



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias de la Salud

Trabajo Fin de Grado

Efectividad de la dieta y la actividad física en la diabetes gestacional: una revisión bibliográfica

Alumno: Morrugares-Sicilia, Paula

Tutor: Profa. Dra. Lavilla-Lerma, María Leyre

Dpto: Ciencias de la Salud

Mayo, 2022

ÍNDICE

GLOSARIO.....	1
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
Diabetes Mellitus.....	4
Diabetes Gestacional.....	4
Metabolismo de la glucosa.....	7
Actividad física.....	13
Repercusiones del ejercicio físico en el embarazo.....	14
La dieta mediterránea.....	16
Requerimientos nutricionales durante el embarazo.....	18
OBJETIVOS	20
MATERIAL Y MÉTODOS.....	21
Fecha y bases de datos.....	21
Criterios de inclusión.....	21
Criterios de exclusión.....	21
Estrategia de búsqueda.....	22
RESULTADOS.....	26
DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35

GLOSARIO

DM: Diabetes Mellitus

AA: Aminoácidos

G-6-P: Glucosa-6-fosfato

F-G-P: Fructosa 6-fosfato

F1,6-P: Fructosa-6-difosfato

FFA: Ácidos grasos libres

TCA: Ciclo de los ácidos tricarboxílicos

TAG: Triacilglicerol

OOA: Oxalacetato

CC: Cuerpos cetónicos

ATP: adenosín trifosfato

ADP: adenosín difosfato

GA3P: gliceraldehído 3-fosfato

DHAP: dihidroxiacetona fosfato

1-3BPG: del 1,3-bisfosfoglicerato

3PG: 3-fosfoglicerato

PEP: ácido fosfoenolpirúvico

NADH: nicotamida adenina dinucleótico

OMS: Organización Mundial de la Salud

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

RESUMEN

La diabetes gestacional es una patología que ha ido en aumento a lo largo de los años, entre otros factores, ha provocado el aumento de la aparición de casos en los que los recién nacidos han presentado diabetes a consecuencia del sedentarismo y de la escasa información en cuanto a la alimentación materna en el ámbito sanitario hacia las mujeres embarazadas. A esto se le suma la pandemia actual de la COVID-19, en el que muchas de las mujeres han estado en reposo durante el embarazo, lo cual puede agravar esta situación.

En el presente trabajo, una búsqueda bibliográfica, se analizan las medidas que previenen la aparición de esta patología. También se estudia sobre la influencia de la vida sedentaria y los malos hábitos alimenticios que hace que aparezca esta enfermedad transitoria durante el periodo de gestación. Con esta revisión se persigue conocer la influencia que aporta un control en la toma de los carbohidratos y una disminución de las grasas saturadas en combinación con actividad física en el decrecimiento de la incidencia de la Diabetes Mellitus Gestacional.

Para ello, se ha realizado una búsqueda en las bases de datos PubMed y Scopus usando las palabras clave *Gestational Diabetes*, *nutrition therapy*, *exercise* y *pregnancy*. Se han incluido ensayos clínicos aleatorizados y ensayos multicéntricos publicados en los últimos 10 años, en cualquier idioma. Las palabras clave usadas en esta revisión son Diabetes Mellitus, actividad física, dieta y efectividad.

Se incluyen 10 artículos en esta revisión; 8 ensayos clínicos aleatorios y 2 estudios multicéntricos. La gran mayoría de los estudios señalan unos resultados positivos a favor del grupo de intervención en cuanto al nivel de grasa corporal, nivel de glucosa en ayunas y un descenso del aumento del peso gestacional y, por tanto, de la calidad de vida de las gestantes y de los recién nacidos.

La combinación de la dieta con la actividad física tiene efectos favorables en pacientes con Diabetes Mellitus Gestacional. Estos programas que compaginan las dos vertientes disminuyen la probabilidad de padecer esta alteración de la salud optimizando las condiciones de vida de las pacientes en un largo periodo de tiempo, reduciendo así la posibilidad de que sus descendientes padezcan Diabetes Mellitus tipo 2 a lo largo de la infancia.

ABSTRACT

The Gestational Diabetes is a pathology that has been increasing over the years, among others factors, it has caused the increase in the appearance of cases in which newborns have presented diabetes as a result of sedentary lifestyle and the lack of information regarding maternal nutrition in the health field towards pregnant women. Added to this is the current COVID-19 pandemic, in which many of the women have been at rest during pregnancy, which can aggravate this situation.

In the present work, a bibliographic search, the measures that prevent the appearance of this pathology are analysed. It also studies the influence of a sedentary lifestyle and poor eating habits on the appearance of this transitory disease during the gestation period. The aim of this review is to determine the influence of controlling carbohydrate intake and reducing saturated fats in combination with physical activity in reducing the incidence of Gestational Diabetes Mellitus.

For this purpose, a search was carried out in the PubMed and Scopus databases using the keywords Gestational Diabetes, nutrition therapy, exercise and pregnancy. Randomised clinical trials and multicentre trials published in the last 10 years, in any language, were included. The keywords used in this review are Diabetes Mellitus, physical activity, diet and effectiveness.

Ten articles are included in this review; eight randomised clinical trials and two multicentre studies. The vast majority of studies show positive results in favour of the intervention group in terms of body fat level, fasting glucose level and a decrease in gestational weight gain and thus quality of life of pregnant women and newborns.

The combination of diet and physical activity has favourable effects on patients with Gestational Diabetes Mellitus. These programmes that combine the two aspects reduce the probability of suffering from this health disorder by optimising the patients' living conditions over a long period of time, thus reducing the possibility of their offspring suffering from type 2 Diabetes Mellitus during childhood.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus (DM) se puede definir como una enfermedad de características endocrino-metabólicas, poligénica, en la que un grupo de patologías provocan una hiperglucemia, desencadenada por la destrucción de las células beta del páncreas, sin la secreción correspondiente de insulina o bien, por resistencia a las hormonas con alteración de la secreción de ella. Esto desencadena una intolerancia hacia los hidratos de carbono. (1)

Diabetes tipo 1

Este tipo de diabetes está caracterizada por la producción de insulina deficiente; por lo que el individuo debe de administrarse esta hormona diariamente. A día de hoy, la causa es desconocida y tampoco existen medidas para prevenirla. Algunos de los síntomas son la poliuria, polidipsia, bajada de peso, hambre constante, cansancio y problemas visuales. Cualquiera de estos síntomas puede presentarse súbitamente. Esta patología se puede diagnosticar mediante un análisis de sangre.

Diabetes tipo 2

Caracterizada por un uso ineficaz de la insulina por parte del organismo. Es el tipo de diabetes más frecuente (un 95%) y se debe normalmente a la obesidad y al sedentarismo. Los síntomas son similares a los de la diabetes tipo 1 aunque son menos intensos. Esto provoca que la enfermedad pueda diagnosticarse algunos años después de la presentación de los síntomas, incluso cuando ya existan algunas complicaciones. También se diagnostica con análisis de sangre. Se pueden tomar medidas para retrasar padecer diabetes tipo 2, como bajar de peso, realizar actividad física o una dieta restringiendo el consumo de calorías.

Diabetes gestacional:

La diabetes gestacional es aquella que desarrollan las mujeres durante el periodo de gestación. Suele aparecer en el segundo o tercer trimestre; sobre la semana 24-28. Esta puede provocar problemas en la salud del feto y de la madre. Es la patología metabólica más usual en el embarazo y existe un aumento en la morbilidad fetal y materna. Se diagnostica con la prueba de O 'Sullivan, que es una prueba de sobrecarga oral. Esta enfermedad puede reducirse y/o evitarse con un control adecuado y preventivo. Actualmente, la diabetes gestacional es cada

vez más común en el periodo de gestación ya que hay un incremento de la obesidad en la población; otro aspecto a destacar es la edad avanzada de la mujer en el embarazo. Las complicaciones más frecuentes en el embarazo con diabetes gestacional es el aumento de tamaño del feto para la edad gestacional, preeclampsia, polihidramnia, muerte fetal y morbilidad neonatal. Otro de los efectos de esta patología es que los niños tienen un riesgo mayor a desarrollar obesidad, alteraciones del metabolismo debido a los hidratos de carbono y desarrollar un síndrome metabólico cuando llegan a la edad adulta. (1)

En la actualidad, aproximadamente el 1% de las embarazadas cursan diabetes antes de quedarse embarazadas y alrededor de un 12% presentan esta patología durante el embarazo. Los factores de riesgo que hacen que las mujeres tengan más probabilidad de desenmascarar esta enfermedad durante el embarazo son: sobrepeso u obesidad, haber tenido diabetes gestacional en embarazos previos, tener antecedentes familiares, haber tenido un hijo anterior con peso mayor a 4 kg en el momento del nacimiento, edad de la gestante mayor de 35 años. (2)

Diagnóstico de la diabetes gestacional:

La diabetes gestacional es una enfermedad que no presenta síntomas y es muy importante diagnosticarla; para ello se procede a someter al organismo a una sobrecarga de glucosa mediante el test de O 'Sullivan.

Este test se realiza haciendo una determinación de la glucemia tras tomar 50 gramos de glucosa, se extrae sangre (no hace falta realizarla en ayunas). Se dará el resultado como positivo si es $\geq 140\text{mg/dl}$ y se realizará la sobrecarga larga. La sobrecarga larga es la que nos dará el diagnóstico. Se toman 100g de glucosa y se realizarán cuatro extracciones de sangre. Será positiva si en dos o más extracciones está elevado el nivel de glucosa. Estas mediciones se harán siguiendo los siguientes puntos:

-Basal: 105 mg/dl

-60 min: 190 mg/dl

-120 min: 165 mg/dl

-180 min: 145 mg/dl

Normalmente, esta prueba se realiza entre las 24-28 semana gestacional, pero, si la mujer posee factores de riesgo, está recomendado desde el primer trimestre de embarazo. (3)

Repercusiones de la diabetes mellitus en el embarazo

-Repercusiones para la gestante: puede presentar infecciones urinarias, polihidramnia, candidiasis, hipertensión y parto prematuro.

