu Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	www.akd.org.ar Fuente de Internet	<1 %
16	jalayo.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
17	mx.prohealth.com Fuente de Internet	<1 %
18	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
19	prezi.com Fuente de Internet	

		<1 %
20	uaeh.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
21	www.abebooks.com Fuente de Internet	<1 %
22	researchonline.lshtm.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
23	www.peru.com Fuente de Internet	<1 %
24	chronicdisease.org Fuente de Internet	<1 %
25	gacetasanitaria.org Fuente de Internet	<1 %
26	moam.info Fuente de Internet	<1 %
27	peru.com Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.uc.cl Fuente de Internet	<1 %
29	vegenatnutricion.es Fuente de Internet	<1 %
30	www.aem-sbem.com Fuente de Internet	<1 %

31 www.bago.com <1 %
Fuente de Internet

32 Pamela S. Hinds, Alice Quargnenti, Andrew J. Bush, Charles Pratt et al. "An evaluation of the impact of a self-care coping intervention on psychological and clinical outcomes in adolescents with newly diagnosed cancer", *European Journal of Oncology Nursing*, 2000 <1 %
Publicación

33 mundoentrenamiento.com <1 %
Fuente de Internet

34 www.consumer.es <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

1. RESUMEN

Es de conocimiento general que la intervención en los estilos de vida saludables es un punto crítico en el manejo preventivo y de tratamiento de las personas con diabetes mellitus tipo 2 (DM-2). Las recomendaciones generales de diferentes asociaciones sobre la actividad física están basadas principalmente en estudios realizados en personas sanas, siendo la mayoría de investigaciones en entrenamiento aeróbico. Así mismo, tales recomendaciones no detallan parámetros específicos que requiere una adecuada prescripción de ejercicios. El objetivo del proyecto es determinar la eficacia del entrenamiento de fuerza sobre la glicemia en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Es un ensayo clínico aleatorizado controlado, cuya población son pacientes entre 40 y 60 años con diagnóstico de DM-2 que son atendidos por consulta externa del servicio de endocrinología del Hospital Cayetano Heredia (HCH). Se dividirán de manera aleatoria en un grupo control y otro de intervención, que se someterán a un programa de ejercicios de fuerza durante un tiempo de 16 semanas. Se realizará un análisis por intención de tratar incluyendo a todos los sujetos asignados al azar.

Palabras clave: diabetes, fuerza, ejercicio

2. INTRODUCCIÓN

La diabetes es una enfermedad crónica no transmisible caracterizada por elevados niveles glucosa en sangre. Los casos de DM-2 continúa en aumento, en el año 2019, a nivel mundial se registraron 437,9 millones de casos, lo que representa un aumento del 49% desde 1990 y se estima que los casos aumenten a 578 millones para el año 2030 y 700 millones en el 2045 (1). En el 2021, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), documentó que el 4.9% de personas mayores de 15 años fueron diagnosticadas de DM-2, siendo la población femenina la más afectada (2).

Los ensayos clínicos en las ciencias del deporte muestran suficiente evidencia acerca de la actividad física como piedra angular tanto en los programas preventivos como de tratamiento de diabetes. El Programa Nacional de Prevención de la Diabetes de Estados Unidos (NDPP, por sus siglas en inglés) demostró que la intervención en los estilos de vida, basándose en la restricción calórica y el aumento de la actividad física, redujo la incidencia de DM-2 en un 58 % en personas con alto riesgo de diabetes (3). Así mismo, la American Diabetes Association (ADA) recomienda realizar ejercicio de tipo aeróbico 150 minutos por semana a una intensidad moderada a vigorosa, además, de 2 a 3 sesiones de ejercicio de fuerza a la semana (4).

La actividad física regular mejora el control glicémico, reduce el riesgo de eventos cardiovasculares, la mortalidad, contribuye a la pérdida de peso y mejora la calidad de vida (5). Los efectos beneficiosos en la salud se presentan tanto con el ejercicio aeróbico como con el de fuerza, siendo más evidentes en un programa de entrenamiento que incluye ambas modalidades (6).

