



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO FRP-CI-01
CONVOCATORIA INTERNA DE APOYO A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2025-2026

MODALIDAD CUERPOS ACADÉMICOS

Formato para la presentación de proyectos de investigación:

1. CONCENTRADO DE INFORMACIÓN

1.1. DATOS PARTICULARES

Clave del proyecto: 106/2/C/27/25

Fecha de Impresión: 13/03/2026 06:59:02 am

1.2. TÍTULO DEL PROYECTO:

EVALUACIÓN DE LA LACTILACIÓN DE PROTEÍNAS CLAVE EN LA SEÑALIZACIÓN DEL RECEPTOR DE INSULINA COMO CONSECUENCIA DEL EJERCICIO FÍSICO EN PERSONAS QUE PRESENTAN OBESIDAD Y RESISTENCIA A LA INSULINA.

1.3. RESPONSABLE TÉCNICO DEL PROYECTO:

* Nombre: JOSE GUSTAVO VAZQUEZ JIMENEZ

* Grado máximo obtenido: DOCTORADO

* Número de empleado: 28059

* Categoría: 112 TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. C

* Cuerpo Académico: PATOGÉNESIS MOLECULAR

* Grado de consolidación: EN FORMACION

* Correo electrónico: gustavo.vazquez@uabc.edu.mx,tavi_82@hotmail.com

1.4. UNIDAD ACADEMICA QUE PRESENTA EL PROYECTO:

FACULTAD DE MEDICINA

1.5. ÁREA DE INVESTIGACIÓN DE LA CONVOCATORIA QUE SOLICITA SER EVALUADO:

CIENCIAS DE LA SALUD

1.6. LÍNEA DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL CUERPO ACADÉMICO A FORTALECER:

LGAC: IDENTIFICACIÓN DE MECANISMOS MOLECULARES Y GENERACIÓN DE PRUEBAS PARA EL DIAGNOSTICO, PRONOSTICO Y TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y CRÁNICAS DEGENERATIVAS

1.7. MONTO SOLICITADO:

\$450,000.00

1.8. Coadyuva a la Solución de Problemáticas y Demandas Específicas de la Sociedad Baja Californiana, Tomando en Consideración las Metas de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda 2030 Propuesta por las Naciones Unidas.

Seleccione una o varias soluciones de las demandas específicas:

- ☐ 1.Fin de la pobreza
- ☐ 2.Hambre cero
- ☒ 3.Salud y bienestar
- ☐ 4.Educación de calidad
- ☐ 5.Igualdad de género
- ☐ 6.Agua limpia y saneamiento
- ☐ 7.Energía asequible y no contaminante
- ☐ 8.Trabajo decente y crecimiento económico
- ☐ 9.Industria, innovación e infraestructura
- ☐ 10.Reducción de las desigualdades
- ☐ 11.Ciudades y comunidades sostenibles
- ☐ 12.Producción y consumo responsables
- ☐ 13.Acción por el clima
- ☐ 14.Vida submarina
- ☐ 15.Vida de ecosistemas terrestres
- ☐ 16.Paz, justicia e instituciones sólidas
- ☐ 17.Alianzas para lograr los objetivos
- ☐ Transversal 1.- Resolver problemáticas relacionadas con el tejido social, tales como, migración, violencia, marginación, etc.
- ☒ Transversal 2.- Resolver problemas de los diferentes sectores (gubernamental, privado y social) que tengan un impacto social significativo.
- ☐ Transversal 3.- Propuestas para fortalecer la economía circular en Baja California y la resolución de problemáticas de la industria que conlleven a una mayor generación de empleos, o la mejora en la calidad de los mismos.

1.9. MONTO Y FUENTE DE LOS FONDOS CONCURRENTES:

2. DATOS DE ESTUDIANTES Y ADMINISTRADOR DEL PROYECTO

2.1 ASISTENTE(S) DE INVESTIGACIÓN:

Becario Asistente de Investigación de Licenciatura

Matrícula: 1190075

Nombre: VALERIA AMARILLAS CRUZ

Grado Académico que Cursa: Licenciatura

Nombre del Programa: LICENCIATURA EN MEDICINA

Correo Electrónico: VALERIA.AMARILLAS@UABC.EDU.MX

Unidad Académica: FACULTAD DE MEDICINA

Becario Tesista de Posgrados

Matrícula: 360474

Nombre: GABRIEL ALEJANDRO LABASTIDA SANCHEZ

Grado Académico que Cursa: Maestría

Nombre del Programa: MAESTRIA EN CIENCIAS EN BIOMEDICINA

Título de la Tesis: ESTUDIO DE LA LACTILACIÓN PROTEÍCA Y SU ASOCIACIÓN CON LA RESISTENCIA A LA INSULINA

Correo Electrónico: ALEJANDRO.LABASTIDA@UABC.EDU.MX

Unidad Académica: FACULTAD DE MEDICINA

Becario Asistente de Investigación de Licenciatura

Matrícula: 1182606

Nombre: JESÚS AARON CABRERA GARCÍA

Grado Académico que Cursa: Licenciatura

Nombre del Programa: LICENCIATURA EN MEDICINA

Correo Electrónico: CABRERA.JESUS74@UABC.EDU.MX

Unidad Académica: FACULTAD DE MEDICINA

Becario Tesista de Licenciatura

Matrícula: 1180871

Nombre: CITLALI CAMPOS HERNÁNDEZ

Grado Académico que Cursa: Licenciatura

Nombre del Programa: LICENCIATURA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

Título de la Tesis: EFECTO DEL ENTRENAMIENTO CONCURRENT EN LA SALUD CARDIOMETABÓLICA DE PERSONAS SEDENTARIAS

Correo Electrónico: CITLALI.CAMPOS@UABC.EDU.MX

Unidad Académica: FACULTAD DE DEPORTES (MEXICALI)

Becario Tesista de Licenciatura

Matrícula: 1176630

Nombre: JESÚS RIGOBERTO LUGO VALENZUELA

Grado Académico que Cursa: Licenciatura

Nombre del Programa: LICENCIATURA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

