

ENERGÍA: Fuentes de energía para los músculos activos



**GATORADE
SPORTS
SCIENCE
INSTITUTE**

El contenido de esta presentación es proporcionado por GSSI, una división de PepsiCo, Inc. Cualquier opinión o interpretación científica expresada en esta presentación son del autor y no necesariamente representan la posición o política de PepsiCo, Inc.



Esquema de la conferencia



Fuentes de energía



Almacenamiento de energía



Sistemas energéticos



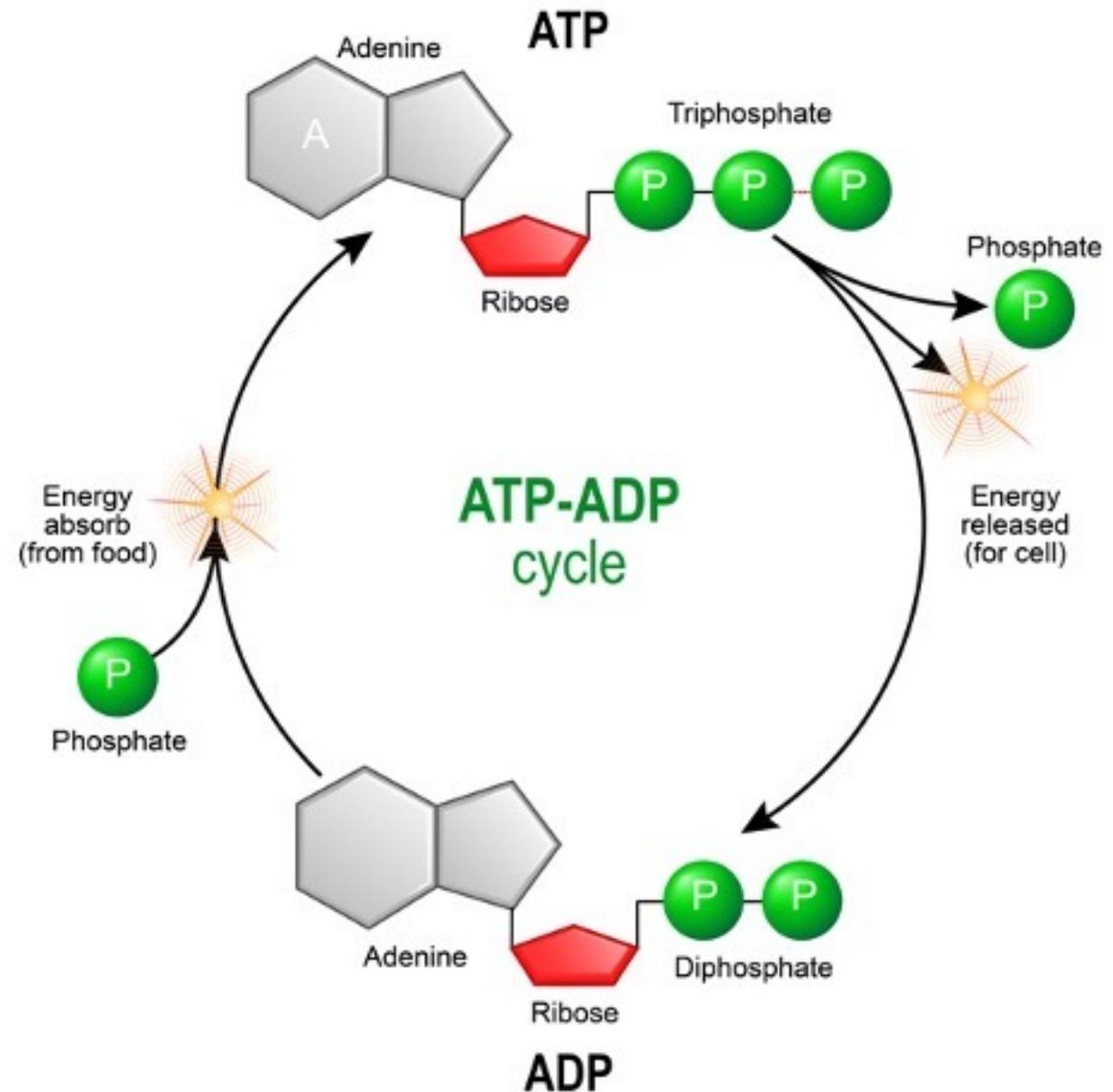
Repaso

Adenosin-trifosfato (ATP)