El control glicémico se debe, en gran parte, al músculo esquelético. Alrededor del 80% de glucosa ingerida es captada por los miocitos a través de vías dependientes de insulina (7). Esta hormona se une a su receptor en el sarcolema dando inicio a un complejo de señalizaciones intracelulares que terminan en la traslocación de los transportadores GLUT-4, facilitando el desplazamiento intracelular de glucosa a favor de su gradiente. Sin embargo, la insulina no es la única capaz de mejorar la captación de glucosa a nivel muscular. La contracción musculoesquelética activa vías de señalización independientes de insulina que inducen la traslocación de GLUT-4 a la membrana celular. Se entiende, entonces, que el transporte de glucosa puede darse por vías dependientes e independientes de insulina. La glucosa dentro del miocito es fosforilada a glucosa-6-fosfato, en esta forma no puede abandonar la fibra muscular y será utilizada según las demandas metabólicas celulares. El destino de la glucosa depende de la intensidad y duración de la actividad física. En un contexto de baja demanda energética, se almacenará en forma de glucógeno, mientras que, durante la actividad física actuará como combustible energético, para lo cual se metabolizará por la vía glucolítica láctica o la fosforilación oxidativa para la producción de ATP, dependiendo de la intensidad a la que se realice el ejercicio (8).

En personas diabéticas se ven afectados todos los procesos antes mencionados, siendo la capacidad de respuesta del músculo a la insulina el principal factor fisiopatológico. La ingesta calórica excesiva crónica, el sedentarismo y la obesidad subsiguientes llevan a un mayor almacenamiento de triglicéridos intramuscular; esto puede provocar un acúmulo de metabolitos tóxicos que producen inflamación, estrés oxidativo y fibrosis,

lo que interrumpe las señalizaciones intracelulares de insulina, afectando, por ende, la capacidad muscular de responder a las demandas metabólicas (9). El músculo se adapta mostrando cambios vasculares, metabólicos y alteraciones en la señalización de la insulina, que influyen negativamente en la captación de glucosa. Además, que el número de proteínas GLUT-4 y su traslocación estimulada por la insulina también se ven afectados.

Las complicaciones microvasculares también están presentes en el músculo esquelético, y contribuyen en la resistencia a la insulina (10). El endotelio expresa receptores de insulina que al activarse producen vasodilatación mediada por el óxido nítrico (NO). Estas señales se interrumpen con la resistencia a la insulina, resultando en una producción deficiente de NO, una inadecuada perfusión y, por lo tanto, menor suministro de glucosa (11). Así mismo, las alteraciones a nivel de la matriz extracelular perivascular y del músculo disminuyen la densidad capilar (12).

El ejercicio tiene beneficios a corto y largo plazo sobre la absorción muscular de glucosa. Se ha demostrado que la capacidad de absorción de glucosa en respuesta al ejercicio de las personas con DM-2 es igual a los que no tienen la enfermedad. Las mejoras en la sensibilidad a la insulina post actividad física puede mantenerse durante 2 a 72 horas, con una menor glicemia estrechamente asociada con la duración e intensidad del ejercicio (13). El ejercicio crónico también lleva consigo una mejora en la sensibilidad a la insulina (14), se ha demostrado que el entrenamiento aeróbico aumenta la proteína transportadora GLUT-4 entre un 20 y 70% (15). El tipo de entrenamiento, la intensidad y la duración del mismo son puntos críticos para la

respuesta adaptativa (13). Está bien establecida la respuesta del músculo esquelético al entrenamiento aeróbico, pero se sabe poco con respecto al entrenamiento de fuerza, que al realizarse a una mayor intensidad depende más del metabolismo glucolítico; las investigaciones sugieren que los valores de glicemia y la sensibilidad insulínica tienen una respuesta favorecedora por vías semejantes a los del ejercicio de resistencia. Se ha demostrado que la intervención en la actividad física, bajo cualquier modalidad de ejercicio, en personas diabéticas puede aumentar la masa muscular, reducir la HbA1C tres veces más en comparación con un grupo sin ejercicio, además de un mejor control glicémico, una mejor sensibilidad a la insulina, una reducción sérica de lípidos y una menor presión arterial (8) (16) (17).