Título de la Tesis: DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CONCURRENT DIRIGIDO A PERSONAS SEDENTARIAS

Correo Electrónico: JLUGO82@UABC.EDU.MX

Unidad Académica: FACULTAD DE DEPORTES (MEXICALI)

Becario Asistente de Investigación de Licenciatura

Matrícula: 1180861

Nombre: ANNA KRISTINA GOMEZ SANDOVAL

Grado Académico que Cursa: Licenciatura

Nombre del Programa: LICENCIATURA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

Correo Electrónico: ANNA.GOMEZ@UABC.EDU.MX

2.2. RESPONSABLE ADMINISTRATIVO (Administrador de la unidad académica):

* Nombre: JOSUE VILLEGAS SANDOVAL

* Teléfono: (686) 557-53-56

* Correo: jvillegas@uabc.edu.mx

3. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

3.1. ALCANCE DEL PROYECTO

La aportación del proyecto contribuirá a la solución de problemas con alcance:

Atendiendo Demandas:		Tipo de Investigación:	
Municipal (X)	Empresa Sector Privado ()	Investigación Aplicada	(X)
Estatal ()	Organismo Sector Gubernamental ()	Investigación Básica	(X)
Regional ()	Organismo No Gubernamental ()	Desarrollo Tecnológico-Experimental	()
	Otros (X)		

3.2. IMPACTO DEL PROYECTO EN EL PLAN DE DESARROLLO INSTITUCIONAL.

El proyecto está en total consonancia con las prioridades institucionales y las políticas transversales delineadas en el PDI 2023-2027, específicamente impactando en el primer objetivo del PDI “Aprendizaje integral, flexible y a lo largo de la vida”, al ofrecer a los estudiantes participantes del proyecto escenarios de investigación en los que fortalecerán y aplicarán de manera práctica los saberes adquiridos en las aulas, que enriquecerán su futuro ejercicio profesional, actuando sobre la estrategia 3 de este objetivo en la línea de acción de aprendizaje por proyectos.

Relacionado a lo anterior, también se contribuye al segundo objetivo del PDI “Investigación e innovación” abordando desde una de manera innovadora una problemática de relevancia social, actuando sobre la estrategia 1 de este objetivo en las líneas de acción 3 (incentivando a estudiantes de licenciatura a participar en investigación) y 7 (perspectiva interdisciplinaria, al ser un trabajo conjunto de cuerpos académicos de las Facultades de Medicina y de Deportes), así como la estrategia 2, ya que se pretende publicar los resultados de esta investigación.

3.3. DESCRIPCIÓN CLARA DE LA PARTICIPACIÓN, ASÍ COMO DE LA ATENCIÓN DEL PROYECTO A DEMANDAS ESPECIFICAS.

La alta prevalencia de diversas patologías metabólicas tales como la obesidad y el síndrome metabólico dentro de la sociedad actual nos demanda a encontrar estrategias de prevención y atención a estas, dado su alto impacto en las principales causas de morbilidad y mortalidad alrededor del mundo, así como el coste económico que implica la atención de estas enfermedades no transmisibles. México ocupa el segundo lugar en sobrepeso y obesidad a nivel mundial, y la ENSANUT 2018 reporta que el 75.2% de mexicanos mayores de 20 años tienen sobrepeso u obesidad, esto tiene gran relación con la falta de actividad física donde uno de cada cuatro adultos (1.400 millones de personas en el mundo) no realizan los 150 minutos de actividad física de moderada intensidad recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Si bien los malos hábitos de alimentación juegan un papel importante, no se debe dejar de lado el rol del aumento en los índices de sedentarismo entre la población. Dentro de la diversidad de moléculas cuya producción y liberación se favorecen al realizar actividad física destaca el lactato, que constituye un importante metabolito con múltiples funciones en diversas vías de señalización celular. Se han reportado altos niveles circulantes de lactato en pacientes con obesidad o síndrome metabólico y se ha identificado como la lactilación inducida por el lactato en el músculo esquelético está asociada a la resistencia a la insulina, pero se desconoce específicamente que moléculas participantes en su mecanismo de acción pueden ser lactiladas y como esta modificación postraducciona altera su actividad. Particularmente, no se ha estudiado el efecto del ejercicio sobre la lactilación de proteínas, lo cual es relevante ya que podría ser la respuesta molecular a los beneficios del ejercicio para los pacientes con alteraciones metabólicas.

Así, el desarrollo de este proyecto atiende el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 3 “Salud y Bienestar”, puesto que dentro de los objetivos del proyecto destaca fomentar la actividad física y los estilos de vida saludables para el bienestar físico y mental, coadyuvando en la prevención de la mortalidad asociada a enfermedades no transmisibles como la obesidad y la diabetes, estudiando los mecanismos moleculares asociados, en busca de estrategias apropiadas y factibles en nuestro contexto para la prevención y el tratamiento de las mismas.

3.4. DESCRIPCIÓN CLARA DEL IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN.

a) Área o ámbito en qué el proyecto influirá: social, cultural, científico, económico-creación de empresas, patentes, ambiental, tecnológico, políticas públicas, otros.

b) Nivel de impacto: alto, medio, bajo.

c) Indicadores: amplitud, alcance, número de beneficiados de un total (ejemplo 200 empleados de 3000 que hay en esa empresa).

d) Evidencia de satisfacción del usuario.

e) Indicar si las acciones son de incidencia(nuevos) o prevalencia (antiguos).

a) Área: salud pública

b) Nivel de impacto: medio

c) Indicadores: el alcance es municipal, atendiendo demandas de salud pública, a través de la investigación multidisciplinar e interinstitucional. Se espera reunir al menos un grupo de 50 participantes en el programa.

d) Evidencia de satisfacción al usuario: La generación de conocimiento que potencialmente permitirá identificar a las personas con alto riesgo de presentar resistencia a la insulina a través de una prueba rápida de lactato en sangre, el diseño de estrategias de acondicionamiento físico dirigidas a tratar esta problemática metabólica y disminuir el riesgo cardiovascular.

e) Acciones de incidencia, ya que, como cuerpo académico, estamos iniciando en el análisis de los indicadores fisiológicos y bioquímicos específicos asociados a la actividad física en personas con obesidad y resistencia a la insulina.