Dividir un grupo de fosfato del ATP, suministra la energía para la contracción muscular

El ATP se reconstituye del ADP con un fosfato de fosfocreatina (PCr)

Los macronutrientes de los alimentos son las fuentes de energía metabolizadas para generar ATP



Fuentes de energía metabolizadas para producir ATP

Carbohidratos

Grasas

Proteínas



Carbohidratos

Energía: 4 kcal/gramo

- Existen en el cuerpo como glucosa

La glucosa en sangre proporciona energía para el cerebro y los tejidos

Glucógeno = forma de almacenamiento de glucosa en el músculo y el hígado



Grasas

Energía: 9 kcal/gramo

Alto rendimiento energético,
pero el proceso de
producción de ATP es más
lento que el de los
carbohidratos



Proteínas

Energía: 4 kcal/gramo

Mientras que los aminoácidos de la proteína juegan un papel importante en la estructura de varios componentes del cuerpo (músculo, hormonas, etc.), **su papel en la producción de energía es limitado**

La oxidación de aminoácidos para energía, se produce principalmente sólo cuando otras fuentes de energía no están disponibles.



Fosfocreatina (PCr)

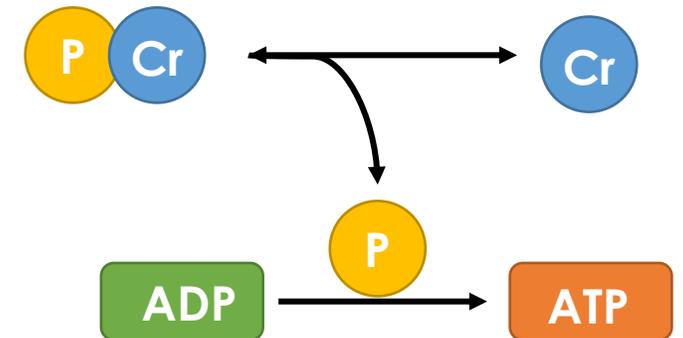
La fosfocreatina (PCr) se encuentra principalmente en el músculo, el grupo de fosfato (P) se utiliza para generar ATP desde ADP

Se utiliza para una contracción muscular de alta intensidad y de muy corta duración (~5 s o menos)

La creatina se produce en el cuerpo (~ 1-2 g /d)

Carnes, particularmente carne roja, y pescado como salmón y atún son ricos en creatina

La creatina también se puede consumir a partir de suplementos



Una nota sobre micronutrientes

Muchos micronutrientes participan en procesos de producción de energía

Ejemplos:

Hierro ayuda a suministrar oxígeno al músculo para el metabolismo aeróbico

Vitaminas del complejo B son cofactores en el proceso de metabolismo aeróbico

Las vitaminas y los minerales no proporcionan energía por si mismos, pero son fundamentales para permitir los procesos de producción de energía

Una nota sobre la cafeína

La cafeína proporciona "energía" principalmente actuando sobre el sistema nervioso y se une a los receptores en el cerebro para alterar la liberación de neurotransmisores

La cafeína tiene beneficios ergogénicos para el rendimiento del ejercicio, pero no es una fuente de energía para la contracción muscular

Mitos de fuentes de energía

- Las nueces son una excelente fuente de energía rápida
- Se deben evitar todos los tipos de carbohidratos
- Los suplementos de vitamina B proporcionarán un rápido impulso de energía antes de un entrenamiento
- Las dietas bajas en carbohidratos, altas en proteínas y/o altas en grasas proporcionan la energía necesaria para mejorar el rendimiento

ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA





Almacenamiento de glucosa

Glucogénesis = proceso de convertir glucosa en glucógeno

El glucógeno se puede almacenar en el hígado y el músculo en capacidad limitada



Glucógeno muscular (~460-520 g) – sólo utilizado por el músculo para energía



Glucógeno hepático (~80 g) – puede dejar el hígado como glucosa en sangre para ser utilizado por el cerebro y otros tejidos