Aunque haya suficientes investigaciones que respaldan los beneficios del entrenamiento físico, aún falta dilucidar la dosis mínima efectiva en función de la frecuencia, intensidad y duración de un programa de ejercicios; además, que las recomendaciones dadas por diferentes asociaciones de salud, tanto para la prevención y tratamiento, son las mismas. La American Collage of Sport Medicine (ACSM) añade el entrenamiento de fuerza dentro de sus directrices de prescripción de ejercicios para personas con diabetes sin contraindicaciones. Detalla realizar ejercicios de fuerza al menos 2 días a la semana, a una intensidad moderada a vigorosa; 8 a 10 ejercicios con 1 a 3 series de 10 a 15 repeticiones (18). Es importante mencionar que tales recomendaciones están sustentadas en estudios realizados en sujetos saludables y en un número limitado de ensayos controlados aleatorizados de ejercicios de fuerza en personas con DM-2 (17). Contrario a lo recomendado por la ACSM y la ADA, las

mejoras en la sensibilidad a la insulina se han informado solo cuando el entrenamiento de fuerza se realizó al menos 3 veces por semana. (19) Un metaanálisis que comparó la eficacia del entrenamiento aeróbico y de fuerza en pacientes con DM-2 no encontraron diferencia entre ambas modalidades en el control de la glucemia. (20)

A pesar que hay suficiente base científica que respalda a la actividad física como pieza fundamental en el manejo de la diabetes, en nuestro medio no hay estudios con respecto a la respuesta a corto y largo plazo del ejercicio sobre el control de la glucosa en sangre en pacientes diabéticos. Las pautas de actividad física indicadas por el Ministerio de Salud (MINSA) están avocadas principalmente al ejercicio de tipo aeróbico (21); sin embargo, al ser recomendaciones generales no detallan la manera de cómo desarrollar la actividad física en función a la modalidad de ejercicio, control de intensidad y duración de cada sesión de entrenamiento. Es así que se plantea la pregunta de investigación sobre la eficacia del entrenamiento de fuerza sobre el control glucémico en pacientes con DM-2. La falta de precisión al momento de prescribir un adecuado plan de ejercicio físico, ya sea aeróbico o de fuerza, justifica su investigación.

3. OBJETIVOS

3.1 General

- Determinar la eficacia del entrenamiento de fuerza sobre la glicemia en pacientes con DM-2.

3.2 Específicos

- Determinar la dosis mínima de entrenamiento de fuerza prescrito para el manejo de la glicemia en pacientes con DM-2.

- Conocer las medidas antropométricas de los participantes.

4. MATERIAL Y METODO:

4.1 Diseño del estudio

Ensayo clínico aleatorizado controlado.

4.2 Población

El grupo de estudio serán pacientes que hayan sido atendidos por consultorio externo del servicio de endocrinología del Hospital Cayetano Heredia.

Criterios de inclusión

- Pacientes entre 40-60 años de edad diagnosticados de DM-2 según los criterios de la American Diabetes Association (ADA). (4)
- Hb A1C mayor a 6.5%.
- Reciban solo tratamiento farmacológico oral.
- Pacientes inactivos o insuficientemente inactivos definidos como:
 - Inactivo: no realiza ninguna actividad moderada o vigorosa más allá de sus actividades diarias.
 - Insuficientemente inactivo: realiza alguna actividad física pero no logra cumplir los 150 minutos semanales de actividad moderada o los 75 minutos de actividad vigorosa (22)

Criterios de exclusión

- Pacientes que reciban insulina como parte del manejo farmacológico.
- Pacientes con complicaciones agudas o crónicas relacionadas con la diabetes u otra enfermedad crónica.
- Pacientes activos o altamente activos. (22)
- Pacientes con restricción u otra condición médica que impida la actividad física.

4.3 Muestra

- Población: pacientes entre 40 y 60 años con diagnóstico de DM-2 que son atendidos por consulta externa del servicio de endocrinología del Hospital Cayetano Heredia (HCH).
- Unidad de análisis: un paciente entre 40 y 60 años con diagnóstico de DM-2 que es atendido por consulta externa del servicio de endocrinología del HCH.
- Tamaño de la muestra: para su cálculo se empleó el programa estadístico EPIDAT versión 4.2. Haciendo uso del módulo de comparación de medias para grupos independientes con varianzas distintas. El estudio utilizado como referencia para su determinación, fue el realizado por Carmen Cataneda y colaboradores (23). El tamaño muestral es de 20 personas (el registro y cálculo de los datos se detallan en el anexo 1).
- Técnica de muestreo: será un muestreo aleatorio simple que lo llevará a cabo el investigador principal, a través del programa EPIDAT versión 4.2.

- Plan de aleatorización: se incluirá a todos los sujetos que cumplan los criterios de inclusión y hayan firmado el consentimiento informado. Previo a la aleatorización, los participantes deben tener el apto para la actividad física otorgada por un cardiólogo.