3.5. DESCRIBA LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

(Indique si los resultados del proyecto pueden generar invenciones, innovaciones o desarrollos tecnológicos, regulados por las leyes de propiedad industrial).

Se espera capacitar a los investigadores colaboradores y a los estudiantes a formar como parte de su servicio social y a un estudiante que desarrollara su trabajo de titulación. Se espera consolidar el grupo de participantes y determinar su condición física inicial a través de las evaluaciones antropométricas, físicas y bioquímicas. Una vez completada esta parte, se diseñara la rutina de ejercicios, la dosificación y la carga del entrenamiento concurrente para cada 3 meses revisar el avance de los participantes, en donde esperamos que se vean mejoras en la capacidad aeróbica, la dislipidemia, el HOMA-IR, la tolerancia al lactato, así como en el porcentaje de grasa corporal, según sea la condición inicial de los participantes. A este punto con las muestras recolectadas se determinaran los niveles totales de lactilación, diferenciando antes de iniciar el entrenamiento y como evoluciona este parámetro, que creemos ira a la baja por la adaptación al lactato. Así mismo se vera la afectación en la expresión proteica y en la actividad de las proteínas IR, IRS y Akt durante el progreso de la rutina de ejercicio, esperando mejoras considerables en la resistencia a insulina, mejorando la calidad de vida de los participantes.

Con esta información se podrán generar estrategias de intervención de actividad física con la población sedentaria que presenta obesidad o síndrome metabólico, que realmente produzcan un cambio importante en

su metabolismo y salud física de acuerdo a las variaciones en los parámetros moleculares estudiados en este proyecto. A partir de este se diseñarán un tríptico con información de la prueba de lactato como indicador de pronóstico de resistencia a la insulina y recomendaciones de actividad física que será divulgado al personal del Hospital General a través del Departamento de Enseñanza, el cual puede registrarse ante el INDAUTOR. Así mismo, se participará en eventos que permitan la divulgación de los resultados obtenidos mediante la presentación tanto a la población general, como en eventos de difusión entre pares académicos

3.6. EL PROYECTO CONTEMPLA LA CONFORMACIÓN DE UNA RED: NO

3.7 EL PROYECTO ES INTERINSTITUCIONAL:

Nombre de la(s) Institución(es) participante(s):

Institución 1: CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN

4. PROTOCOLO DEL PROYECTO

4.1. RESUMEN DEL PROYECTO

El aumento del sedentarismo en nuestra población ha traído fuertes consecuencias a la salud como lo son la obesidad y el síndrome metabólico, que a su vez aumentan el riesgo de padecer patologías cardiovasculares, hipertensión, cáncer, diabetes, entre otras complicaciones, por lo que se recomienda ampliamente realizar actividad física con regularidad. Se sabe que el ejercicio induce la producción de diversas sustancias en nuestro cuerpo, como lo es el lactato que tiene una amplia variedad de funciones importantes, por ejemplo, se ha encontrado que produce una modificación estructural en proteínas importantes para nuestro metabolismo conocida como lactilación. Se han identificado enfermedades en las que los pacientes presentan altos niveles de lactato en su sangre como en algunos tipos de cáncer en los que ya se empezó a estudiar el efecto de la lactilación. Sin embargo, en enfermedades metabólicas como lo son la obesidad y el síndrome metabólico, que también son estados en los que se produce un exceso de lactato, se desconoce su efecto. Hasta el momento solo se ha identificado que, en el estado de resistencia a la insulina, característico de patologías metabólicas, hay lactilación en el músculo, pero se desconoce que proteínas son afectadas con esta modificación y como la adherencia a una rutina de entrenamiento puede afectarla, lo cual es importante reconocer para estudiar este fenómeno y encaminar estrategias que nos ayuden a tratar y educar a la población general respecto a la relevancia de la actividad física como hábito para prevenir dichas enfermedades metabólicas.

4.2. PROBLÉMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN

Problemática

La obesidad constituye un serio problema de salud pública en el estado de Baja California, así como todo en el territorio nacional. Específicamente, de acuerdo a los resultados de la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, los niveles de sobrepeso y obesidad entre la población adulta han ido en aumento en los últimos años pasando de un 71.3% a un 75.2%. La obesidad es un factor de riesgo para la aparición de otros padecimientos metabólicos y cardiovasculares como la diabetes mellitus tipo II, la hipertensión arterial, el síndrome metabólico, entre otros. La obesidad esta ampliamente asociada con la resistencia a la insulina en los tejidos periféricos, lo que genera la excesiva liberación de ácidos grasos libres desde los adipocitos por la reducción en la captación de glucosa, lo que estimula la síntesis de triglicéridos y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) en el hígado, produciendo dislipidemia y aumentando el riesgo a padecer enfermedades cardiovasculares que constituyen la principal causa de mortalidad en México.

Justificación

La eficacia del ejercicio en la composición corporal y en la regulación del metabolismo de carbohidratos y lípidos se ha demostrado en diferentes patologías metabólicas como la obesidad y el síndrome metabólico. Sin embargo, los mecanismos moleculares detrás de dichas adaptaciones al ejercicio no están completamente elucidados. El lactato derivado de la glucólisis constituye un importante metabolito cuya producción y liberación se favorecen al realizar actividad física y que tiene múltiples funciones en diversas vías de señalización celular. Si bien su acumulación se asocia con fatiga y disminución del desempeño, las fibras musculares cuentan con vías de remoción y reutilización, incluso induciendo tolerancia a sus efectos al ejercitarse con regularidad. Además, dependiendo de diversos factores como los niveles de ejercicio, del descanso, de la presencia de una patología o incluso una lesión, el lactato puede actuar como una hormona con funciones endocrinas, regulando la señalización redox, la biogénesis mitocondrial, el metabolismo lipídico y controlando la expresión génica. Recientemente, se ha identificado en macrófagos y en células tumorales que el lactato genera una modificación