Almacenamiento de glucosa

Lipogénesis = proceso de convertir el exceso de glucosa en triglicéridos (grasa)

Esto suele ocurrir una vez que las reservas de glucógeno están llenas y se consume un exceso de carbohidratos

La grasa se puede almacenar en varios lugares a lo largo del cuerpo, incluyendo tejido adiposo subcutáneo, tejido adiposo visceral y músculo

Manipulación de Reservas de Energía con Entrenamiento y Dieta

Una adaptación que se produce con el entrenamiento, particularmente de resistencia, es una capacidad mejorada para almacenar glucógeno

Para aprovechar plenamente esta adaptación, los atletas deben consumir una cantidad adecuada de carbohidratos

Almacenamiento de grasa

La grasa se puede almacenar en varios lugares a lo largo del cuerpo, incluyendo el tejido adiposo subcutánea, tejido adiposo visceral y músculo

Triglicéridos intramusculares (TGIM) son una fuente de combustible para que los músculos generen ATP, principalmente durante el ejercicio de resistencia

~200 g (1800 kcal) almacenados en el músculo

La ruptura de los TGIM proporciona ácidos grasos libres para la oxidación durante el ejercicio de baja y moderada intensidad, sprinting y ejercicio de fuerza

SISTEMAS ENERGÉTICOS



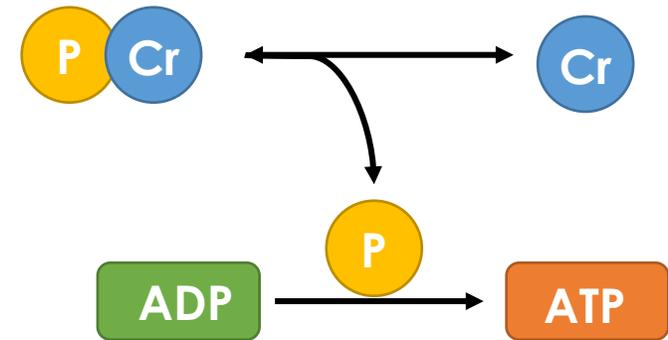
ATP-PCr

Utilizado durante actividades de muy corta duración y alta intensidad

Restaura las reservas de ATP tras el agotamiento de ATP o durante la recuperación

Permite la reposición constante del ATP almacenado

No requiere oxígeno



Glucólisis anaeróbica

Visión general

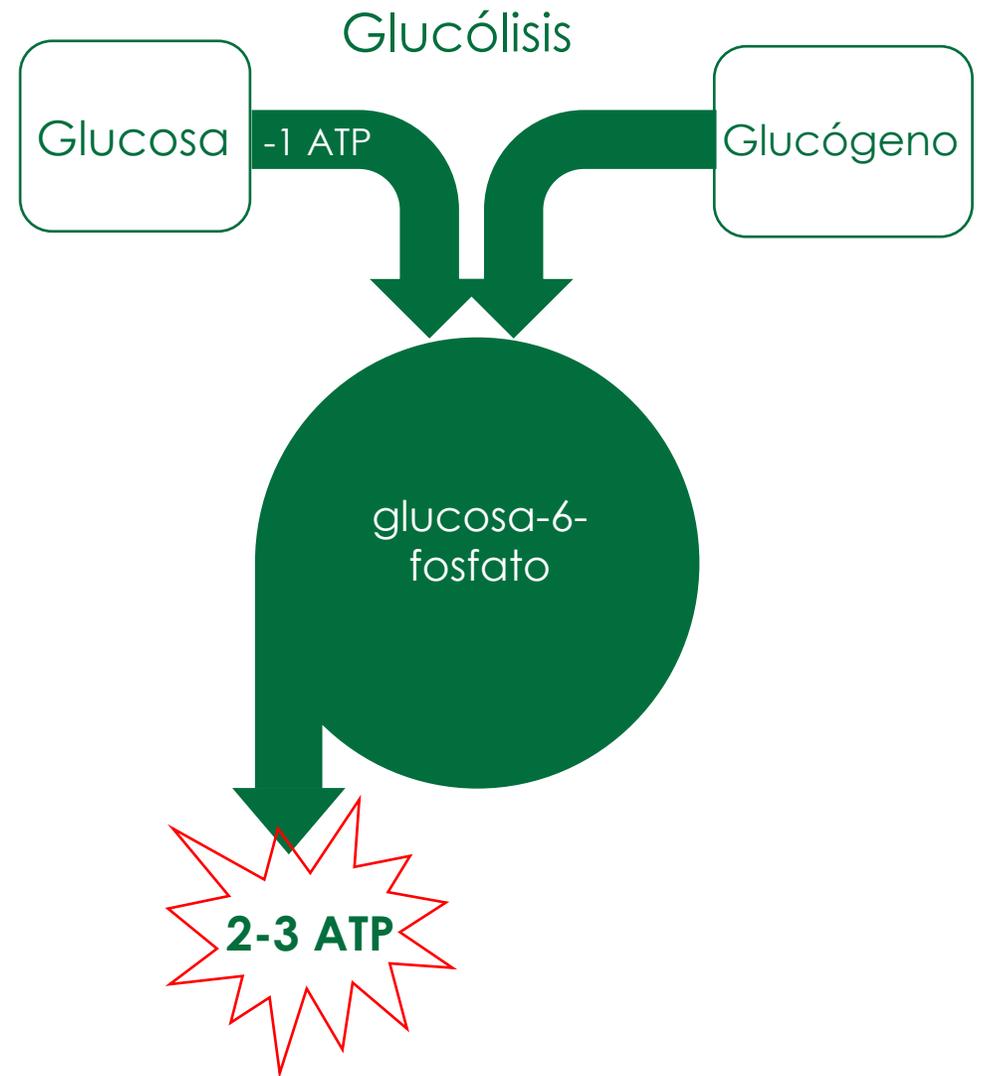
Utilizado durante actividades de corta duración y alta intensidad