4.4 Definición operacional de variables

Variable	Tipo y escala de medición	Definición operacional	Valores	Forma de registro
Edad	Independiente Cuantitativa De razón	Tiempo transcurrido en años a partir del nacimiento.	Años	Ficha de recolección de datos
Sexo	Independiente Cualitativo Nominal	Características biológicas que lo definen como hombre o mujer.	Masculino Femenino	Ficha de recolección de datos
Peso	Dependiente Cuantitativa De razón	Cantidad de masa que tiene un individuo.	Kilogramos (Kg)	Ficha de recolección de datos
Talla	Independiente Cuantitativa De razón	Altura de un sujeto desde los talones hasta el punto más alto de la cabeza.	Centímetros (cm)	Ficha de recolección de datos
Índice de masa corporal	Dependiente Cuantitativa De razón	Razón entre el peso y la talla.	Kg/m ²	Ficha de recolección de datos
Glicemia	Dependiente Cuantitativa De razón	Concentración de glucosa en sangre.	mg/dl	Ficha de recolección de datos
Hemoglobina glicosilada	Dependiente Cuantitativa De razón	Promedio de la glicemia en los últimos 3 meses.	Porcentaje	Ficha de recolección de datos

Nivel de actividad física	Dependiente cualitativa ordinal	Cualquier movimiento corporal producido por los músculos.	Inactivo Insuficientemente inactivo	Ficha de recolección de datos
Entrenamiento de fuerza	Dependiente Cuantitativa Ordinal	Ejercicios que usan la resistencia para la producción de fuerza y desarrollo muscular.	Leve Moderado	Ficha de recolección de datos

4.5 Procedimientos y técnicas

1. Los participantes se reclutarán a través de los datos estadísticos de consulta externa del servicio de endocrinología del HCH, se les informará vía telefónica y se hará una breve encuesta sobre su nivel de actividad física.
2. Las personas seleccionadas, se apersonarán a la Villa Deportiva Nacional (VIDENA) para firmar el consentimiento informado y realizarse una evaluación pre participativa, que incluye una historia clínica, un examen físico y la toma de un electrocardiograma, realizada por el investigador principal.
3. Aquellos que presenten alguna anormalidad en la evaluación cardiológica, solo podrán continuar si lo autoriza un cardiólogo.
4. Los participantes serán divididos aleatoriamente en 2 grupos:
 - a. Grupo control: seguirá las recomendaciones de la ACSM; ejercicio de fuerza moderado (50-69% RM), 8 tipos de ejercicios, 3 veces por semana. Duración 16 semanas. Recibirá asesoramiento dietético.

- b. Grupo de intervención: ejercicio de fuerza leve (<50% RM), 4 tipos de ejercicios, 2 veces por semana. Duración 16 semanas. Recibirá asesoramiento dietético.
5. Previo a la aleatorización, se realizará lo siguiente
 - a. Exámenes de hemoglobina glicosilada y glucosa basal en ayunas en el laboratorio del HCH. El examen se repetirá al final del proyecto (semana 16).
 - b. Repetición máxima: definida como la máxima cantidad de peso que puede cargar una persona manteniendo una técnica adecuada (18). Se realizará 2 veces en cada máquina y se elegirá el valor más alto. Se repite a la semana 9 y semana 16.
6. Los entrenamientos se realizarán en gimnasio de la Federación Peruana de Levantamiento de Pesas en la VIDENA. Serán supervisados por un preparador físico y el autor de la investigación. Se emplearán 5 máquinas para fortalecimiento de miembros superiores, inferiores y core. Previo al entrenamiento se comenzará con ejercicios de calentamiento de 5 a 10 minutos y culminará con ejercicios de estiramientos del mismo tiempo.
7. Se tomarán valores de glucosa con glucómetro Accu-check antes y después de los entrenamientos para controlar cuadros de hipoglicemia.
8. Todos los datos recolectados se registrarán en la ficha de recolección de datos (anexo 3) diseñada en el programa Microsoft Excel versión 2019 y los participantes tendrán un código de identificación.

9. Se les solicitará a los médicos tratantes, vía correo electrónico, que la terapia no se modifique durante 16 semanas, a menos que fuera necesario.

4.6 Aspectos éticos del estudio

El presente documento se registrará en base a los principios y lineamientos éticos internacionales enunciados en la Declaración de Helsinki. Todos los sujetos que desean participar en el estudio deberán firmar el consentimiento informado; el registro de datos personales y los resultados serán confidenciales y de único conocimiento por el investigador principal.