postraducciona conocida como lactilación sobre ciertos residuos de lisina de proteínas histonas, que se asocia con la regulación de la expresión de diversos genes. Al momento, existen algunos reportes que describen un listado de potenciales blancos de lactilación en líneas tumorales, lo que ha permitido indagar respecto a la asociación de los altos niveles de lactato en pacientes con cáncer y su potencial relación con la lactilación de moléculas involucradas en la patogénesis de esta enfermedad. No obstante, existen otras patologías como la obesidad y el síndrome metabólico en las que también se han reportado altos niveles circulantes de lactato, pero hasta el momento solo se ha demostrado que la lactilación inducida por el lactato en el músculo esquelético está asociada a la resistencia a la insulina, condición en la que las células no responden adecuadamente a la insulina inhibiendo sus efectos fisiológicos, pero se desconoce específicamente que moléculas participantes en el mecanismo pueden ser lactiladas y como esta modificación postraducciona altera su actividad. De hecho, no se ha estudiado la presencia de lactilación a nivel basal en órganos y/o tejidos con un alto rol metabólico como lo son el hígado, el tejido adiposo o el músculo en un modelo humano, ni se ha considerado el efecto del ejercicio en esta modificación postraducciona.

Teniendo en cuenta que la práctica continua de ejercicio induce una adaptación en el músculo esquelético incrementando la tolerancia a la producción de lactato, así como una mejora en los mecanismos de remoción y reutilización, potencialmente afectando los niveles de lactilación de sus blancos, es relevante estudiar los niveles de lactilación en proteínas del metabolismo de la insulina de forma basal y tras una rutina de entrenamiento. Esto, nos permitiría entender a mayor profundidad como el ejercicio beneficia a las personas con obesidad y síndrome metabólico, y así poder estructurar rutinas de ejercicio eficientes que coadyuven en su tratamiento, mejorando su calidad de vida y previniendo las complicaciones clínicas que estas generan.

4.3. OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar los niveles de lactilación asociados a la práctica de ejercicio en personas con obesidad y síndrome metabólico, así como el efecto de esta modificación postraducciona en el mecanismo de la resistencia a la insulina.

Objetivos Específicos

- Diseñar una rutina de entrenamiento físico de tipo concurrente para prescribir a personas sedentarias que presenten alguna patología metabólica como obesidad o síndrome metabólico dando seguimiento a parámetros bioquímicos y antropométricos durante el progreso del programa.
- Evaluar los niveles de lactilación, así como los niveles de proteínas involucradas en la vía de señalización de la insulina en muestras obtenidas de personas sedentarias que presenten alguna patología metabólica asociada a la resistencia a la insulina, antes y durante el progreso de la rutina de entrenamiento prescrita.
- Establecer un modelo de ejercicio en cultivo celular in vitro utilizando líneas celulares metabólicamente activas durante el ejercicio (células musculares y hepáticas) para la determinación de la lactilación de proteínas involucradas en la vía de señalización de la insulina.
- Proponer un rango de lactato en sangre basado en la evidencia, para diagnosticar la resistencia a la insulina en personas con riesgo metabólico y su ajuste tras la adherencia a la actividad física.
- Elaborar un material didáctico informativo con recomendaciones de actividad física basados en los resultados obtenidos a nivel metabólico para su divulgación entre la comunidad médica del Hospital General.

4.4. META(S)

- Registro y seguimiento de estudiantes para ayudantía de investigación y servicio social.
- Participación por parte de los asistentes de investigación en el Encuentro de Jóvenes Investigadores en el programa institucional de la Universidad Autónoma de Baja California.
- Presentar los resultados preliminares de la investigación en modalidad de trabajo libre en un evento académico nacional y en otro internacional, para apoyar la internacionalización de la UABC a través del quehacer científico.
- Divulgación de los productos finales a través del envío de dos artículos al consejo editorial de revistas indizadas en Web of Science o SCOPUS.
- Realizar un material didáctico informativo de actividad física y el lactato para coadyuvar al tratamiento clínico de la resistencia a la insulina.
- Promover el uso compartido de laboratorios y equipo entre los laboratorios de química sanguínea de la Facultad de Deportes y de fisiología de la Facultad de Medicina de la UABC, así como del laboratorio de transducción celular del Departamento de Bioquímica del CINVESTAV-IPN.
- Someter el proyecto a convocatorias externas de financiamiento.
- Fortalecer la colaboración entre las universidades CINVESTAV-IPN y UABC, mediante la publicación conjunta de artículos y participación en congresos.

4.5. METODOLOGÍA

Participantes

Prevía autorización del comité de ética, se estudiarán al menos 50 participantes mayores de edad que presenten obesidad y/o síndrome metabólico, así como participantes sanos como control. Los participantes tendrán una reunión informativa, firmarán un consentimiento informado y completarán una historia clínica, cuidando estrictamente los aspectos éticos de protección de los pacientes, bajo lo estipulado en el Código de Helsinki y la Ley General de Salud de México y aprobado por el comité de ética de la Facultad de Deportes. De acuerdo a los resultados de las anteriores pruebas se conformarán 3 grupos de estudio: control en donde estarán los participantes aparentemente sanos, obesidad donde estarán los participantes con un porcentaje de grasa abdominal mayor a 100 cm² y síndrome metabólico donde estarán aquellos participantes que además de obesidad central presenten hipertensión, dislipidemia y/o glucosa en ayuno elevada.

Medición de parámetros antropométricos y de química sanguínea.