-Repercusiones en el feto y neonato: aborto y/o malformaciones fetales y crecimiento intrauterino retardado en el caso de que la madre presente problemas vasculares secundarios a la diabetes. También pueden aparecer macrosomías, pérdida del bienestar fetal anteparto o intraparto, miocardiopatías e inmadurez fetal mostrada como síndrome de distrés respiratorio o debido a alteraciones en el metabolismo. (4)

Consecuencias de la diabetes gestacional

Para la gestante, es una patología que no provoca síntomas graves a corto plazo; pero para el feto, al que le llega un exceso de glucosa, le ocurre lo mismo que a una persona que coma más de lo debido, por lo que puede provocarle obesidad. Esto no significa que el feto sea grande, sino que es un feto con obesidad y puede ocasionar un aumento de la probabilidad de presentar enfermedades metabólicas en la infancia y cuando sea adulto

La consecuencia más frecuente es la suma de los problemas en el parto, porque si el feto es de un tamaño mayor al normal, dificulta el parto. La diabetes gestacional también está relacionada con problemas de hipertensión. (5)

Padecer diabetes gestacional tiene consecuencias a largo plazo; ya que nos sirve de marcador precoz de futuras alteraciones del metabolismo de la madre, y aparecerán años después. Estas se pueden evitar si se mejora el estilo de vida, dieta y teniendo un equilibrio de peso.

Adaptaciones metabólicas de la glucosa en el embarazo

En los dos primeros trimestres del embarazo, se aumenta el incremento de peso de la madre, y con ello el depósito de grasa. Los tejidos tienen una sensibilidad normal en el embarazo, o en ocasiones, se encuentra aumentada. El crecimiento fetal y la placenta son dos conceptos que requieren mucho consumo de glucosa.

Durante el último trimestre, esta sensibilidad disminuye, ya que los tejidos necesitan menos cantidad de glucosa.(6) Figura 1

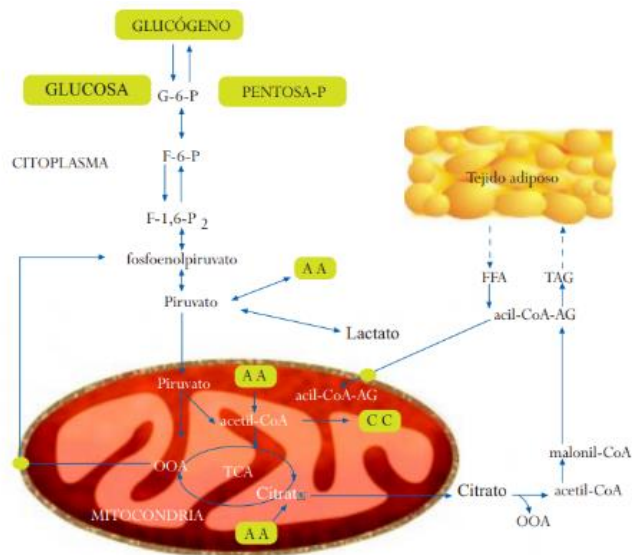


Figura 1: Vías metabólicas de la glucosa. AA, aminoácidos; G-6-P, glucosa-6-fosfato; F-6-P, fructosa 6-fosfato; F1,6-P, fructosa-6-difosfato; FFA, ácidos grasos libres; TCA, ciclo de los ácidos tricarboxílicos; TAG, triacilglicerol; OOA, oxalacetato; CC, cuerpos cetónicos. (7)

Para que la madre tenga una resistencia adecuada a la insulina, debe incrementar las hormonas de la prolactina, el lactógeno placentario y la hormona del crecimiento placentario humano. (4)

Metabolismo de la glucosa

El glucógeno está formado por una cadena inicial de 13 residuos de glucosa (α -D-glucopiranosas) unidos por enlaces O-glucosídicos $\alpha(1\rightarrow4)$, esa cadena presenta 2 puntos de ramificación que se unen a la cadena principal mediante enlaces $\alpha(1\rightarrow6)$, en esos dos puntos de ramificación se unen otras cadenas de 13 glucosas unidas mediante enlaces $\alpha(1\rightarrow4)$, estas nuevas cadenas tienen otros dos puntos de ramificación cada una, etc. La molécula de glucógeno presenta numerosos extremos no reductores (uno al final de cada ramificación).

Biosíntesis de la glucosa

El cerebro y el sistema nervioso central requieren de glucosa como única o principal fuente de carbono, lo mismo ocurre en la médula renal, los testículos o los eritrocitos. Hay situaciones fisiológicas en las que se agota tanto la glucosa procedente de la dieta como la procedente de los depósitos celulares, en esas circunstancias las células animales deben ser capaces de

sintetizar glucosa a partir de otros precursores y de mantener la concentración sanguínea de glucosa dentro de unos rangos estrechos, tanto para asegurar el funcionamiento normal del cerebro y del sistema nervioso central y para proporcionar precursores para el almacenamiento de glucógeno en otros tejidos. La gluconeogénesis es una ruta anabólica en la que se obtiene glucosa a partir de precursores no glucídicos de 3 o 4 átomos de Carbono (cómo mínimo, tres carbonos), que pueden ser:

- Piruvato/Lactato, que se producen fundamentalmente en músculo esquelético y eritrocitos.
- “Aminoácidos glucogénicos” generados a partir de las proteínas ingeridas en la alimentación o a partir de la degradación de proteínas musculares durante periodos de inanición.
- La alanina, producida en la unidad muscular mediante el ciclo glucosa/alanina.
- El propionato, derivado de la degradación de ácidos grasos con un número impar de átomos de carbono y aminoácidos.
- El glicerol, procedente del catabolismo de las grasas (TAG).

El principal órgano que produce glucógeno en los animales es el hígado, aunque también se realiza a pequeña escala en la corteza renal. La gluconeogénesis tiene lugar principalmente en el citosol y una parte en la mitocondria.

Glucólisis (8)

El término glucólisis descende de las palabras griegas que significan “glucosa” y “romper” y es la ruta principal del catabolismo de los hidratos de carbono. La glucólisis consiste en que una molécula de glucosa (6 C) se convierte en dos moléculas de piruvato (3C) y parte de la energía almacenada en 3 la glucosa se utiliza para la síntesis de 2 moléculas de ATP y 2NADH+2H⁺ . Es una ruta anaeróbica, es decir, no necesita oxígeno para llevarse a cabo. Fases de la glucólisis La glucólisis consta de 10 reacciones catalizadas enzimáticamente, que se pueden subdividir en 2 fases:

- 1ª fase: fase de las hexosas o fase preparativa (5 primeras reacciones), en la que la glucosa (6C) se fosforila y se rompe en dos azúcares fosfato de tres carbonos (2 moléculas de gliceraldehído 3-P) con gasto de dos moléculas de ATP.

- 2ª fase: fase de las triosas, fase productiva o de generación de energía (5 últimas reacciones), en las que las 2 moléculas de gliceraldehído 3-P se convierten en 2 moléculas de piruvato generando 4 moléculas de ATP, mediante fosforilaciones a nivel de sustrato, y equivalentes de poder reductor en forma de NADH (2 moléculas).

Papel de los grupos fosfato en la glucólisis: Todos los metabolitos de la glucólisis, excepto la glucosa y el piruvato están fosforilados. La presencia de grupos fosfato en los intermediarios de la glucólisis obedece a tres razones (fundamentalmente):

1º. Los grupos fosfato participan en las transferencias de energía que tienen lugar durante esta ruta. Durante la glucólisis se forman compuestos de “alta energía”, como el 1,3 BPG y PEP que posteriormente donan los grupos fosforilo al ADP para generar ATP (fosforilación a nivel de sustrato).

2º. Los grupos fosfato actúan como grupos de reconocimiento para la unión de los enzimas. Además, esos grupos fosfato van unidos a iones Mg^{+2} , que los estabilizan y también estabilizan a las enzimas.

3º. Impedir que salgan de la célula: a pH 7 los grupos fosfato están ionizados (tienen carga negativa) y la membrana celular es impermeable a las moléculas cargadas, lo que impide la salida de los intermediarios fosforilados (las membranas no poseen transportadores específicos para los azúcares fosforilados), así la célula no tiene que gastar energía en retenerlos en su interior.

Descripción de la glucólisis (9)

Etapas de la primera fase: fase de inversión de energía.

La finalidad de esta fase es la de convertir la glucosa (6C) en dos triosas fosfato, para lo cual la estrategia que va a seguir consiste en unir un grupo fosfato en cada extremo de la molécula, para, a continuación, escindir la molécula por la mitad y originar dos moléculas de 3 carbonos unidas cada una a un grupo fosfato. Esta fase consta de 5 reacciones:

1.- Fosforilación de la α -D-glucosa, en el C6, dependiente de ATP y catalizado por la hexoquinasa, dando α -D-glucosa 6-P. La reacción es dependiente de iones magnesio (Mg^{+2}), ya que la forma reactiva del ATP es su complejo quelado con Mg^{+2} . Es una reacción irreversible en la que el grupo fosforilo y del ATP se desplaza al átomo de oxígeno del C6 de la glucosa. La fosforilación

ocurre siempre en grupos –OH. D-glucosa + ATP → G-6-P + ADP. Las quinasas también se llaman ATP fosfotransferasas y transfieren un grupo fosfato desde el ATP hasta un sustrato. La hexoquinasa es un enzima que puede fosforilar cualquier hexosa además de glucosa, así que puede actuar sobre manosa y fructosa, permitiendo la incorporación de estos azúcares a la ruta glucolítica.