El proyecto de investigación será enviado al Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruano Cayetano Heredia, a la dirección del Hospital Cayetano Heredia y al Comité de Ética de la Federación Deportiva Peruana de Levantamiento de Pesas para su aprobación. Así mismo, se inscribirá en el Registro Peruano de Ensayos clínicos del Instituto Nacional de Salud.

4.7 Plan de análisis

Se realizará mediante un análisis por intención de tratar usando el software SPSS versión 29.0. Los resultados con un valor de $p < 0.05$ se considerarán estadísticamente significativos. Los valores se mostrarán como media y desviaciones estándar. La comparación entre el grupo de intervención y de control se realizará mediante un análisis de regresión lineal. Para medir la efectividad del entrenamiento de fuerza se realizará ANCOVA en las variables HbA1C y glucosa basal.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Safiri S, Karamzad N, Kaufman JS, Bell AW, et al. Prevalence, Deaths and Disability-Adjusted-Life-Years (DALYs) Due to Type 2 Diabetes and Its Attributable Risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990-2019: Results from the Global Burden of Disease Study 2019. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022 Feb 25;13:838027.
2. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Programa de Enfermedad no Transmisibles. 2021.[Internet]. Gob.pe. [citado 12 marzo 2023] Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/2983123-peru-enfermedades-no-transmisibles-y-transmisibles-2021>
3. Jay H. Shubrook, DO; William Chen, DO; Alegria Lim, OMS IV. Evidence for the Prevention of Type 2 Diabetes Mellitus. *J Am Osteopath Assoc*. 2018;118(11):730-737.
4. American Diabetes Association. 5. Lifestyle Management: Standards of Medical Care in Diabetes—2019. *Diabetes Care* 1 January 2019; 42 (Supplement 1): S46–S60.
5. . Physical Activity Guidelines Advisory Committee. U.S. Department of Health and Human Services; Washington, DC: 2018. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report
6. Reddy R, Wittenberg A, Castle JR, El Youssef J, Winters-Stone K, Gillingham M, Jacobs PG. Effect of Aerobic and Resistance Exercise on Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes. *Can J Diabetes*. 2019 Aug;43(6):406-414.e1.
7. Merz KE, Thurmond DC. Role of Skeletal Muscle in Insulin Resistance and Glucose Uptake. *Compr Physiol*. 2020 Jul 8;10(3):785-809.
8. Hulett NA, Scalzo RL, Reusch JEB. Glucose Uptake by Skeletal Muscle within the Contexts of Type 2 Diabetes and Exercise: An Integrated Approach. *Nutrients*. 2022 Feb 3;14(3):647.
9. Bergman BC, Goodpaster BH. Exercise and Muscle Lipid Content, Composition, and Localization: Influence on Muscle Insulin Sensitivity. *Diabetes*. 2020 May;69(5):848-858.
10. Faselis C, Katsimardou A, Imprialos K, Deligkaris P, Kallistratos M, Dimitriadis K. Microvascular Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. *Curr Vasc Pharmacol*. 2020;18(2):117-124
11. Liu J, Liu Z. Muscle Insulin Resistance and the Inflamed Microvasculature: Fire from Within. *Int J Mol Sci*. 2019 Jan 29;20(3):562.
12. Ruggiero AD, Davis A, Sherrill C, et al. Skeletal muscle extracellular matrix remodeling with worsening glycemic control in nonhuman primates. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2021 Mar 1;320(3):R226-R235.
13. Kanaley, J. A., Colberg, S. R., Corcoran, M. H., Malin, S. K., Rodriguez, N. R., Crespo, C. J., Kirwan, J. P., & Zierath, J. R. (2022). Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*, 54(2), 353–368