Glucosa o glucógeno convertido en glucosa-6-fosfato

2-3 ATP generados (2 para glucosa, 3 para glucógeno)

Anaeróbico: no requiere oxígeno

Metabolitos: Lactato e Ión hidrógeno (H^+)



La producción de H^+ reduce el pH muscular

Mejorar la capacidad de amortiguación del músculo para manejar mejor los cambios en el pH ayuda a promover la producción de energía anaeróbica

Entrenamiento: el entrenamiento interválico de alta intensidad aumenta la capacidad de amortiguación muscular y el rendimiento en el ejercicio de alta intensidad

Nutrición:

- La carga de **Bicarbonato** puede mejorar el rendimiento durante el ejercicio exhaustivo que dura entre 1 y 7 minutos. El malestar gastrointestinal ha limitado el uso de bicarbonato, pero las dosis repetidas durante varios días antes de la competencia pueden reducir los problemas.
- La **Beta-alanina** puede mejorar la capacidad de amortiguación muscular y el rendimiento en el ejercicio de alta intensidad
- La **Creatina** no sólo proporciona sustrato al sistema ATP-PCr, sino que mejora la capacidad amortiguadora

La mejora del rendimiento después de las intervenciones que aumentan la capacidad de amortiguación, demuestra que la acidosis asociada con altas tasas glucólicas es un factor importante en la fatiga

Sistemas Oxidativos

Utilizados durante actividades de mayor duración

Utiliza oxígeno para generar energía a partir de la ruptura de glucosa/ glucógeno y grasa

2 vías basadas en el sustrato:

Oxidación de Carbohidratos

Oxidación de Grasas



Oxidación De Carbohidratos

Visión general

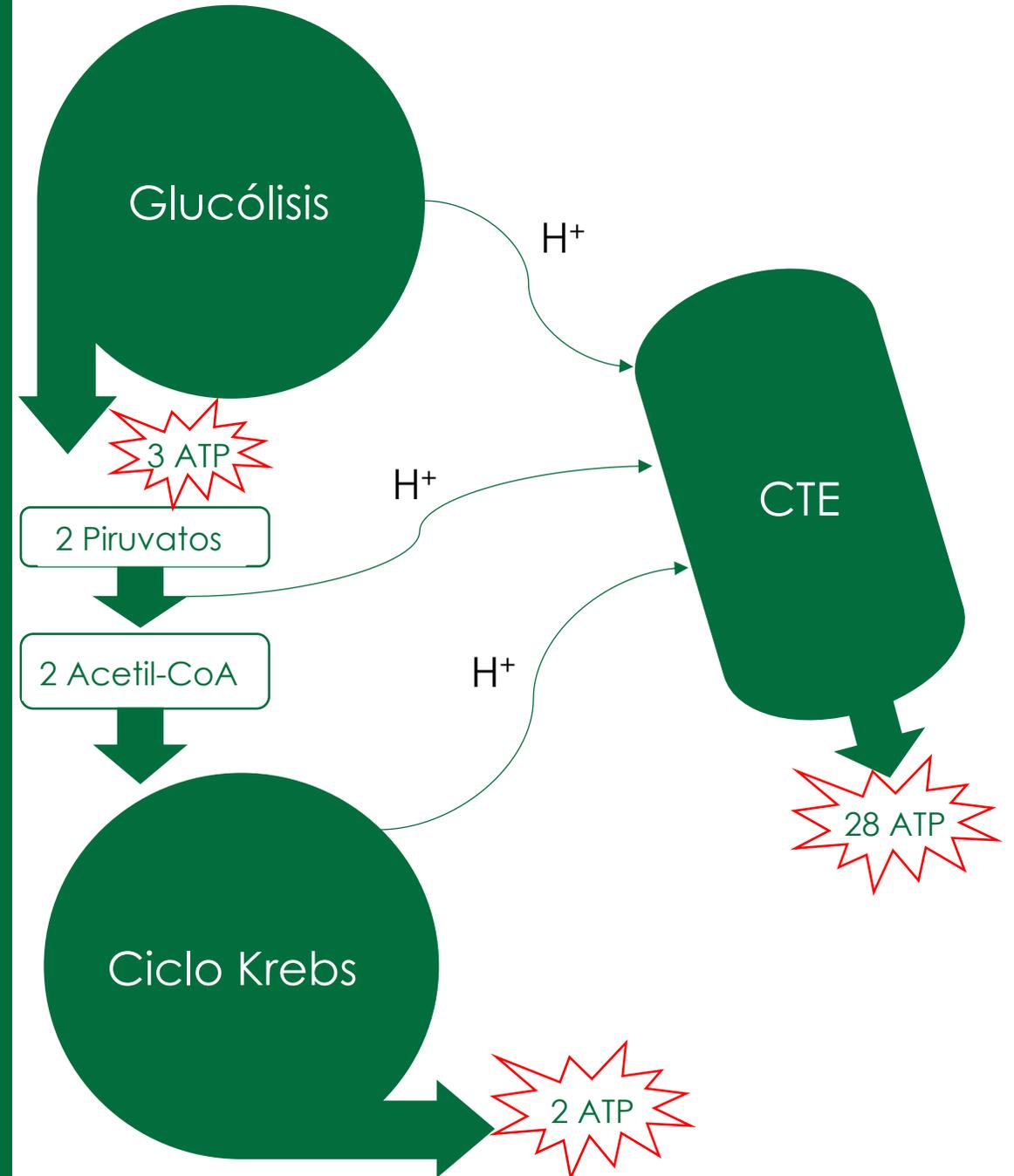
Glucólisis: Genera **2-3 ATP's**

Ácido piruvico convertido en acetil-coA

Acetil-CoA entra en el ciclo Krebs: Genera **2 ATP's**

Los iones H^+ se transportan a través de la cadena de transporte de electrones (CTE): Genera **28 ATP's**