2. Isomerización de la G-6-P en fructosa-6-P (conversión de aldosa en cetosa). En las siguientes reacciones se va a unir un segundo grupo fosfato en el carbono 1, pero no puede unirse al C1 de la glucosa 6 fosfato (porque ya hemos dicho que los grupos fosfato se unen a grupos –OH), por lo que tiene que ocurrir una transformación o isomerización antes. El –OH del carbono 2 debe pasar al C1 y el grupo ceto del C1 pasará al 2. Se trata de una reacción reversible y catalizada por la fosfoglucoisomerasa. $G-6-P \leftrightarrow Fru-6-P$

3. Fosforilación de F-6-P en F-1,6-bisfosfato consumiendo ATP (no se llama fructosa-6-difosfato porque los grupos fosfato no están unidos entre sí, sino que están unidos a átomos de carbono diferentes). También se requieren iones Mg^{+2} . Es una reacción irreversible en condiciones normales, en la que tiene lugar el cambio de un grupo fosfato del ATP al C-1 de la fructosa 6-fosfato dando lugar a la fructosa 1,6-bisfosfato. Está catalizada por la fosfofructoquinasa-1 (PFK-1). $Fru-6-P + ATP \rightarrow Fru-1,6-BP + ADP$

4. Escisión de la molécula de F-1,6-bisfosfato en dos triosas fosfato. La enzima aldolasa cataliza la ruptura del enlace entre el C-3 y el C-4 generando dos triosas fosfato, se llama aldolasa porque produce una rotura aldólica, ya que aparece un aldehído. De la ruptura surgen: Gliceraldehído 3-fosfato (aldosa proviene de los carbonos 4 al 6 de la F 1,6-bisfosfato) y dihidroxiacetona fosfato (cetosa que proviene de los carbonos 1 al 3 de la F 1,6-bisfosfato). Esta reacción es reversible. $Fru-1,6-BP \leftrightarrow GA3P + DHAP$

5. Isomerización de la dihidroxiacetona fosfato en gliceraldehído 3-fosfato. Esta reacción, catalizada por la triosa fosfato isomerasa, es necesaria puesto que sólo el GA3P puede seguir la vía glucolítica. Este enzima cataliza el paso del grupo carbonilo central de la DHAP a un extremo, formando GA3P. Esta reacción también es reversible. $DHAP \leftrightarrow GA3P$ Con esto, terminaría la primera fase de la glicolisis, en la cual, desde de una molécula de glucosa se han formado dos moléculas de GA3P, consumiéndose para ello dos ATP.

Etapas de la segunda fase: proceso de obtención de energía.

Comprende desde las reacciones 6 a la 10, partimos de una molécula de gliceraldehído-3-P (GA3P), aunque hay que tener en cuenta que, de una molécula de glucosa se obtienen 2 de GA3P y, por lo tanto, dos moléculas de piruvato.

6. Formación del primer compuesto de alta energía. Esta es la reacción principal de la glucólisis, es la reacción en la que se genera toda la energía que produce la glucólisis puesto que se genera un compuesto rico en energía (1,3-BPG), el cual hay que transformar al máximo para extraer de él toda la energía que posee.

En esta reacción el grupo aldehído se oxida para dar un grupo carboxilo, parte de la energía liberada en la oxidación del grupo aldehído se utiliza para unir al carbono 1 una molécula de fosfato inorgánico que se toma del medio. Como resultado se origina el 1,3 bisfosfoglicerato que es un compuesto fosfato con alta energía y tiene un potencial de transferencia de grupos fosfato muy elevado (más que el ATP). Es una reacción reversible que está catalizada por la GA-3P-deshidrogenasa que usa como coenzima el NAD⁺, que capta los electrones procedentes de la oxidación y se reduce hasta NADH, de manera que se generarán 2 NADH a partir de cada molécula de glucosa. $GA3P + NAD^+ + P_i \leftrightarrow 1,3BPG + NADH + H^+$

7. Transferencia del fosfato de alta energía que pasa al ADP para formar ATP. Esta reacción, está catalizada por la fosfoglicerato quinasa, es una fosforilación a nivel de sustrato, donde el grupo fosfato del carbono 1 del 1,3-bisfosfoglicerato pasa al ADP, generándose ATP, el compuesto resultante es el 3-fosfoglicerato (3PG). El nombre de la enzima es opuesto al de la reacción en el sentido en que la estamos escribiendo, porque es una reacción reversible. $1,3BPG + ADP \leftrightarrow 3PG + ATP$, Por tanto, podemos ver que el 1,3-bisfosfoglicerato solamente actúa como intermediario en la transferencia de la energía liberada en la oxidación del aldehído (para formar un grupo carboxilo) hasta la fosforilación a nivel de sustrato del ADP (para generar ATP).

A continuación, se van a producir una serie de reacciones encaminadas a rentabilizar la energía que le queda a esta molécula (3PG). Para eso antes hay que reorganizar esta molécula para dar un compuesto a partir del cual se pueda sintetizar ATP. Esa reorganización se va a hacer en dos etapas, que son las reacciones 8 y 9.

8. Paso del 3-fosfoglicerato en 2-fosfoglicerato, consiste en el paso del grupo fosfato del C3 al C2. Es una reacción reversible catalizada por la 3-fosfoglicerato mutasa. $3PG \leftrightarrow 2PG$

9. Deshidratación del 2-fosfoglicerato a fosfoenolpiruvato. Una enolasa (que genera un enlace enol) elimina una molécula de agua (deshidratación) (quita un átomo de hidrógeno del carbono 2 y un -OH del carbono 3), formándose fosfoenolpiruvato, que es otro compuesto que puede aportar gran cantidad de energía al liberar su grupo fosfato, tiene un potencial de transferencia de grupos fosfato muy alto (más que el ATP), es el segundo compuesto fosfato rico en energía de la ruta. $2PG \leftrightarrow PEP + H_2O$

10. Transferencia del fosfato al ADP para generar ATP y piruvato. Esta reacción, está catalizada por la piruvato quinasa, es la segunda fosforilación a nivel de sustrato, donde el grupo fosfato del PEP pasa al ADP y se genera el producto final de la glucólisis, el piruvato. El nombre de la enzima es contrario al de la reacción, aunque en condiciones celulares es una reacción prácticamente irreversible: $PEP + ADP \rightarrow \text{Piruvato} + ATP$

Balance energético de la glucólisis: Lo primero que entra en la ruta, es una molécula de glucosa. En la primera fase, entraron dos moléculas de ATP. En la segunda fase, entraron dos moléculas de NAD^+ , dos moléculas de fosfato ($2P_i$) y 4 moléculas de ADP. De la glucólisis salen dos moléculas de piruvato (producto final), dos moléculas de ADP de la primera fase, $2NADH + 2H^+$, cuatro ATP y dos moléculas de agua. El rendimiento neto sería: $\text{Glucosa} + 2 \text{ ADP} + 2 P_i + 2 NAD^+ \rightarrow 2 \text{ Piruvato} + 2 \text{ ATP} + 2 H_2O + 2 NADH + 2 H^+$

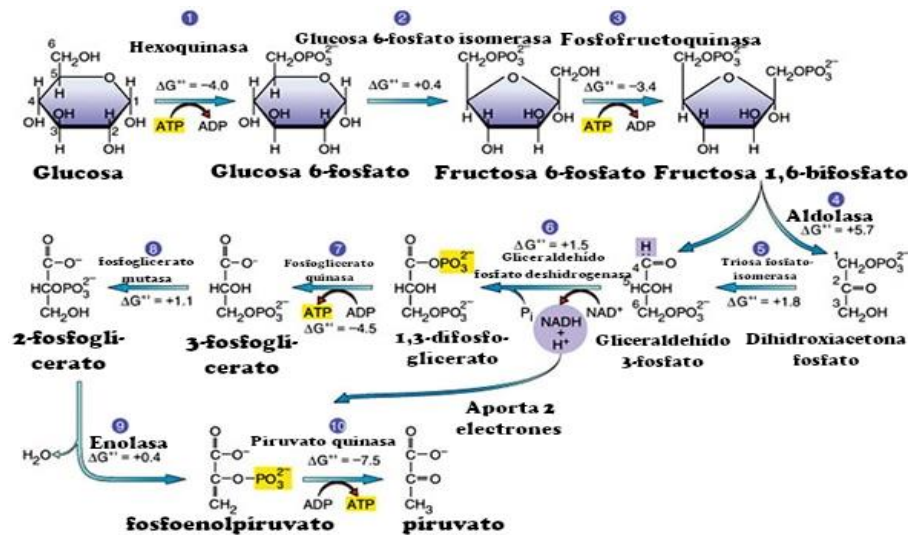


Figura 2: glucólisis (42)

Actividad física: la Organización Mundial de la Salud (OMS) describe la actividad física como “cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía”. Esto incluye a todo tipo de movimiento, incluso cuando el individuo permanece en su tiempo de ocio, el desplazamiento hacia otros lugares o como forma de trabajo de una persona. Todo tipo de actividad física conlleva una mejora en la salud, ya que colabora a la prevención y control de las patologías cardíacas, accidentes cerebrovasculares, cáncer, hipertensión y salud mental, entre otros. (10)

Las mujeres, durante el embarazo deberían realizar actividad física aeróbica al menos durante 150 minutos a la semana, disminuir las actividades sedentarias y fortalecer su musculatura. Con la actividad física aminora el riesgo de padecer preeclampsia, diabetes gestacional hasta un 30%; también reduce las complicaciones en el transcurso del parto, depresión postparto. (10)

Se aconseja realizar ejercicio aeróbico con intensidad moderada y siempre con ejercicios de poco impacto. Lo aconsejable es practicar deporte entre 3 y 5 días cada semana y con una duración comprendida entre 30 y 45 minutos. Si ocurre alguna complicación como sangrado vaginal, inicio de contracciones, dificultad respiratoria, mareo, dolor en la parte torácica hay que interrumpir el ejercicio.

El ejercicio físico mejora la salud materna y la salud fetal; mejora en la higiene postural, colabora en la prevención del dolor y prepara a la mujer para el momento del parto y postparto; previene la hipertensión o la preeclampsia, ayuda a la obtención de energía y con ello, hace que la mujer pueda disfrutar más del embarazo, controla el excedente de peso y mejora el estado de ánimo. En numerosos estudios se muestra que la actividad física en la primera mitad de la gestación decrece en un 50% el riesgo de padecer diabetes gestacional. (11)

Repercusiones del ejercicio físico en el embarazo

El entrenamiento específico de la zona pélvica previene las disfunciones del suelo pélvico y cabe destacar la incontinencia urinaria sobre éstas. Los ejercicios que se realizan son los de Kegel, que mejoran la concienciación de los músculos pélvicos que se realizan por medio de contracciones activas. Las contracciones pueden ser rápidas o lentas e incluye diferentes posturas como sentado, de pie, en cuclillas, en cuadrupedia...