Se medirán parámetros antropométricos en población con alteraciones metabólicas (entre 18 y 60 años). Se determinarán el peso, talla, longitud de la circunferencia abdominal, presión arterial con baumanómetro manual, así como la composición corporal y acumulación de grasa visceral mediante bioimpedancia utilizando un analizador InBody720. Con su consentimiento previo, se tomarán muestras sanguíneas de la punción de las venas cubital interna y/o cefálica, para obtener 1 tubo con 5 ml de sangre. La sangre recolectada será centrifugada a 4000 rpm durante 10 minutos para obtener el suero, que se utilizará para determinar los valores de parámetros bioquímicos como ácido úrico, glucosa, triglicéridos, colesterol total y colesterol HDL en un equipo analizador de química clínica Spin120. Los valores séricos de insulina y glucosa se utilizarán para determinar el índice de resistencia a la insulina (HOMA-IR) a través de una fórmula. La determinación de la concentración de insulina se realizará por medio de un ensayo de ELISA, utilizando un kit específico que detecta esta proteína en muestras de suero. La concentración de lactato en sangre se obtendrá con ayuda de un Medidor Lactate Plus Meter, con ayuda de una lanceta se extraerá una gota de sangre de un dedo limpio y será colocada en una tira reactiva conectada con el medidor de lactato. Las determinaciones de lactato se realizarán antes y después de las pruebas de capacidad aeróbica. Todos los parámetros anteriormente

explicados se evaluarán al inicio del protocolo y tras 3 meses y 6 meses de entrenamiento.

Determinación de niveles de actividad física y capacidad aeróbica para el entrenamiento

El nivel de actividad física de los participantes se determinará a través de dos métodos. El primero será solicitando a los participantes del estudio que completen el cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) desarrollado por la Organización Mundial de la Salud, el cual es útil para indicar el nivel de actividad física en bajo, moderado y alto, así como en términos del gasto energético semanal. El segundo método comprenderá la aplicación de una prueba de capacidad aeróbica siguiendo el protocolo de Rockport para determinar la VO₂max. Con base en la historia clínica y a partir de los resultados de estas pruebas se planteará la rutina de entrenamiento concurrente para los participantes.

Diseño de la rutina de entrenamiento

Teniendo en cuenta las características de los participantes, se prescribirá una rutina de entrenamiento concurrente (que comprende trabajo de fuerza y de resistencia) detallada que será igual para los tres grupos, en este sentido se cuidará meticulosamente la dosificación de la carga, la intensidad del ejercicio, la duración de cada sesión y la cantidad de sesiones a la semana. Para unificar estas condiciones, los participantes entrenarán en las instalaciones de la Facultad de Deportes durante todo el tiempo del protocolo, donde serán guiados y acompañados por estudiantes de la Licenciatura en Actividad Física y Deporte que estarán cumpliendo con su servicio profesional.

Determinación de los niveles de proteínas y de lactilación total por Western Blot

Los niveles de las proteínas IR (receptor a insulina), IRS (sustrato del receptor de insulina) y Akt (proteína cinasa de serina y treonina B) que están asociadas a la vía de señalización de la resistencia a la insulina, su fosforilación, así como los niveles totales de lactilación serán evaluados por la técnica de Western Blot utilizando anticuerpos específicos. Para ello, la muestra de sangre periférica obtenida será centrifugada a 4000 rpm por 10 minutos a temperatura ambiente para obtener suero rico en plaquetas. La fracción rica en plaquetas será lisada para realizar cuantificación de proteínas por medio del método de Bradford. Luego de la cuantificación de proteínas, a la fracción rica en plaquetas se le agregará el buffer de Laemmli para ser calentadas a 99 °C por 5 minutos y centrifugadas a 14,000 rpm por 5 minutos para ser cargadas en un gel de electroforesis SDS-PAGE al 10%, dicho gel será transferido a una membrana PVDF con la finalidad de exponerlas al tratamiento con anticuerpos específicos para cada proteína así como anti-lactilisina para detectar los niveles totales de lactilación y anti- Actina (como control de carga) durante toda la noche. Al día siguiente las membranas PVDF serán lavadas durante 10 minutos con buffer TBST, posteriormente la membrana será incubada con el anticuerpo secundario el cual está conjugado a peroxidasa de rábano. Finalmente, la señal de las proteínas será visualizada por quimioluminiscencia. La cuantificación de los films de inmunotransferencia se llevará a cabo con el software ImageJ versión 1.53h.

Cultivo celular

Si bien el modelo humano in vivo es el más idóneo para los estudios de fisiología y bioquímica del ejercicio y

que lo mas apropiado sería contar con muestras de músculo y otros tejidos con una alta tasa metabólica durante el ejercicio para estudiar este fenómeno, teniendo en cuenta que es en estos tejidos donde se establecen la mayoría de las respuestas y adaptaciones subyacentes a la práctica de ejercicio, la realidad es que la obtención de biopsias de los participantes tiene un fuerte componente ético y la practicidad de obtener estas muestras cuando se pretende comparar diversas condiciones y tiempos lo hace inviable. Por lo tanto, consideramos que para estudiar con mayor profundidad el efecto de la lactilación inducida por ejercicio en tejido muscular y hepático, siendo este un campo de estudio inexplorado, podemos utilizar el modelo de cultivo celular in vitro de músculo e hígado para simular farmacológicamente las condiciones celulares de ejercicio, lo que además facilitaría evaluar el efecto de diferentes concentraciones y tiempos de incubación de lactato en la lactilación total y por inmunoprecipitación poder discernir de manera específica si las proteínas de la vía de señalización a la insulina IR, IRS y Akt son lactiladas y en que medida esto afecta su función induciendo el estado de resistencia a la insulina. Se utilizarán las líneas celulares C2C12 (mioblastos) y C9 (células epiteliales hepáticas); mismas que se cultivarán en medio DEMEM o F-12K respectivamente suplementado con 10% de suero fetal bovino, 250 ng/ml de anfotericina, 100 g /ml de estreptomina y 100 UI/ml de penicilina. Se mantendrán en incubación en 5% de CO₂ a 37 °C. Una vez que las cajas cultivo lleguen a una confluencia del 80%, las células se pasaran a cajas con diferente número de pozos. Una vez los pozos alcancen el 80% de confluencia, se descartará el medio completo y se mantendrán en medio sin suero por 6 horas para posteriormente realizar los experimentos de generación de mimetismo de los efectos del ejercicio como se indica:

- 1: sin insulina
- 2: Insulina 100 nM x 10 minutos
- 3: Cafeína 5 mM x 6 horas
- 4: Cafeína 5 mM x 6 horas + Insulina 100 nM x 10 minutos
- 5: Lactato de sodio 10 mM x 24 horas
- 6: Lactato de sodio 10 mM x 24 horas + Insulina 100 nM x 10 minutos
- 7: Lactato de sodio 10 mM x 24 horas + Cafeína 5 mM x 6 horas
- 8: Lactato de sodio 10 mM x 24 horas + Cafeína 5 mM x 6 horas + Insulina 100 nM x 10 minutos

Inmunoprecipitación y Western blot

Al finalizar cada experimento las células se lavarán con buffer de fosfatos para después colectarse en buffer de inmunoprecipitación para lisarlas y ser expuestas al anticuerpo conjugado a agarosa; las muestras para western blot serán lisadas en buffer Laemmli. Las muestras serán cargadas en geles de poliacrilamida al 10% para realizar una electroforesis; al terminar, serán transferidas a membranas PVDF. Las membranas ya con las proteínas celulares serán incubadas con los anticuerpos primarios como se describe a continuación:

- a) Detección de lactilación del receptor de insulina (RI). Se utilizará un anticuerpo contra el RI conjugado a agarosa para inmunoprecipitar y posteriormente identificar el nivel de lactilación con el anticuerpo anti-L-Lactil lisina.
- b) Detección lactilación del sustrato del receptor de insulina 1 (IRS-1). Se utilizará un anticuerpo contra el IRS conjugado a agarosa para inmunoprecipitar y posteriormente identificar el nivel de lactilación con el anticuerpo anti-L- Lactil lisina.
- c) Detección de Akt total y de pAktSer473 por Western Blot. Se utilizarán anticuerpos que reconocen las tres isoformas de Akt (Akt-1/2/3) y la serina473 de Akt (pSer473-Akt-1/2/3).

d) Detección de Actina (control de carga). Los anticuerpos primarios se incubarán durante toda la noche, luego se lavarán e incubarán con anticuerpos secundarios conjugados con la peroxidasa del rábano durante 1h. La señal de los anticuerpos será detectada por quimioluminiscencia.

Análisis estadístico

El promedio de las intensidades de los blots se analizará mediante ANOVA de una vía utilizando como prueba estadística Dunnet del programa PRISMA, versión 9.0. Todos los casos, el valor de $p < 0.05$ se considerará estadísticamente significativo. Estos datos se normalizarán utilizando el control o las respuestas a la insulina y la media $\pm$ el error estándar se mostrará como resultado de por lo menos tres experimentos individuales.

4.6. BIBLIOGRAFÍA

1. Alberti K, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome—a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabetic Medicine*. 2006;23:469-480. doi:10.1155/2010/307409
2. Park TG, Hong HR, Lee J, Kang HS. Lifestyle plus exercise intervention improves metabolic syndrome markers without change in adiponectin in obese girls. *Ann Nutr Metab*. 2007;51(3):197-203. doi:10.1159/000104137
3. Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018.; 2018. Accessed October 19, 2021. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_informe_final.pdf
4. Seo DY, Kwak HB, Kim AH, et al. Cardiac adaptation to exercise training in health and disease. *Pflugers Arch*. 2020;472(2):155-168. doi:10.1007/s00424-019-02266-3
5. Stanford KI, Middelbeek RJW, Goodyear LJ. Exercise effects on white adipose tissue: Beiging and metabolic adaptations. *Diabetes*. 2015;64(7):2361-2368. doi:10.2337/db15-0227
6. Lambert MI. General adaptations to exercise: Acute versus chronic and strength versus endurance training. In: *Exercise and Human Reproduction: Induced Fertility Disorders and Possible Therapies*. Springer New York; 2016:93-100. doi:10.1007/978-1-4939-3402-7_6
7. Zhang D, Tang Z, Huang H, et al. Metabolic regulation of gene expression by histone lactylation. *Nature*. 2019;574(7779):575-580. doi:10.1038/s41586-019-1678-1
8. Liu X, Zhang Y, Li W, Zhou X. Lactylation, an emerging hallmark of metabolic reprogramming: Current progress and open challenges. *Front Cell Dev Biol*. 2022;10. doi:10.3389/fcell.2022.972020
9. Galle E, Wong CW, Ghosh A, et al. H3K18 lactylation marks tissue-specific active enhancers. *Genome Biol*. 2022;23(1). doi:10.1186/s13059-022-02775-y
10. Chen AN, Luo Y, Yang YH, et al. Lactylation, a Novel Metabolic Reprogramming Code: Current Status and Prospects. *Front Immunol*. 2021;12. doi:10.3389/fimmu.2021.688910
11. Brooks GA, Osmond AD, Arevalo JA, et al. Lactate as a myokine and exerkine: drivers and signals of physiology and metabolism. *J Appl Physiol (1985)*. 2023;134(3):529-548. doi:10.1152/japophysiol.00497.2022
12. Gutiérrez-Rodelo C, Roura-Guiberna Jesús Alberto Olivares-Reyes A, Alberto Olivares-Reyes J. Mecanismos Moleculares de la Resistencia a la Insulina: Una Actualización. *Gac Med Mex*. 2017;153:214-242. <http://www.idf.org>
13. Maschari D, Saxena G, Law TD, Walsh E, Campbell MC, Consitt LA. Lactate-induced lactylation in skeletal muscle is associated with insulin resistance in humans. *Front Physiol*. 2022;13. doi:10.3389/fphys.2022.951390

14. Chen X, Huang W, Zhang J, et al. High-intensity interval training induces lactylation of fatty acid synthase to inhibit lipid synthesis. BMC Biol. 2023;21(1). doi:10.1186/s12915-023-01698-9
15. Wang Y, Chen L, Zhang M, et al. Exercise-induced endothelial Mecp2 lactylation suppresses atherosclerosis via the Ereg/MAPK signalling pathway. Atherosclerosis. 2023;375:45-58. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2023.05.009
16. Carter S, Solomon TPJ. In vitro experimental models for examining the skeletal muscle cell biology of exercise: the possibilities, challenges and future developments. Pflugers Arch. 2019;471(3):413-429. doi:10.1007/s00424-018-2210-4
17. Nalbandian M, Takeda M. Lactate as a signaling molecule that regulates exercise-induced adaptations. Biology (Basel). 2016;5(4) doi:10.3390/biology5040038