14. H. Yaribeygi, S. L. Atkin, L. E. Simental Mendía, and A. Sahebkar. Molecular mechanisms by which aerobic exercise induces insulin sensitivity. *Journal of Cellular Physiology*, vol. 234, no. 8, pp. 12385–12392, 2019
15. Evans PL, McMillin SL, Weyrauch LA, Witczak CA. Regulation of Skeletal Muscle Glucose Transport and Glucose Metabolism by Exercise Training. *Nutrients*. 2019 Oct 12;11(10):2432.
16. David W. Dunstan, Robin M. Daly, Neville Owen, Damien Jolley, Maximilian de Courten, Jonathan Shaw, Paul Zimmet; High-Intensity Resistance Training Improves Glycemic Control in Older Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 1 October 2002; 25 (10): 1729–1736.
17. Gordon BA, Benson AC, Bird SR, Fraser SF. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract*. 2009 Feb;83(2):157-75.
18. Gary Liguori, Yuri Feito, Charles Fountaine, Brad A. Roy, editors. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* 11th ed. American College of Sport Medicine. Wolters Kluwer; 2021.
19. Yiling J. Cheng, Edward W. Gregg, Nathalie De Rekeneire, Desmond E. Williams, Giuseppina Imperatore, Carl J. Caspersen, Henry S. Kahn; Muscle-Strengthening Activity and Its Association With Insulin Sensitivity. *Diabetes Care* 1 September 2007; 30 (9): 2264–2270.
20. Nery C, Moraes SRA, Novaes KA, et al. Effectiveness of resistance exercise compared to aerobic exercise without insulin therapy in patients with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Braz J Phys Ther*. 2017 Nov-Dec;21(6):400-415.
21. Ministerio de Salud. Guía de práctica clínica para el diagnóstico, tratamiento y control de la diabetes mellitus tipo 2 en el primer nivel de atención. RM N° 719-2015/MINSA. [Internet]. Gob.pe. [citado en abril 2016]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3466.pdf>
22. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, George SM, Olson RD. The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA*. 2018 Nov 20;320(19):2020-2028.
23. Carmen Castaneda, Jennifer E. Layne, Leda Munoz-Orians, et al. A Randomized Controlled Trial of Resistance Exercise Training to Improve Glycemic Control in Older Adults With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 1 December 2002; 25 (12): 2335–2341.

6. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

6.1 Presupuesto

Rubros	Descripción	Cantidad	Monto (soles)
Materiales	Copias	40	-
	Impresiones	2	-
	Lapiceros	5	-
	Laptop	1	-
	Balanza	1	-
	Tallímetro	1	-
	Glucómetro Accu-check	1	140.00
Pruebas	Electrocardiograma	20	100.00
	HbA1C	40	360.00
	Glucosa basal	40	200.00
Recurso humano	Preparador físico	1	3000.00
Total			3800.00

6.2 Cronograma

	Revisión bibliográfica	Elaboración del proyecto	Aceptación del proyecto	Obtención de dato	Análisis de resultados	Elaboración de informe final	Proceso de publicación
Marzo 2023	X						
Abril 2023	X						
Mayo 2023	X						
Junio 2023	X						
Julio 2023		X					
Agosto 2023		X					
Setiembre 2023			X				
Octubre 2023				X			
Noviembre 2023				X			
Diciembre 2023				X			
Enero 2024				X			
Febrero 2024					X		
Marzo 2024					X		
Abril 2024						X	
Mayo 2024						X	
Junio 2024							X

7. ANEXOS

7.1 Anexo 1: Cálculo de tamaño muestral

Epidat: Programa para análisis epidemiológico de datos

Archivo Edición Módulos Herramientas Ventana Ayuda

Índice de cálculos

[1] Tamaños de muestra. Comparación de medias independientes

Resultados

[1] Tamaños de muestra. Comparación de medias independientes:

Datos:

Varianzas: Distintas
Diferencia de medias a detectar: 0,700
Desviación estándar esperada:
Población 1: 0,500
Población 2: 0,200
Razón entre tamaños muestrales: 1,00
Nivel de confianza: 95,0%

Resultados:

Potencia (%)	Tamaño de la muestra		
	Población 1	Población 2	Total
80,0	7	7	14
85,0	7	7	14
90,0	8	8	16
95,0	10	10	20

Comentarios: para el cálculo de la muestra se utilizaron valores referenciales del estudio “A Randomized Controlled Trial of Resistance Exercise Training to Improve Glycemic Control in Older Adults With Type 2 Diabetes” realizado por Carmela Castaneda y colaboradores.