En cuanto a los miembros superiores, es necesario el estiramiento de los abductores de la escápula y los rotadores de hombro porque es significativo el evitar la hiperflexión de la muñeca para disminuir lo máximo posible el riesgo de compresión del túnel del carpo.

Si hablamos de los miembros inferiores, debemos evitar posiciones de hiperflexión de rodilla por lo que tendremos que fortalecer los músculos de la rodilla.

Los cambios cardiovasculares son significativos. El ejercicio moderado reduce el riesgo de preeclampsia ya que estimula el crecimiento de la placenta y la vascularización. (12)

El ejercicio regular aumenta la VO₂max y descende la frecuencia cardíaca, por lo que proporciona mayor capacidad aeróbica y de la resistencia al realizar ejercicio. (12)

Los beneficios más relevantes al realizar actividad física durante el embarazo son: evitan el dolor lumbar, mejora de las capacidades cardiopulmonares y metabólicas, por lo que disminuye el riesgo de que contraigan diabetes gestacional, beneficios a la hora del parto, reduce la fatiga a la hora de llevar a la práctica actividades de la vida diaria, control en el peso de la madre y el feto, disminuye el riesgo de padecer ansiedad y depresión. (13)

Dieta: se puede definir como al hábito alimenticio que tiene una persona. Existen numerosas dietas, como la vegetariana, la mediterránea o las dietas para adelgazar, entre otras (3). Para realizar una dieta correcta y saludable, debe ser completa, conteniendo todos los nutrientes; equilibrada, inocua (que no suponga riesgos para la salud); suficiente, cubriendo todos los tipos de nutrientes necesarios en cada rango de edad y características del individuo, variada y adecuada. (14)

Tener una buena alimentación siempre es importante y aún más durante el embarazo. Algunas de las indicaciones que podemos pautar para una embarazada que padezca diabetes gestacional son:

- Comer de forma regular, realizando tres comidas principales y otras dos más ligeras e intermedias a estas
- Evitar alimentos que contengan muchas calorías, grasas o azúcar
- Consumir fibra presente en legumbres, fruta y verdura (al menos 3 veces al día)
- Comer productos lácteos, preferiblemente desnatados o semidesnatados
- Frutos secos oleaginosos como nueces, almendras o avellanas
- Se desaconseja el consumo de rebozados y empanados. Para ello, se puede sustituir por especias.
- Consumir agua para tener una hidratación adecuada.
- Evitar alimentos precocinados y procesados.



Figura 3: gráfico de una dieta equilibrada. Elaboración propia. (15)

	PROHIBIDOS. SOLO COMER OCASIONALMENTE	Son alimentos con baja densidad nutricional y que contienen muchas calorías. Snacks, dulces, caramelos, bollería...
	COMER CON MODERACIÓN	Son alimentos cuyo valor calórico es medio o alto como lo son las carnes, quesos, pan, legumbres...
	COMER A DIARIO	Alimentos que tienen alto valor nutricional y bajo calórico como las frutas, las verduras, la leche

Figura 4: semáforo de alimentación. Elaboración propia. (16)

La dieta mediterránea: la dieta mediterránea es algo más que la pauta nutricional, que aparte de ser rica y saludable, sigue con un estilo de vida en el que se recoge de forma equilibrada formas del cocinado, costumbres, uso de los alimentos típicos de la zona y actividad. Entre los numerosos beneficios de esta dieta, podemos incluir el tipo de grasa por la que está caracterizada; el aceite de oliva, frutos secos y el pescado. Otra de sus características es el uso de la proporción de los nutrientes en sus recetas, como la de los cereales y vegetales que son la base de los platos y la carne o productos similares que se utilizan como complemento. También cabe destacar sus ricos micronutrientes como el empleo de la verdura de cada temporada, condimentos y hierbas aromáticas. La UNESCO reconoció esta dieta como representativa a nivel de la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. (17)

Esta dieta tiene numerosos beneficios para la salud, como el descenso de desarrollar diabetes mellitus tipo 2, hipertensión y tener el colesterol alto; por lo que aminora el riesgo de padecer patologías cardíacas. Aumenta la esperanza de vida y disminuye el riesgo de desarrollar sobrepeso (18)



Figura 5: pirámide de la dieta mediterránea (19)

La pirámide de los alimentos: la Organización Mundial de la Salud (OMS) realiza estudios constantemente sobre el consumo alimenticio. La última actualización se realizó en 2020 y se organiza de la siguiente forma:

-Base de la pirámide: consiste en un estilo de vida saludable. Como realizar ejercicio físico 1 hora al día, mantener una correcta salud mental, hidratación del organismo, con un consumo de 4 a 6 vasos de agua diarios.

-Nivel 1: este es el nivel principal; estos alimentos deben consumirse en todas las comidas principales del día. Estos alimentos son la harina, pasta, arroz, patata.

-Nivel 2: frutas y verduras 5 raciones al día y que estén incluidas en las comidas principales. También se integra en este nivel los aceites vegetales, como el aceite de oliva.

-Nivel 3: proteínas y lácteos, que son esenciales para la creación de fibra muscular y el aumento del tono muscular. En este nivel se encuentran los lácteos, en los que se indica que deben ser consumidos de 2 a 3 veces al día- Entre las proteínas se encuentran las del pescado, pollo, huevo y grano consumidos preferiblemente entre 1 a 3 veces al día.

-Nivel 4 y 5: productos ocasionales. Estos deben consumirse moderadamente y de forma opcional. Estos son: las carnes rojas, bebidas alcohólicas, postres, mantequillas. (20)

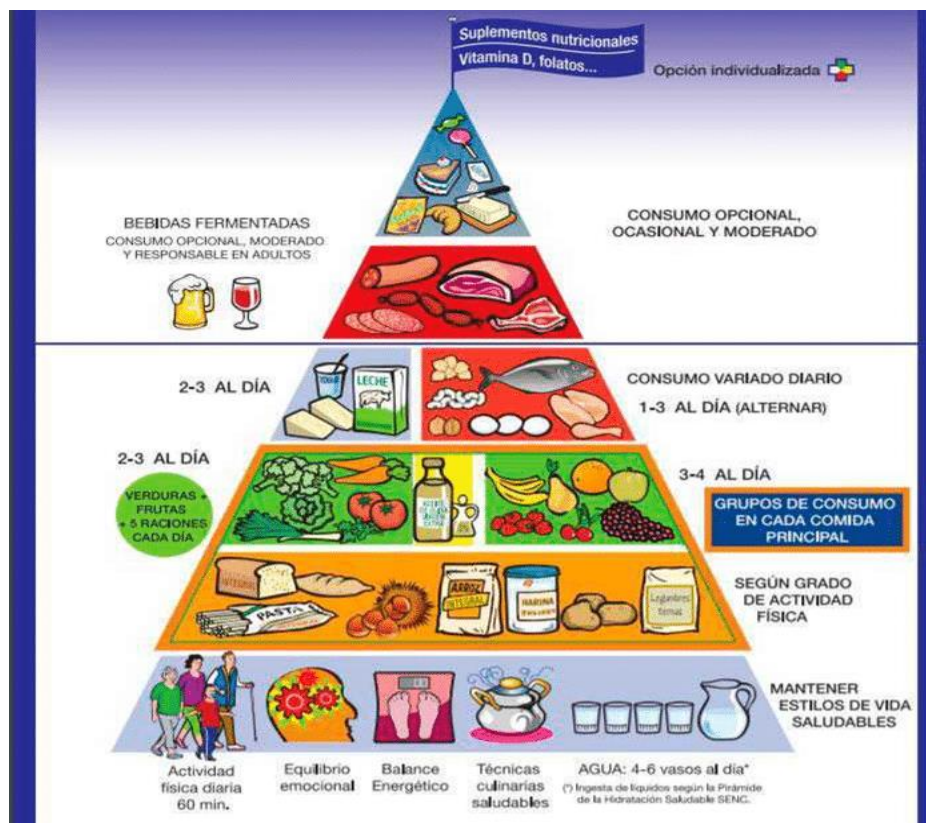


Figura 6: pirámide de alimentación saludable (21)

Requerimientos nutricionales durante el embarazo: durante el embarazo, se debe incrementar de forma paulatina el consumo de energía en las comidas.

-Proteínas: son importantes para la formación fetal y para el crecimiento de órganos maternos, como el útero. Los principales alimentos son los productos lácteos, proteínas animales, cereales y proteínas de origen vegetal. El consumo de estos alimentos debe aumentar sobre todo en el último trimestre gestacional.

-Hidratos de carbono: son los responsables de proveer de energía al organismo. Son la fuente principal de energía durante todo el embarazo; alrededor del 50-60%.

-Lípidos: se debe controlar su ingestión y potenciar el consumo de alimentos con omega-3 como las nueces y pescado azul. Son esenciales en el tercer trimestre, que es cuando se desarrolla el cerebro.

-Calcio: es necesario para la formación ósea. Se deben tomar unos 1200 mg al día. Esto se consigue tras la ingesta diaria de medio litro de leche, dos raciones de queso, un yogur, una ración de legumbres, tres piezas de fruta y alimentos ricos en calcio como las almendras o las avellanas.

-Ácido fólico: importante desde la preconcepción hasta la semana 12 de gestación. Esta vitamina es esencial a la hora de prevenir defectos en el tubo neuronal en el bebé. En el primer trimestre se recomienda tomar suplementos de esta vitamina de 400 µg/día. Los alimentos ricos en ácido fólico son las verduras, legumbres y frutas.