5. REGISTRO DE ASOCIADOS

5.1. PARTICIPANTE(S) DE LA UABC (Intrainstitucional)

No. de empleado: 14618
Nombre: GUSTAVO MARTINEZ CORONILLA
Grado máximo obtenido: MAESTRIA
Unidad académica donde labora: UNIDAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
Nombramiento: 111, TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. B
Cuerpo Académico: PATOGÃ%NESIS MOLECULAR
Grado de consolidación: EN FORMACION
Correo electrónico: gustavoj@uabc.edu.mx,gustavoj@uabc.edu.mx
Describir su responsabilidad en las actividades a desarrollar como parte del equipo de trabajo:
Seguimiento de los participantes y pruebas antropométricas.

No. de empleado: 21885
Nombre: HIRAM JAVIER JARAMILLO RAMIREZ
Grado máximo obtenido:
Unidad académica donde labora: FACULTAD DE MEDICINA
Nombramiento: 987, SUB - DIR. ESCUELA
Cuerpo Académico: PATOGÃ%NESIS MOLECULAR
Grado de consolidación: EN FORMACION
Correo electrónico: 21885@uabc.edu.mx
Describir su responsabilidad en las actividades a desarrollar como parte del equipo de trabajo:
Análisis de datos clínicos

No. de empleado: 22472
Nombre: JAVIER ARTURO HALL LOPEZ
Grado máximo obtenido: DOCTORADO
Unidad académica donde labora: FACULTAD DE DEPORTES (MEXICALI)
Nombramiento: 112, TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. C
Cuerpo Académico: CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÃ•SICA Y DEPORTE
Grado de consolidación: EN CONSOLIDACION
Correo electrónico: javierhall@uabc.edu.mx,
Describir su responsabilidad en las actividades a desarrollar como parte del equipo de trabajo:
Prescripción del entrenamiento y análisis de datos

No. de empleado: 23044
Nombre: PAULINA YESICA OCHOA MARTINEZ
Grado máximo obtenido: DOCTORADO
Unidad académica donde labora: FACULTAD DE DEPORTES (MEXICALI)
Nombramiento: 112, TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. C
Cuerpo Académico: CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÃ•SICA Y DEPORTE
Grado de consolidación: EN CONSOLIDACION
Correo electrónico: pochoa@uabc.edu.mx,
Describir su responsabilidad en las actividades a desarrollar como parte del equipo de trabajo:
Seguimiento del entrenamiento y pruebas de capacidad aeróbica

No. de empleado: 27214

Nombre: ANA GABRIELA LEIJA MONTOYA

Grado máximo obtenido:

Unidad académica donde labora: UNIDAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Nombramiento: 111, TC PROF.R.ORD.CARR.TIT.N. B

Cuerpo Académico: PATOGÑ%NESIS MOLECULAR

Grado de consolidación: EN FORMACION

Correo electrónico: 27214@uabc.edu.mx

Describir su responsabilidad en las actividades a desarrollar como parte del equipo de trabajo:

Ensayos de lactilación

Alguno de los integrantes del cuerpo académico tiene la intención de presentar su solicitud de ingreso al S.N.I: NO

5.2. PARTICIPANTE(S) EXTERNO(S) DE LA UABC (Interinstitucional y/o internacional)

Nombre: JESÚS ALBERTO OLIVARES REYES

Institución: CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN

País: MÉXICO

Teléfono: 52-55-57473951

Correo: jolivare@cinvestav.mx

Participa en la RED:

Describir su responsabilidad en las actividades a desarrollar como parte del equipo de trabajo:

Apoyo en el análisis de expresión de proteínas y lactación

Alguno de los Asociados Externos Pertenecen a un Cuerpo Académico o Grupo de Investigación en la Institución a la que pertenece: SI

Indique el(los) Nombre(s) de los Cuerpos o Grupos:

CINVESTAV-CA-10 Resistencia a la insulina en el síndrome metabólico y la diabetes mellitus tipo II

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

DURACIÓN DEL PROYECTO

No.Descripción de Actividades	BIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Aprobación del protocolo por el comité de ética	X											
2 Selección de participantes	X											
3 Evaluación inicial de parámetros antropométricos y bioquímicos			X									
4 Diseño del plan de entrenamiento			X									
5 Capacitación de los estudiantes de servicio y becarios			X									
6 Inicio del protocolo de entrenamiento				X								
7 Adquisición de reactivos			X	X				X	X			
8 Seguimiento del protocolo de entrenamiento				X		X		X				
9 Seguimiento de parámetros antropométricos y bioquímicos				X		X		X				
10 Procesamiento de muestras para Western Blot					X		X		X			
11 Análisis de datos de participantes					X					X		
12 Presentación de resultados en un congreso					X					X		
13 Preparación de manuscrito para publicación indizada					X					X		
14 Envío de manuscrito para publicación indizada						X				X		
15 Organización de actividad de divulgación					X						X	
16 Realización de actividad de divulgación						X						X
17 Titulación de estudiante de maestría												X
18 Cierre del proyecto												X

7. REQUERIMIENTOS FINANCIEROS

GASTO CORRIENTE	1er Año	2do Año	TOTAL (\$)
Trabajo de Campo	0	0	
Materiales y Consumibles	20000	20000	40000
Adquisición de Reactivos	100000	100000	200000
Traducción de Artículos	0	0	
Divulgación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación	10000	10000	20000
Eventos Académicos	20000	40000	60000
Pago de Becas	30000	30000	60000
Pago de Artículos (JCR, SCOPUS)	35000	35000	70000
Adquisición de Equipo (Capítulo 5000 del Gasto)	0	0	
Construcción de Infraestructura (Capítulo 6000 del Gasto)	0	0	
TOTAL:	215000	235000	450000

NOTAS:

* Con base en las recomendaciones de los Comités de Evaluación y los recursos disponibles, se aprobarán propuestas que no rebasen un monto de \$600,000.00 pesos por proyecto (seiscientos mil pesos 00/100 M.N.) y que tengan duración de dos años.)