7.2 Anexo 2: Consentimiento informado para participar en el estudio de investigación

Título: “Eficacia de un entrenamiento de fuerza sobre el control glicémico en pacientes adultos con Diabetes Mellitus tipo 2 del Hospital Cayetano Heredia”

Investigador : Dr

Institución : Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH)

INTRODUCCIÓN/PROPÓSITO

Se le invita a participar en el trabajo de investigación que busca conocer el efecto que tiene el ejercicio de fuerza sobre la glicemia en pacientes adultos entre 40 a 60 años con diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 2. Se sabe que el ejercicio es uno de los pilares en el manejo de personas diabéticas, sin embargo, las pautas de actividad física indicadas por el Ministerio de Salud (MINSA) no especifican la manera de cómo desarrollar la actividad física en función a la modalidad de ejercicio, control de intensidad y duración de cada sesión de entrenamiento. La falta de precisión al momento de prescribir un adecuado plan de ejercicio físico justifica su investigación.

PROCEDIMIENTOS

1. A todos los participantes del estudio se les pedirá que se apersonen al gimnasio de la Federación Peruana de Levantamiento de Pesas de la Villa Deportiva Nacional (VIDENA) donde se desarrollarán los programas de ejercicio; el uso de las instalaciones no tendrá ningún costo. Como paso inicial, se les realizará una evaluación pre participativa a que consiste en una historia clínica, un examen físico y una toma de electrocardiograma para definir si se encuentra apto o no para la actividad física.
2. Serán divididos aleatoriamente en 2 grupos:
 - a. Grupo control: seguirá las recomendaciones de la ACSM; ejercicio de fuerza moderado (50-69% RM), 8 tipos de ejercicios, 3 veces por semana. Duración 16 semanas. Recibirá asesoramiento dietético.
 - b. Grupo de intervención: ejercicio de fuerza leve (<50% RM), 4 tipos de ejercicios, 2 veces por semana. Duración 16 semanas. Recibirá asesoramiento dietético.
3. Previo a la aleatorización, se realizará lo siguiente
 - a. Exámenes de hemoglobina glicosilada y glucosa basal en ayunas en el laboratorio del HCH. El examen se repetirá al final del proyecto (semana 16). No tendrá ningún costo.
 - b. Repetición máxima: definida como la máxima cantidad de peso que puede cargar una persona manteniendo una técnica adecuada. Se realizará 2 veces en cada máquina y se elegirá el valor más alto. Se repite a la semana 9 y semana 16.
4. Serán supervisados por un preparador físico y el autor de la investigación. Se emplearán 5 máquinas para fortalecimiento de miembros superiores, inferiores y core. Previo al entrenamiento se comenzará con ejercicios de calentamiento de 5 a 10 minutos y culminará con ejercicios de estiramientos del mismo tiempo.
5. Se tomarán valores de glucosa con glucómetro antes y después de los entrenamientos para controlar cuadros de hipoglicemia.
6. Los datos obtenidos se registrarán en la ficha de recolección de datos, la cual solo tendrá acceso el investigador principal.

RIESGOS / INCOMODIDADES

Todos los ejercicios serán supervisados por un preparador físico que se asegura de la adecuada técnica de ejecución de los ejercicios, lo cual reduce el riesgo de lesiones.

BENEFICIOS

Es de conocimiento general que la realización de programas de ejercicios produce mejoras en nuestra salud física y mental; además, éstos forman parte del tratamiento no farmacológico de la diabetes.

COSTOS

La participación en el estudio no generará ningún costo.

CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

El registro de los participantes será a través de códigos que sólo el investigador tendrá acceso. Tanto los resultados preliminares o como finales se informarán de manera personal y confidencial; a los que solo el investigador tiene acceso.

PROBLEMAS O PREGUNTAS

Si surge algún inconveniente que le impide continuar con el estudio está en toda la libertad de retirarse cuando lo crea apropiado. Cualquier consulta puede acudir directamente al investigador o comunicarse vía telefónica o por medio del correo electrónico. En caso tenga alguna queja sobre la ética del estudio o ha recibido maltrato por parte de cualquiera de los integrantes del estudio puede contactarse con el Comité Institucional de Ética de la UPCH llamando al 319 0000 o acudir a la universidad ubicado en la Av. Honorio Delgado 430 – San Martín de Porres.

CONSENTIMIENTO

Doy mi consentimiento para participar en el estudio y que, de forma anónima, la información obtenida en esta evaluación pueda ser utilizada con fines de investigación.

Estoy satisfecho(a) con la información recibida por el médico tratante, quien lo ha hecho en un lenguaje claro y sencillo, me ha dado la oportunidad de preguntar y resolver las dudas, y todas ellas han sido resueltas a satisfacción.

Participante (firma)
Nombre
DNI

Huella

Investigador (firma)
Nombre
DNI

Huella

Lima, de del 2023