-Vitamina D: vital para el desarrollo óseo. Estos alimentos son el pescado y huevos. Pero la fuente principal de vitamina D la encontramos en la exposición controlada al sol. (22)

Situación actual de la diabetes gestacional: actualmente, en los países mediterráneos existen tasas elevadas de diabetes gestacional. Entre los factores de riesgo principales están la edad gestacional superior a 30 años, obesidad, tener precedentes personales o familiares, embarazos previos con diabetes, la multiparidad, hijos previos que en su nacimiento hayan tenido peso elevado o la propia madre tener un peso elevado, menarquia tardía u ovarios poliquísticos. (23)

Actualmente en España, alrededor del 50% de la población posee alguno o varios de estos factores de riesgo y, según el número de datos que ha recogido el Grupo Español de Diabetes y Embarazo, entre el 3 al 18% de las mujeres españolas embarazadas presentan diabetes gestacional. (23)

En Andalucía, no se han efectuado estudios para conocer la repercusión de la diabetes gestacional desde 1997, el cual se desarrolló en Pizarra (Málaga) (24) en el que se mostró una prevalencia superior del 10,4% con los criterios para su diagnóstico de la OMS de 1985. Este estudio se desarrolló en una localidad pequeña, por lo que hay importantes dificultades para importar estos datos a la población andaluza general.

La prevalencia de la diabetes gestacional varía dependiendo de la población. En España es del 4.5 al 16.1%; mientras que en Andalucía su prevalencia se estima alrededor del 8%. Aunque a día de hoy no existan estudios que muestren la incidencia, se puede observar un aumento altamente progresivo en la aparición de esta patología debido a que cada vez hay más embarazadas que poseen uno o varios de los factores de riesgo de esta enfermedad y un incremento de la vida sedentaria en la población española. (25)

OBJETIVOS

Pregunta de investigación

La pregunta de investigación a la que se quiere asignar una respuesta con la presente análisis de la literatura científica es: ¿Es efectiva la combinación de una dieta saludable con actividad física en pacientes con Diabetes Gestacional? Con esto, se quiere saber si la fusión de ambas terapias es eficaz en términos de niveles metabólicos y en el control de la patología.

Objetivo general

La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo principal el evaluar la efectividad de fusionar la dieta con la actividad física en pacientes con Diabetes Mellitus Gestacional.

Objetivos específicos

Si se desglosan los términos específicos, se pueden distinguir los siguientes apartados:

1. Revisar las causas de la aparición de la Diabetes Gestacional
2. Analizar los posibles síntomas en pacientes que presenten esta patología
3. Evaluar el impacto de la disminución en el consumo de carbohidratos y grasas saturadas en la salud y en el sistema metabólico de las pacientes
4. Aprender la repercusión del aumento del ritmo en la actividad física diaria en cuanto a la aparición y control de la Diabetes
5. Considerar cuáles son las características que debe tener un programa de tratamiento en el control de la prevención de esta enfermedad.
6. Concienciar a las mujeres en la realización de estas terapias para hacer mejoras en su calidad de vida y del bebé que esperan

MATERIAL Y MÉTODOS

Fecha y bases de datos

Se realizó una revisión de la literatura fundamentada en ensayos clínicos aleatorizados y ensayos controlados aleatorios multicéntricos. Se ha cursado una metodología sistemática en la revisión de la literatura. De igual forma, se consultaron varias páginas web de organismo oficiales e internacionales de salud como OMS, GEDE, SED, SEGO

La investigación de la información se ha llevado a cabo entre los meses de enero y febrero del año 2022.

Las bases de datos para efectuar esta búsqueda han sido PubMed y Scopus.

Criterios de inclusión

- Estudios en los que se cumple un programa combinado de dieta y ejercicio en personas con Diabetes Mellitus Gestacional.
- Tipos de artículos: ensayo clínico, ensayo controlado aleatorio
- Idiomas: cualquier idioma
- Estudios realizados en seres humanos, mujeres
- Fecha de publicación: últimos 10 años

Criterios de exclusión

- Artículos duplicados
- Artículos en los que el programa de prevención utilizado no se adapte a lo deseado en este trabajo
- Estudios que no estén completos o que estén mal documentados
- Artículos en los que no se haya podido acceder a la lectura del texto completo mediante los recursos de la Universidad de Jaén.

Estrategia de Búsqueda

A continuación, se especificará el sistema de búsqueda realizada en las diferentes bases de datos seleccionadas. Se ha realizado la búsqueda a través de sistema “PICO” en el que las condiciones son las siguientes

-Población: diabetes gestacional

-Intervención: dieta

-Comparación: ejercicio

-Consecuencia: efectividad

CONDICIONES	ESPAÑOL	INGLÉS DeCS	MESH	Entry Terms
POBLACIÓN	Diabetes gestacional	Gestational diabetes	Gestational diabetes	Gestational diabetes GDM
INTERVENCIÓN	Dieta	Nutrition	-nutrition therapy	Nutritional supplements Dietary supplements Supplementation
COMPARACIÓN	Ejercicio físico	Exercise	-Exercise	-exercises -physical activity Training
OUTCOME	Efectividad	Effectiveness	Effectiveness	Effectiveness

Tabla 1: sistema PICO de la búsqueda realizada. Elaboración propia

PubMed

Para la investigación realizada se han empleado términos Gestational Diabetes (MESH), y términos clave incluidos como MESH como es el caso de “nutrition therapy”, “exercise” y “pregnancy”. Se han empleado varias cajas de búsqueda diferentes, desplegadas en la tabla 1.

Los límites usados han sido:

- Tipos de artículos: ensayo clínico, ensayo controlado aleatorio
- Idiomas: cualquier idioma
- Estudios realizados en seres humanos, mujeres
- Fecha de publicación: últimos 10 años ya que se encuentran más actualizados.

Scopus

Para la investigación realizada en Scopus los términos MESH utilizados fueron: physical activity, diet, pregnancy y gestational diabetes.

Los límites empleados han sido:

- Tipo de estudios: ensayo clínico y ensayo controlado aleatorio
- Idioma: cualquier idioma
- Fecha de publicación: últimos 10 años
- Sexo: mujeres

PubMed	(exercise[mh] OR physical activity[tiab] OR training[tiab]) AND (diet[mh] OR nutritional supplements[tiab] OR dietary supplements[tiab] OR supplementation[tiab]) AND (gestational diabetes[mh] OR GDM[tiab] OR pregnancy[tiab]) AND (diabetes[mh] OR diabetes[tiab]) AND (Effectiveness[mh] OR effectiveness[tiab])
Scopus	((("exercise" OR "physical activity" OR "training") AND ("diet" OR "nutritional supplements" OR "dietary supplements" OR "supplementation") AND ("gestational diabetes" OR "GDM" OR "pregnancy") AND ("diabetes" OR "diabetes mellitus")))) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Human"))

Tabla 2: búsqueda en bases de datos con términos MESH

Selección de los artículos

La búsqueda en las bases de datos de PubMed y Scopus han aportado un total de 93 artículos. En la presente revisión se han integrado 10 resultados, de los cuales 8 son ensayos controlados y 2 ensayos aleatorios multicéntricos, ya que eran los únicos que respetaban los criterios de inclusión y eran acordes al tema estudiado. Los detalles de la selección se muestran en la figura

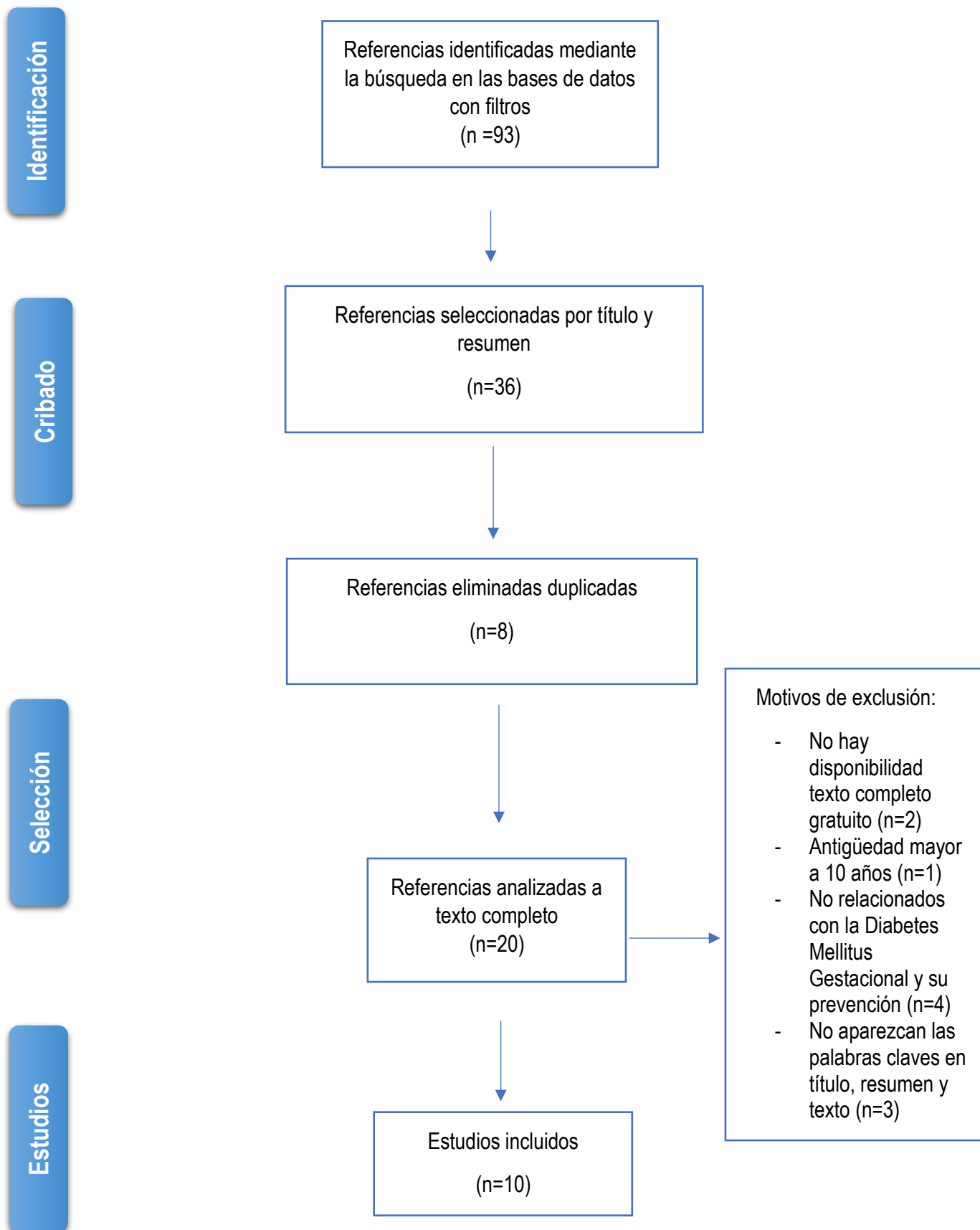


Figura 7. Diagrama de flujos de las búsquedas realizadas en las bases de datos Pubmed y Scopus.

