

أكسدة البيتا

β - Oxidation

Lipid Metabolism

Catabolism

Triacylglycerol - Lipases

Fatty acids - β -oxidation

Glycerol - to glycolysis

Anabolism

Biosynthesis of fatty acids

Glycerol

أكسدة البيتا β -Oxidation

- **أكسدة البيتا** هي العملية التي بها الأحماض الدهنية التي على هيئة أسيل CoA (Acyl CoA) تتكسر في الميتوكوندريا وتعطيني أسيتيل CoA .

تنشيط الأحماض الدهنية

□ الأحماض الدهنية تدخل إلى الخلايا وفي السيتوسول تتفاعل الأحماض الدهنية مع الـ ATP لتعطي

١. فاتي أسيل أدينايليت (Fatty acyl adenylate)

٢. بايروفوسفيت (PPi)

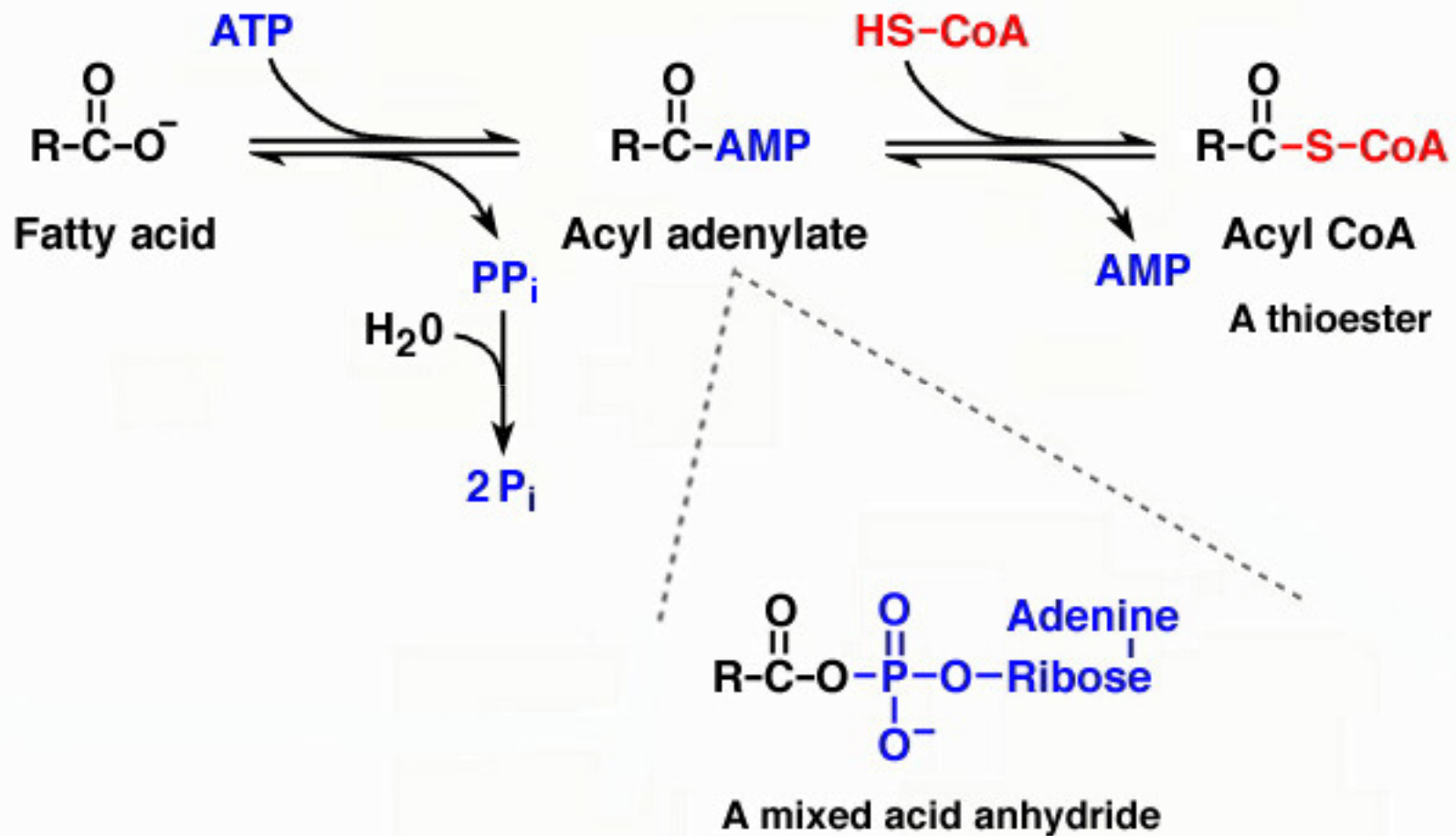
□ هذا المركب **Fatty acyl adenylate** يتفاعل مع:

جزء حر من مساعد الإنزيم A (CoA) لينتج:

فاتي أسيل CoA + أدينوسين أحادي الفوسفيت

(AMP + Fatty acyl CoA)

Fatty Acid Activation



أكسدة البيتا β -Oxidation

- إذا دخل **Fatty acyl CoA** إلى الميتوكوندريا (للحشوة) فإن أكسدة البيتا للأحماض الدهنية تحدث من خلال ٤ تفاعلات متكررة .

أكسدة البيتا β -Oxidation

□ تتكون أكسدة البيتا من ٤ تفاعلات :

(١) الأكسدة بواسطة **FAD**

□ أول خطوة هي أكسدة الحمض الدهني بواسطة

Acyl – CoA - dehydrogenase

- هذا الأنزيم يحفز تكوين الرابطة المزدوجة (الثنائية) بين **C 2** و **C3**

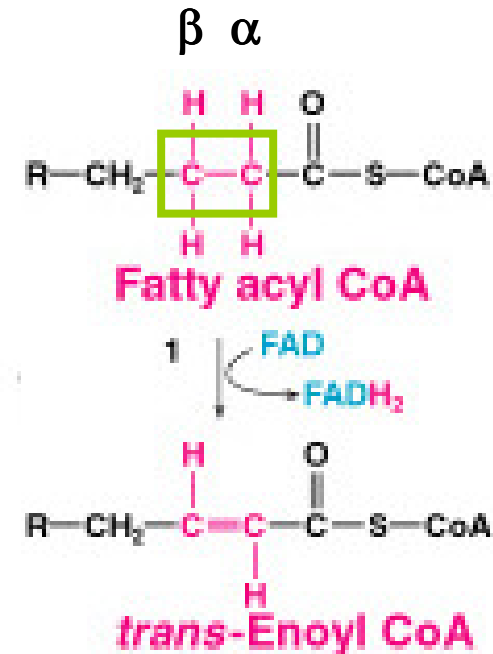
Beta-Oxidation of Fatty Acids

In **reaction 1, oxidation:**

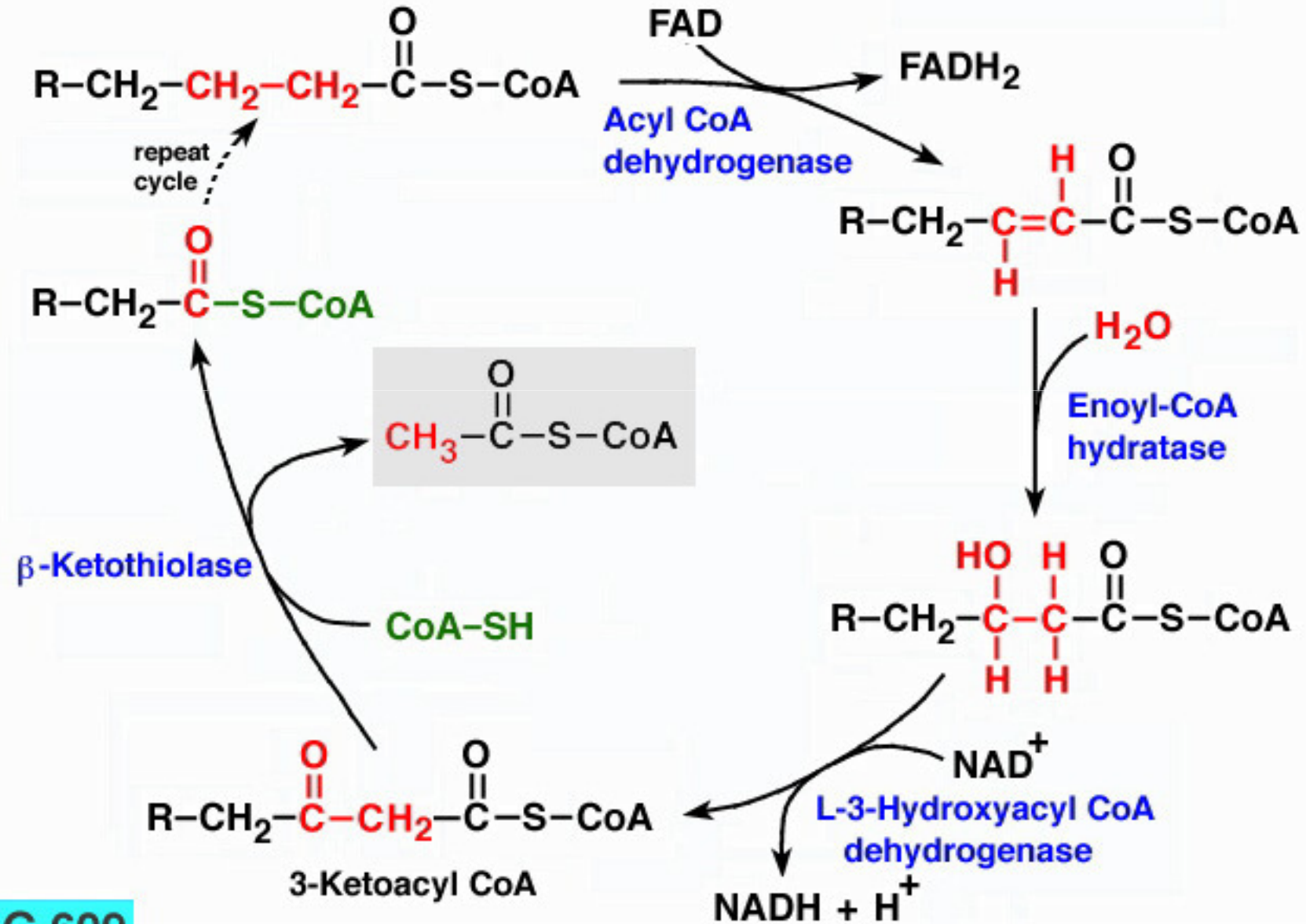
Removes H atoms from the α and β carbons.

Forms a trans C=C bond.

Reduces FAD to FADH₂.