32-33 ATP's generados en total por cada molécula de glucosa / glucógeno



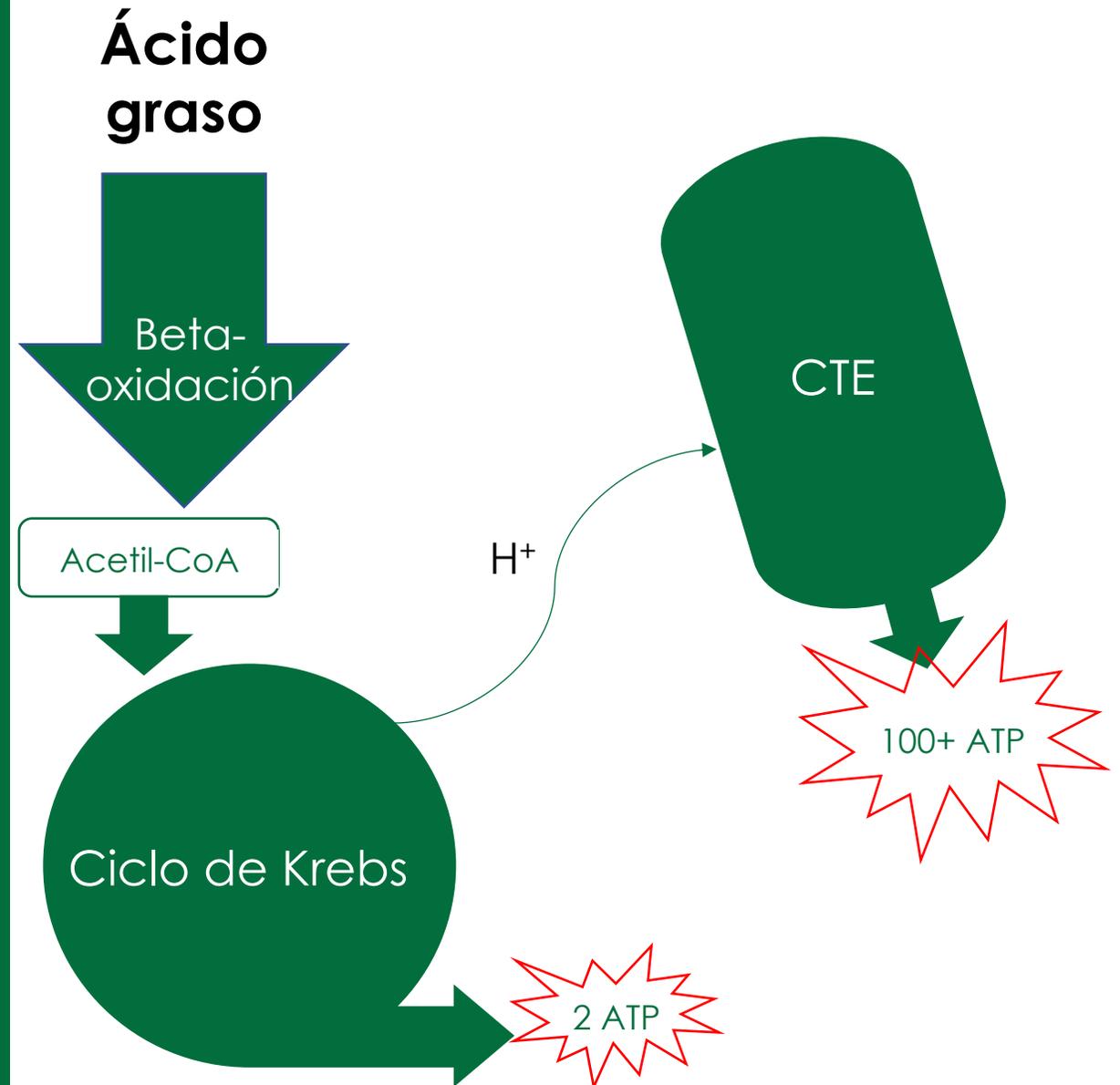
Oxidación de grasa

Visión general

Las grasas siguen un camino metabólico similar a los carbohidratos con algunas excepciones:

- Las reservas de grasa (triglicéridos) se rompen para producir ácidos grasos a través de la lipólisis
- Los ácidos grasos se convierten en acetil-coA a través de β -oxidación

La producción total de la energía variará dependiendo del ácido graso, sin embargo, la producción de ATP será muy alta (~100+), pero el proceso es más lento que el de los carbohidratos



Resíntesis de PCr: Interacción de sistemas energéticos anaeróbicos y aeróbicos

- La capacidad de resintetizar rápidamente el PCr es un aspecto importante del metabolismo para los deportes intermitentes
- Ocurre cuando la intensidad cae a niveles bajos o el atleta descansa
- La continua producción aeróbica de ATP alimenta la regeneración del PCr
- La PCR se puede recuperar por completo en 60-120 s

Límites A La Producción De Energía Aeróbica

El término "golpear con la pared" a menudo se refiere al agotamiento de glucógeno