RESULTADOS

A continuación se expondrán los resultados encontrados en los estudios seleccionados para la revisión.

	tipo de estudio	Muestra	Intervención	Mediciones realizadas	Resultados
Antoun E et al (2020)	Ensayo controlado aleatorio	N= 557 GI= 263 GC=294 Gestantes entre la 27 y 28 semanas de embarazo	GI= dieta de bajo índice glucémico + actividad física	Prueba de tolerancia oral a la glucosa	Hay un impacto epigenético de un ambiente materno prenatal disglucémico modificado por la variación en el estilo de vida en el embarazo
Atakora L et al (2020)	Ensayo controlado aleatorio	N=1555 GI=783 GC=772 Embarazadas entre 27 ⁺⁰ y 28 ⁺⁶ semanas de gestación	GI= intervención de estilo de vida desde el embarazo temprano (intervención conductual) GC= atención prenatal estándar	Prueba de tolerancia oral a la glucosa	Las pautas dadas a las mujeres son efectivas para limitar el aumento de peso, reduciendo así el riesgo de resultados desfavorables para la salud de ambos

Broekhuizen K et al (2018)	Ensayo controlado aleatorio multicéntrico	N=435 AP=110 HE=114 HE+PA= 107 AH= 104 Gestantes con mayor riesgo de DMG en entornos de atención primaria y secundaria en 9 países europeos	HE: dieta (promoción de una alimentación saludable) AP: Actividad física aeróbica y resistencia HE+PA: dieta+ actividad física AH= Atención habitual	Peso gestacional, medición de glucosa en ayunas y homa-IR, mediciones antropométricas y de laboratorio. Cuestionario EQ-5D-3L de calidad de vida	Se encontró que una intervención de HE+PA es más rentable en comparación con la atención habitual en mujeres con mayor riesgo de DMG que una intervención de HE solamente o PA solamente.
Bruno R et al (2016)	Ensayo controlado aleatorio	N=131 GI=69 SC= (atención estándar) 62 Mujeres de 9-12 semanas de embarazo con IMC $\geq 25 \text{ kg/m}^2$.	GI= dieta hipocalórica baja en grasas + actividad física SC= consejos de estilo de vida en alimentación y ejercicio	Prueba de tolerancia oral a la glucosa	La adhesión una dieta personalizada, baja en calorías y grasas saturadas cuando se inicia al principio del embarazo evade la aparición de DMG em gestantes con IMC $\geq 25 \text{ kg/m}^2$
Flynn AC (2016)	Ensayo controlado aleatorio	N=1023 GI=519 GC=504 Mujeres entre las 5 ⁺⁰ -18 ⁺⁶ semanas de gestación	GI= intervención conductual de asesoramiento de dieta y actividad física GC= atención prenatal estándar sin información adicional	Prueba de tolerancia oral a la glucosa, evaluación de la ingesta dietética	La dieta mejoró los patrones dietéticos y se señaló que se asocian al mayor riesgo de DMG, aunque se reconoce que los cambios en la actividad física y en la dieta no son fáciles de mantener

Hui AL et al (2014)	Ensayo controlado aleatorio	N=113 GC=56 GI=57 Mujeres con <20 semanas de embarazo	GI= programa de ejercicios semanal aeróbico + consultas dietéticas GC= atención prenatal estándar e información actualizada sobre la actividad física y la alimentación saludable	Cuestionario de actividad física y registro de alimentos. Medición de peso, altura e IMC	La intervención en el estilo de vida redujo significativamente el aumento excesivo de peso gestacional y el aumento de peso gestacional y el peso al nacer en el bebé
Jelsma J et al (2013)	Ensayo aleatorizado multicéntrico	N= 880 HE=110 PA=110 HE+PA=110 Grupo Control=110 HE+PA+vitamina D=110 HE+PA+placebo=110 Vitamina D sola=110 Placebo solo=110 Mujeres con riesgo de DMG (IMC $\geq$ 29 (kg/m ²)) antes de las 19 ⁺⁶	HE= alimentación saludable PA= actividad física HE+PA= actividad física+ alimentación saludable Grupo Control= información estándar HE+PA+vitamina D= de 1600 UI de vitamina D/día HE+PA+placebo= (placebo vitamina D)	Peso gestacional, IMC, pliegues subcutáneos, prueba de tolerancia oral a la glucosa, analítica de sangre, biopsias placentarias. Evaluación de la cantidad de actividad física (PPAQ), cuestionario de factores psicosociales	La combinación de prevenir el aumento excesivo de peso gestacional, optimizando la actividad física y la alimentación saludable junto con ingesta de vitamina D, mejora la sensibilidad a la insulina y previene un aumento de glucosa en la sangre. Reduce el riesgo de

		semanas de gestación	Vitamina D sola= de 1600 UI de vitamina D/día Placebo solo= tabletas de Devaron		macrosomía en el bebé y el futuro sobrepeso u obesidad y DM.
Liang Z et al (2020)	Ensayo controlado aleatorio	N=1180 GI=586 GC=594 Gestantes con DMG previa o alta susceptibilidad genética propensas a desarrollar DM2	GI= Ingesta de dieta de calorías, grasas, carbohidratos, fibra y actividad física específicas GC= información general oral y escrita de la conciencia de la diabetes, dieta y actividad física	Prueba de tolerancia oral a la glucosa	La intervención en el estilo de vida modificó el efecto genético sobre los cambios en los marcadores glucémicos entre las mujeres con DMG previa. Incluso dos años después siguieron siendo significativos.
Petrella E et al (2014)	Ensayo controlado aleatorio	N=61 GC=28 GI=33 Embarazadas con IMC > 25	GI=Dieta comprendida entre 1500 kcal/día en tres comidas principales y 3 intermedias + programa de actividad física GC= recibieron un folleto nutricional sobre el estilo de vida	Prueba de tolerancia oral a la glucosa, peso gestacional y medida de tensión	El aumento de peso gestacional fue mucho menor; la DMG, hipertensión gestacional y el parto prematuro también fueron significativamente más bajos

Simmons D et al (2016)	Ensayo controlado aleatorio	N=436	HE: dieta	Mediciones	La combinación
		HE (alimentación saludable): 113 AP (actividad física): 110 CU (atención habitual): 105 HE+PA: 108 Mujeres embarazadas consecutivas a <20 semanas de gestación con un índice de masa corporal (IMC) de $\geq 29 \text{ kg/m}^2$ y sin DMG	(alimentos con menos carbohidratos, menos grasa, mayor fibra y proteína y menos calorías totales) AP: Actividad física aeróbica y resistencia CU: tratamiento asistencial habitual HE+PA: dieta+ actividad física	antropométricas y análisis de sangre. Pruebas de glucosa: OGTT Pruebas de insulina: ADVIA Altura y peso: SECA	de HE+PA limitó el aumento del peso gestacional pero no redujo la glucemia en ayunas. Los cambios en el estilo de vida tienen poca probabilidad de reducir el riesgo de sufrir DMG en mujeres con IMC $>29 \text{ kg/m}^2$

Tabla 3: resultados desglosados de cada uno de los artículos revisados. Elaboración propia

DISCUSIÓN

Son numerosos los estudios que aclaran los numerosos beneficios para la salud de las personas con un patrón dietético como la Dieta Mediterránea y un estilo de vida saludable asociado. Si se centra en una situación específica como es la Diabetes Gestacional, se puede conseguir mantener un embarazo saludable evitando padecer esta patología. Esto supone una estrategia en la salud pública que debería ser implementada en un futuro próximo o incluso en la actualidad.

En el estudio de Simmons D et al en 2016 (26) se describe que en la mayoría de las intervenciones que se realizan de manera intensiva basadas en entrevistas dan como resultado unas mejoras sustanciales en el estilo de vida aunque si se aplica la actividad física o la alimentación saludable de forma única no tienen ningún efecto beneficioso sobre el aumento del peso gestacional o sobre los resultados metabólicos. En el estudio de Antoun et al en 2020 (27) refiere que en estudios importantes realizados hasta la fecha en los que se han estudiado los cambios en el ADN del feto con respecto a la exposición por parte de la madre a la diabetes en mujeres obesas, que son un grupo de alto riesgo, atenúan el metabolismo la exposición de la gestante a la intervención combinada en una dieta baja tanto en calorías como en grasas combinadas con actividad física.

En el artículo realizado por Lian Z et al en 2020 (29) se expone que otros autores concluyen que la intervención en el estilo de vida interactúa de manera significativa con el CDKAL1 relacionada con la DMG sobre cambios en la resistencia a la insulina en gestantes con DMG previa en ensayos aleatorizados de 2 años.

En cuanto al estudio de Bruno R et al en 2016 (28), se indica que en estudios anteriores se ha deducido que las intercesiones en el estilo de vida podrían mejorar algunos resultados en el embarazo en gestantes con sobrepeso y obesidad; aunque ningún estudio ha evaluado si esta adherencia referida a la nutrición saludable podría influir en los resultados en este tipo de población.