* Se deben destinar entre \$12,000.00 y \$24,000.00 pesos del presupuesto solicitado para la divulgación social de la ciencia, tecnología e innovación, que consiste en divulgar el proyecto a un público no académico. En el informe final se deberá entregar el probatorio correspondiente debidamente firmado por la persona responsable que recibe la divulgación.

* Se limitará hasta un máximo de \$ 80,000.00 pesos (ochenta mil pesos 00/100 M.N.) del presupuesto solicitado para la participación en eventos académicos. No se considerará el otorgamiento de apoyos para asistencia a congresos o eventos a los miembros externos a UABC.

* Se podrán incluir gastos para pago de becas mensuales (capítulo 4000 del gasto) de hasta \$4,000.00 pesos (cuatro mil pesos 00/100 M.N.) para estudiantes de licenciatura o posgrado, siempre y cuando no cuenten con beca CONAHCYT vigente.

* Se podrá utilizar el recurso de la convocatoria en materiales y suministros (capítulo 2000 del gasto) y servicios generales (capítulo 3000 del gasto).

* Se podrá considerar la adquisición de equipo (capítulo 5000 del gasto) y construcción de infraestructura (capítulo 6000 del gasto) hasta por un 50% del monto máximo del presupuesto del proyecto.

* Si el presupuesto está considerado en dos años, el remanente del primer año no podrá ser utilizado en el siguiente año.

* La unidad académica en donde se encuentre el CA responsable del proyecto será la encargada de la administración del recurso y de coordinarse, en su caso, con las otras unidades académicas participantes.

* El ejercicio de los recursos deberá realizarse en el periodo de febrero a octubre de cada uno de los años del apoyo.

* Las transferencias entre subcuentas solamente serán autorizadas para casos extraordinarios y plenamente justificados y en el año correspondiente, y de ninguna manera se autorizarán reducciones en el monto de las becas. No se considerarán pagos retroactivos en ningún caso.

* El ejercicio del recurso de los proyectos aprobados estará sujeto a la disponibilidad presupuestaria del año en el que se prevé su gasto, por lo que sus efectos estarán condicionados a la existencia de los recursos presupuestarios respectivos, sin que la falta de entrega de éstos origine responsabilidad alguna para las partes. Así mismo, si por causa de fuerza mayor, caso fortuito, contingencia económica o cualquier motivo que lo justifique no fuera posible la entrega de los recursos comprometidos, la institución no tendrá responsabilidad alguna. Cualquier pacto en contrario a lo dispuesto en este párrafo se considerará nulo.

8. JUSTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS FINANCIEROS

Describir explícitamente la distribución congruente del presupuesto y su relación con los objetivos, metas y actividades del proyecto. Una vez aprobada la programación del presupuesto, no podrá modificarse su estructura.

*** Trabajo de Campo:**

*** Materiales y Consumibles:**

Adquisición de material deportivo a utilizar en el entrenamiento concurrente, así como de material consumible de laboratorio (tubos, puntas para micropipetas, jeringas, entre otros)

*** Adquisición de Reactivos:**

Compra de insumos y material de laboratorio, compra de reactivos para detección de química sanguínea, kits para detección de insulina, lactato, reactivos para SDS-PAGE y western blot, anticuerpos específicos, reactivos para inmunoprecipitación.

*** Traducción de Artículos:**

*** Divulgación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación (Consiste en divulgar el proyecto a un público no académico, previa revisión y visto bueno de la Coordinación General de Extensión de la Cultura y Divulgación de la Ciencia):**

Elaboración de material didáctico para la divulgación de los resultados de investigación en la Semana de la Divulgación de Ciencias, Humanidades y Artes organizada por la Coordinación de Extensión de la Cultura y Divulgación de la Ciencia de la UABC, así como en la Feria de las Ciencias de la Actividad física y Deporte organizada por la Facultad de Deportes.

*** Eventos Académicos (especificar los montos de acuerdo al número de salidas):**

Pago de cuotas de inscripción, boleto de avión y viáticos correspondientes a un congreso nacional para presentar los resultados preliminares en el 2025 y para un congreso internacional en el 2026 para la difusión de los resultados del proyecto ante pares académicos.

*** Pago de Becas a Estudiantes de Licenciatura o Posgrado:**

Pago de becas mensuales para dos estudiantes de licenciatura (uno de cada facultad participante).

*** Pago de Artículos indexados preferentemente en JCR, o en su defecto, SCOPUS, y que estén relacionados con los resultados de la investigación:**

Gastos de publicación de dos artículos en revistas indexadas.

*** Adquisición de Equipo (Capítulo 5000 del Gasto):.**

*** Construcción de Infraestructura (Capítulo 6000 del Gasto):**

9. USUARIO POTENCIAL Y ARCHIVO ANEXO AL PROYECTO

9.1 USUARIOS POTENCIALES:

Usuario: Hospital General de Mexicali
Responsable: Diego Fernando Ovalle Marroquin
Dirección: Calle del hospital sn, centro civico
Teléfono: 686 556 1123
Correo: ensenanzahgmxl@gmail.com

Entregar físicamente al Departamento de Apoyo a la Docencia y la Investigación del campus correspondiente:

1. Oficio firmado por todas las directoras o los directores de las unidades académicas participantes en el que se haga la presentación y se avale la propuesta del proyecto, especificando el nombre de los involucrados en el proyecto (miembros del CA e investigadores asociados)
2. Carta compromiso firmada por el responsable técnico.
3. Carta de intención de participación de los asociados externos (en caso de tenerlos)
4. Comprobantes de fondos concurrentes (en caso de tenerlos)

COMENTARIOS ADICIONALES

ESTA PROPUESTA NO INCLUYE DOCUMENTO ANEXO