Se almacena suficiente grasa en el cuerpo, incluso en un individuo magro, para proporcionar energía. Pero la producción de ATP solo a partir de grasa es demasiado lenta para mantener el rendimiento

Lactato

Históricamente, se pensaba que el lactato era simplemente un producto de desecho del metabolismo aeróbico y conducía a la fatiga y el dolor muscular

Ahora se entiende que el lactato producido a partir del metabolismo aeróbico se convierte en una fuente de energía para el corazón, el cerebro, los riñones y el hígado, y se puede convertir en glucosa

Oxidación De Proteínas

La proteína no es una fuente primaria de energía

La oxidación de los aminoácidos contribuye <5% de la síntesis ATP

La oxidación de los aminoácidos de cadena ramificada puede aumentar durante el ejercicio de resistencia; sin embargo, esto parece ser sólo si no se ingieren suficientes carbohidratos

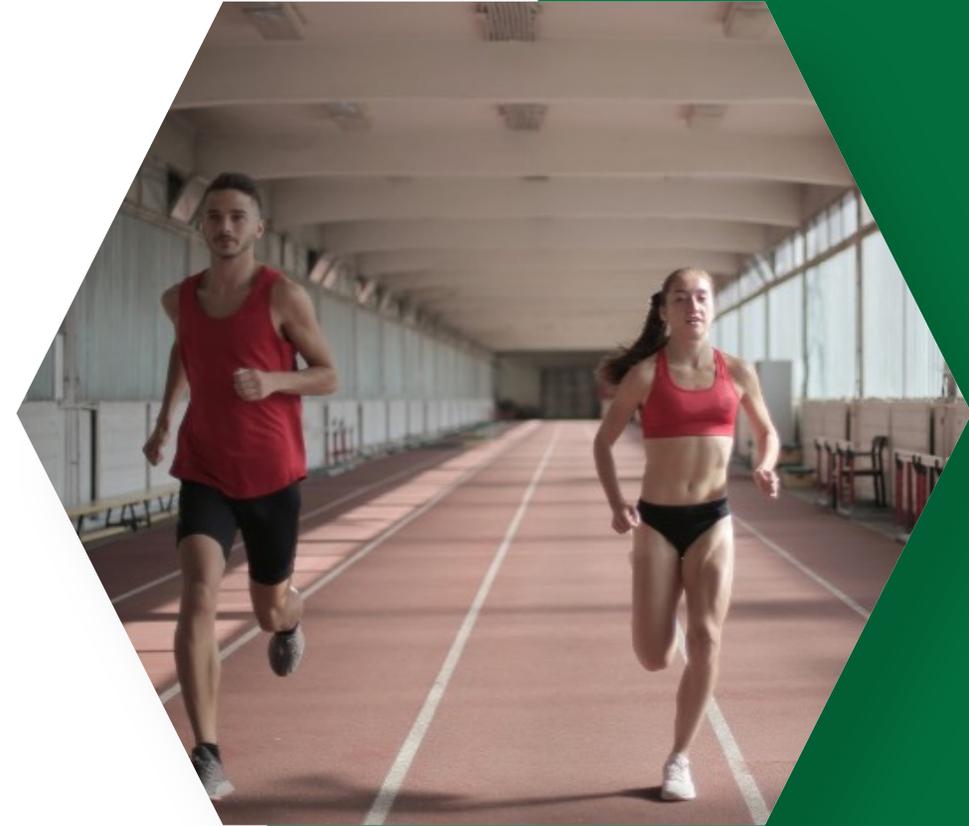
Cuando se utilizan para la energía, los aminoácidos se convierten en glucosa a través de gluconeogénesis o se convierten en intermediarios del ciclo Krebs

Diferencias Sexuales En El Metabolismo

Con la misma intensidad relativa, las mujeres utilizan un mayor porcentaje de energía de las grasas

Las mujeres tienen una menor capacidad máxima de enzimas glucóticas y una mayor dependencia de los TGIM durante el ejercicio

Probablemente relacionado con los niveles de estrógeno





Repaso



Macronutrientes → ATP

Glucógeno → Hígado y músculo



Grasas → Tejido Adiposo y Músculo



Rápido → ATP-PCr, Glucólisis

Lento → Oxidación de Carbohidratos

Más lento → Oxidación de Grasas