En el ensayo de Atakora L et al en 2020 (30), refleja que en estudios previos en mujeres con IMC heterogéneos, han deducido que las mujeres sin Diabetes Mellitus Gestacional aumentan más de peso que las mujeres con esta patología. En un estudio estadounidense de 89 mujeres, Chakkalakal et al. En 2019 dataron que las mujeres con DMG aumentaron de peso a una tasa más baja que las mujeres sin DMG ($0,30 \pm 0,28$ kg / semana vs $0,53 \pm 0,28$ kg / semana, $p = 0,001$) (36). Del mismo modo, las mujeres con DMG ganaron menos peso total que las mujeres sin DMG en un estudio de 212 mujeres australianas, cuando se evaluó el peso en los dos últimos trimestres (DMG: 1,18 kg (1,6%) frente a no DMG: 4,0 kg (4,8%), $p < 0,001$) (37)

En el estudio de Petrella E et al en 2014 (33), refiere que numerosas intervenciones y resultados de varios estudios, concluyen que a día de hoy no hay suficiente evidencia para recomendar cualquier intervención para evitar el exceso de peso en el embarazo aunque en el estudio citado anteriormente, los resultados sugieren que la promoción de actividad física junto con la restricción de calorías puede prevenir este aumento de peso. Flynn Ac en 2016 (32) refiere que su estudio está de acuerdo con el estudio australiano LIMIT(38), en el que se aplica un índice dietético en embarazadas con sobrepeso u obesidad para promover patrones dietéticos y en el que se mostró que las mujeres que siguen los consejos en el estilo de vida muestran una mejora altamente significativa en el índice glucémico durante el embarazo

Hui Al et al en 2014 (31) reflejan que los estudios de Polley et al (39) y Wolff et al (40) describieron que el asesoramiento en la dieta redujo significativamente la GWG en mujeres embarazadas con obesidad, pero no afectó la tasa de EGWG entre el grupo de control y el grupo de intervención en otro ensayo controlado aleatorio.

En el estudio de Broekhuizen K et al realizado en 2018 (34) refiere que en el estudio de Oostdam et al. (41), encontraron que una intervención de promoción de la actividad física para embarazadas con mayor riesgo de Diabetes Mellitus Gestacional no es rentable si se compara con la atención habitual para la glucosa en ayunas, la sensibilidad a la insulina, el peso al nacer y los años de vida ajustados por calidad.

Jelsma J et al realizado en 2013 (35) cita su estudio es el único que desarrolla medidas preventivas para disminuir la aparición de la diabetes, usando la actividad física y la alimentación saludable con un añadido, la vitamina D. La vitamina D mejora la sensibilidad a la insulina y detiene el aumento de la glucosa en sangre, lo que evita la aparición de macrosomía en el feto y la futura obesidad o diabetes.

Después de haber analizado intensivamente cada uno de los artículos, se puede concluir que todos están de acuerdo en que, los programas de intervención en los que se combinan la ingesta de una dieta como es la dieta mediterránea, que es la más equilibrada en cuanto al consumo de grasas saturadas y carbohidratos; combinada con la realización de actividad física moderada como por ejemplo la caminata, reducen significativamente el riesgo de padecer diabetes mellitus gestacional, así como aminorar el aumento excesivo de peso gestacional y el peso del bebé, disminuye el riesgo de macrosomías y sobre todo de que el recién nacido padezca sobrepeso u obesidad y con ello que desarrolle diabetes mellitus tipo 2 a lo largo de su vida.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la gran mayoría de los trabajos científicos revisados, se puede determinar que la Diabetes Mellitus gestacional es una enfermedad derivada en gran parte por adoptar una vida sedentaria y por no tener una alimentación adecuada. En general, las mujeres que poseen esta enfermedad, son aquellas que tienen un índice de masa corporal superior a 30 y, por lo cual, presentan obesidad. También se ve un claro aumento de esta probabilidad en mujeres con hipertensión arterial y se suma el riesgo de poder padecer diabetes futura.

Cuando una gestante la padece, se pueden dar numerosas complicaciones como son el exceso de peso del bebé al nacer, hay mayor probabilidad de tener un parto prematuro y los bebés tienen un mayor riesgo de padecer diabetes tipo 2 en la infancia.

En todos los artículos que han sido revisados en este trabajo, se describe que, siguiendo una alimentación baja en grasas y reduciendo el consumo de carbohidratos, es posible controlar el curso de esta enfermedad y se observa que, cumpliendo estas pautas, se consigue una mejora en el sistema metabólico de la mujer y del bebé y con ello, una mejoría en la calidad de vida de ambos repercutiendo favorablemente a la salud.

Por otro lado, en numerosos artículos se menciona que hay que mantener un nivel de actividad física diaria porque esta ayuda al reducir la glucemia y se mejora la sensibilidad a la insulina. La actividad física también ayuda a evitar los frecuentes dolores de espalda, la distensión en los músculos abdominales y la sensación de hinchazón; todo esto sin olvidar la utilidad que tiene la actividad física para la salud mental.

En la actualidad, cada vez son más las mujeres que pasan por esta enfermedad y el problema está en que, a día de hoy, no se concientiza de la importancia que tiene mantener una buena alimentación junto con mantenerse activo. Muchas gestantes piensan que estar en movimiento es perjudicial para el feto, pero verdaderamente no lo es, lo idóneo es mantener un ritmo de vida saludable.

En resumen, se recomienda mantener unos hábitos de vida saludables y mantener un control de dieta y actividad física adecuados a cada nivel de gestación. Se ha demostrado que se reduce significativamente la incidencia de esta patología por lo que... ¿Por qué no empezar desde ahora?

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Scucces, María. (2011). Diabetes y embarazo. Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela , 71 (1), 3-12. Recuperado el 21 de febrero de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322011000100002&lng=en&tlng=en.
- (2) García Soidán, J. G. S. (2018, 28 noviembre). *Guía de diabetes tipo 2 para clínicos*. Fundación GDPS. Recuperado 20 de marzo de 2022, de <https://www.redgdps.org/guia-de-diabetes-tipo-2-para-clinicos/?msclkid=4f395025ceaf11ecb9fb396ed298bc63>
- (3) Picón César, M. J. P. C., Rubio García, J. A. R. G., Codina Marcet, M. C. M., & Pujol Jiménez, I. P. J. (s. f.). La diabetes gestacional y su cuidado. Cloudfront. Recuperado 21 de febrero de 2022, de <https://d2q8uh6bd0ohj9.cloudfront.net/wp-content/uploads/2022/01/10160806/Diabetes-Gestacional-y-su-cuidado.pdf>
- (4) Pajares, B. (2022). Diabetes gestacional: efectos en la salud del bebé y de la embarazada a largo plazo. inatal - El embarazo semana a semana. <https://inatal.org/noticias/el-articulo-del-especialista/549-la-diabetes-gestacional-tiene-efectos-en-la-salud-del-bebe-y-de-la-embarazada-a-largo-plazo.html>
- (5) Acosta Delgado, D. A. D., Ampudia Blasco, F. J. A. B., López López, J. L. L., del Pino, M. D. P., Navarro Téllez, N. T., & Hernandez Mijares, A. H. M. (2006, mayo). Grupo Español de Diabetes y Embarazo (GEDE): Sociedad Española de Diabetes (SED), Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia (SEGO) y Asociación Española de Pediatría (Sección de Neonatología) Guía asistencial de diabetes mellitus y embarazo. ResearchGate. Recuperado 21 de febrero de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/239613808_Grupo_Espanol_de_Diabetes_y_Embarazo_GEDE_Sociedad_Espanola_de_Diabetes_SED_Sociedad_Espanola_de_Ginecologia_y_Obstetricia_SEGO_y_Asociacion_Espanola_de_Pediatrica_Seccion_de_Neonatologia_Guia_asistenc
- (6) Medina Gómez, G. M. G. (2017, mayo). Adaptaciones metabólicas maternas durante la gestación: el problema del sobrepeso y la obesidad. SEBBM. https://web2020.sebbm.es/web/images/AAlmagenes/mayo2017_gemamedina.pdf
- (7) Osorio O, J. H. O. O. (2002, octubre). Embarazo y metabolismo de los carbohidratos. Scielo. Recuperado 21 de febrero de 2022, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcog/v54n2/v54n2a04.pdf>

- (8) Metabolismo de los carbohidratos. (s. f.). nanopdf.
https://nanopdf.com/queue/metabolismodeloscarbohidratos_pdf?queue_id=-1&x=1651936983&z=ODUuMTM2LjE0Mi4xNzY=
- (9) Delgado, M. D. D. (s. f.). Bioquímica Estructural y Metabólica. Glucólisis. Universidad de Cantabria.
<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/800/course/section/857/Tema%25209.%2520Glucolisis.pdf>
- (10) Organización Mundial de la Salud. (2020, 26 noviembre). Organización Mundial de la Salud. Recuperado 21 de febrero de 2022, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- (11) Mata, F., & Chulvi, I., & Roig, J., & Heredia, J.R., & Isidro, F., & Benítez Sillero, J.D., & Guillén del Castillo, M. (2010). Prescripción del ejercicio físico durante el embarazo. Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 3(2),68-79.[fecha de Consulta 16 de Febrero de 2022]. ISSN: 1888-7546. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323327662005>
- (12) Beneficios del ejercicio en el embarazo. (2019, 22 marzo). Embactiva. Recuperado 21 de febrero de 2022, de <https://www.embactiva.es/beneficios-del-ejercicio/>
- (13) fisterra.com. (2020, 30 marzo). Guía clínica de Diabetes gestacional. Fisterra. Recuperado 21 de febrero de 2022, de <https://www.fisterra.com/fichas/interior.asp?idArbol=1&idTipoFicha=1&urlseo=diabetes-gestacional#35142>
- (14) Diferentes tipos de dieta. (s. f.). Sanitas. Recuperado 21 de febrero de 2022, de <https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/dieta-alimentacion/bioestilo-nutricion/tipos-dieta.html>
- (15) Alimentación Saludable. (2021, 3 noviembre). Comunidad de Madrid.
<https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/alimentacion-saludable>
- (16) Modificación estilos de vida. (s. f.). Junta de Andalucía.
https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.sspa.juntadeandalucia.es%2Fservicioandaluzdesalud%2Fdistributomalaga%2F%2F8ed5a168cc0eab77be6e446ae92097b9&psig=AOvVaw3OuilrmOuDO6OV6y6pyF1i&ust=1652086739978000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwiizrvrxM_3AhWHZ_EDHfeFDUgQr4kDegUIARDBAQ
- (17) Fundación Dieta Mediterránea. (s. f.). ¿QUÉ ES LA DIETA MEDITERRÁNEA? Recuperado 23 de febrero de 2022, de <https://dietamediterranea.com/nutricion-saludable-ejercicio-fisico/>

- (18) BBC News Mundo. (2018, 1 octubre). ¿Qué es realmente la dieta mediterránea? Recuperado 23 de febrero de 2022, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45681790>
- (19) Pirámide de la Dieta Meditteránea. (s. f.). [Gráfico]. Pirámide de la Dieta Mediterránea. [https://www.eluniverso.com/resizer/UfDyH8964-ISm4fhTxOOUBlBgg0=/1200x851/smart/filters:quality\(70\)/cloudfront-us-east-1.images.arcpublishing.com/eluniverso/I6D5QZXUCJCIXKPEAH7MIWZM7I.jpg](https://www.eluniverso.com/resizer/UfDyH8964-ISm4fhTxOOUBlBgg0=/1200x851/smart/filters:quality(70)/cloudfront-us-east-1.images.arcpublishing.com/eluniverso/I6D5QZXUCJCIXKPEAH7MIWZM7I.jpg)
- (20) A. (2020, 7 octubre). ¿Cuál es la nueva Pirámide Nutricional OMS 2020? Pirámide Alimenticia. Recuperado 23 de febrero de 2022, de <https://piramidealimenticia.es/dietas/la-nueva-piramide-nutricional-oms-2020/>
- (21) Pirámide de la Alimentación Saludable. (s. f.). [Ilustración]. Pirámide de la Alimentación Saludable. <https://piramidealimenticia.es/wp-content/uploads/2020/08/Recursos-Call-to-Click-TeamPlatino-Rookie.png>
- (22) Rodríguez-Palmero, M. (2001, 1 marzo). Recomendaciones dietéticas en el embarazo y la lactancia | Offarm. Elsevier. Recuperado 23 de febrero de 2022, de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-recomendaciones-dieteticas-el-embarazo-lactancia-10022014#:~:text=Durante%20el%20embarazo%20debe%20producirse,aumentan%20300%20kcal%20por%20d%C3%ADa.>
- (23) Forcada Falcón, F. F. M., Aceituno Velasco, A. V. L., Acosta Delgado, A. D. D., Aznarte Padial, A. P. P., Candela Gómez, C. G. C., Carrera García, C. G. M. E., Martínez Brocca, M. B. M. A., Picón César, P. C. M. J., & Sanza Amores, S. A. R. (2017). Diabetes Mellitus Gestacional. Junta de Andalucía. Recuperado 21 de febrero de 2022, de https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud_5af1956f37495_documento-apoyo-diabetes-mellitus-gestacional.pdf
- (24) Soriguer F, Rojo-Martínez G, Almaraz MC, Esteva I, Ruiz de Adana MS, Morcillo S et al. Incidence of type 2 diabetes in southern Spain (Pizarra Study). Eur J Clin Invest 2008; 38 (2): 126–133.
- (25) Río Villalba, E. R. V. (2021, junio). [PDF] II. SITUACIÓN DE LA DIABETES EN ANDALUCÍA. Silo. Recuperado 21 de febrero de 2022, de <https://silo.tips/download/ii-situacion-de-la-diabetes-en-andalucia#modals>

- (26) Simmons D, Devlieger R, van Assche A, Jans G, Galjaard S, Corcoy R, Adelantado JM, Dunne F, Desoye G, Harreiter J, Kautzky-Willer A, Damm P, Mathiesen ER, Jensen DM, Andersen L, Lapolla A, Dalfrà MG, Bertolotto A, Wender-Ozegowska E, Zawiejska A, Hill D, Snoek FJ, Jelsma JG, van Poppel MN. Effect of Physical Activity and/or Healthy Eating on GDM Risk: The DALI Lifestyle Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2017 Mar 1;102(3):903-913. doi: 10.1210/jc.2016-3455. PMID: 27935767; PMCID: PMC5460688.
- (27) Antoun E, Kitaba NT, Titcombe P, Dalrymple KV, Garratt ES, Barton SJ, Murray R, Seed PT, Holbrook JD, Kobor MS, Lin DT, MacIsaac JL, Burdge GC, White SL, Poston L, Godfrey KM, Lillycrop KA; UPBEAT Consortium. Maternal dysglycaemia, changes in the infant's epigenome modified with a diet and physical activity intervention in pregnancy: Secondary analysis of a randomised control trial. *PLoS Med*. 2020 Nov 5;17(11):e1003229. doi: 10.1371/journal.pmed.1003229. PMID: 33151971; PMCID: PMC7643947.
- (28) Bruno R, Petrella E, Bertarini V, Pedrielli G, Neri I, Facchinetti F. Adherence to a lifestyle programme in overweight/obese pregnant women and effect on gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial. *Matern Child Nutr*. 2017 Jul;13(3):e12333. doi: 10.1111/mcn.12333. Epub 2016 Sep 19. PMID: 27647837; PMCID: PMC6866030.
- (29) Liang Z, Wang L, Liu H, Chen Y, Zhou T, Heianza Y, Leng J, Li W, Yang X, Shen Y, Gao R, Hu G, Qi L. Genetic susceptibility, lifestyle intervention and glycemic changes among women with prior gestational diabetes. *Clin Nutr*. 2020 Jul;39(7):2144-2150. doi: 10.1016/j.clnu.2019.08.032. Epub 2019 Sep 10. PMID: 31542245; PMCID: PMC7062571.
- (30) Atakora L, Poston L, Hayes L, Flynn AC, White SL. Influence of GDM Diagnosis and Treatment on Weight Gain, Dietary Intake and Physical Activity in Pregnant Women with Obesity: Secondary Analysis of the UPBEAT Study. *Nutrients*. 2020 Jan 30;12(2):359. doi: 10.3390/nu12020359. PMID: 32019123; PMCID: PMC7071182.
- (31) Hui AL, Back L, Ludwig S, Gardiner P, Sevenhuysen G, Dean HJ, Sellers E, McGavock J, Morris M, Jiang D, Shen GX. Effects of lifestyle intervention on dietary intake, physical activity level, and gestational weight gain in pregnant women with different pre-pregnancy Body Mass Index in a randomized control trial. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2014 Sep 24;14:331. doi: 10.1186/1471-2393-14-331. PMID: 25248797; PMCID: PMC4287470.

- (32) Flynn AC, Seed PT, Patel N, Barr S, Bell R, Briley AL, Godfrey KM, Nelson SM, Oteng-Ntim E, Robinson SM, Sanders TA, Sattar N, Wardle J, Poston L, Goff LM; UPBEAT consortium. Dietary patterns in obese pregnant women; influence of a behavioral intervention of diet and physical activity in the UPBEAT randomized controlled trial. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2016 Nov 29;13(1):124. doi: 10.1186/s12966-016-0450-2. PMID: 27894316; PMCID: PMC5126873.
- (33) Petrella E, Malavolti M, Bertarini V, Pignatti L, Neri I, Battistini NC, Facchinetti F. Gestational weight gain in overweight and obese women enrolled in a healthy lifestyle and eating habits program. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2014 Sep;27(13):1348-52. doi: 10.3109/14767058.2013.858318. Epub 2013 Nov 25. PMID: 24175912.
- (34) Broekhuizen, K., Simmons, D., Devlieger, R., van Assche, A., Jans, G., Galjaard, S., . . . van Dongen, J. M. (2018). Cost-effectiveness of healthy eating and/or physical activity promotion in pregnant women at increased risk of gestational diabetes mellitus: Economic evaluation alongside the DALI study, a european multicenter randomized controlled trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1) doi:10.1186/s12966-018-0643-y
- (35) Jelsma, J. G. M., van Poppel, M. N. M., Galjaard, S., Desoye, G., Corcoy, R., Devlieger, R., . . . Simmons, D. (2013). DALI: Vitamin D and lifestyle intervention for gestational diabetes mellitus (GDM) prevention: An european multicentre, randomised trial - study protocol. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 13 doi:10.1186/1471-2393-13-142
- (36) Chakkalakal R.J., Hackstadt A.J., Trochez R., Gregory R., Elasy T.A. Diabetes gestacional y control del peso materno durante y después del embarazo. *J. La curación de las mujeres*. 2019; 28:646–653. doi: 10.1089/jwh.2018.7020.
- (37) Stewart Z.A., Wallace E.M., Allan C.A. Patrones de aumento de peso en mujeres embarazadas con y sin diabetes mellitus gestacional: un estudio observacional. *Aust. Nuevo Celo. J. Obstet. Gynaecol*. 2012; 52:433–439. doi: 10.1111/ajo.12001.
- (38) Dodd JM, Cramp C, Sui Z, Yelland LN, Deussen AR, Grivell RM, Moran LJ, Crowther CA, Turnbull D, McPhee AJ, et al. Los efectos del asesoramiento prenatal sobre la dieta y el estilo de vida para las mujeres con sobrepeso u obesidad en la dieta materna y la actividad física: el ensayo aleatorizado LIMIT. *BMC Med*. 2014; 12:161. doi: 10.1186/s12916-014-0161-y.
- (39) Wolff S, Legarth J, Vangsgaard K, Toubro S, Astrup A. Un ensayo aleatorizado de los efectos del asesoramiento dietético sobre el aumento de peso gestacional y el metabolismo de la glucosa en mujeres embarazadas obesas. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32:495–501. doi: 10.1038/sj.ijo.0803710.

- (40) Polley BA, Wing RR, Sims CJ. Ensayo controlado aleatorio para prevenir el aumento excesivo de peso en mujeres embarazadas. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002; 26:1494–1502. doi: 10.1038/sj.ijo.0802130.
- (41) Oostdam N, Bosmans J, Wouters MGAJ, Eekhoff EMW, van Mechelen W, van Poppel MNM. Costo-efectividad de un programa de ejercicios durante el embarazo para prevenir la diabetes gestacional: resultados de una evaluación económica junto con un ensayo controlado aleatorio. *BMC Embarazo Parto*. 2012; 12:64. doi: 10.1186/1471-2393-12-64.
- (42) Glucólisis. (2020, 18 noviembre). [Ilustración]. El Gen Curioso. <https://www.elgencurioso.com/2020/11/18/glucolisis-explicada-en-10-sencillos-pasos/>