Oxidation of fatty acid



أكسدة البيتا β -Oxidation

٢- تفاعل إضافة جزيء ماء Hydration

□ في هذا التفاعل تتم إضافة جزيء ماء لتكسير الرابطة
المزدوجة التي بين C2 و C3

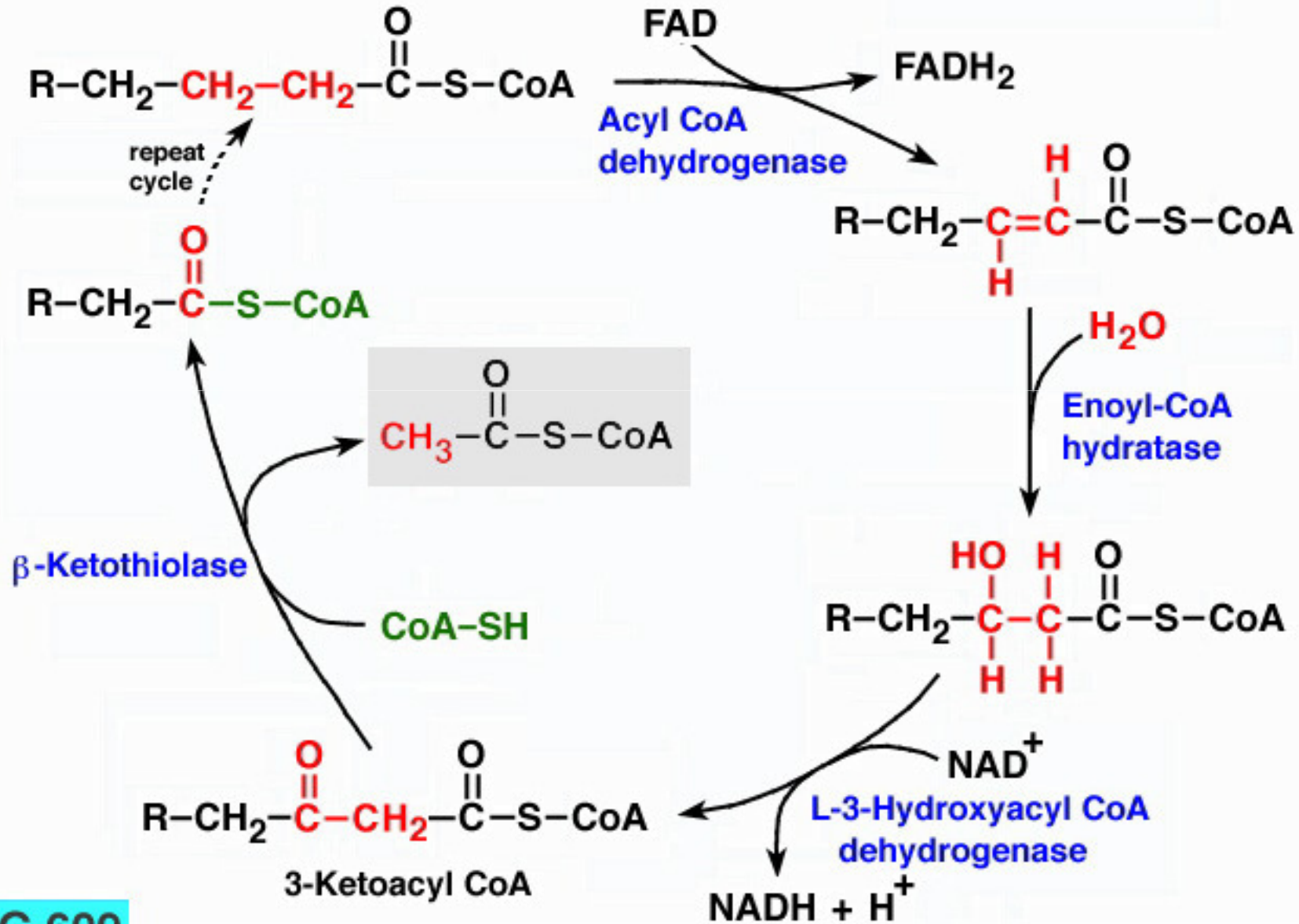
□ هذا التفاعل يكون النظير L (L-isomer) فقط من

L – ٣ -هيدروكسي أسيل CoA

L-3- hydroxyacyl CoA

□ إينويل CoA هيدرتيز يحفز هذا التفاعل

Oxidation of fatty acid



أكسدة البيتا β -Oxidation

٣) الأوكسدة بواسطة NAD^+

□ التفاعل الثالث هو أكسدة الـ

L- β -hydroxy acyl CoA - **β -L هيدروكسي أسيل CoA** بواسطة NAD^+ .

□ هذا يحول مجموعة الهيدروكسيل الموجودة في

L- β - hydroxy acyl CoA

إلى مجموعة **كيتون**

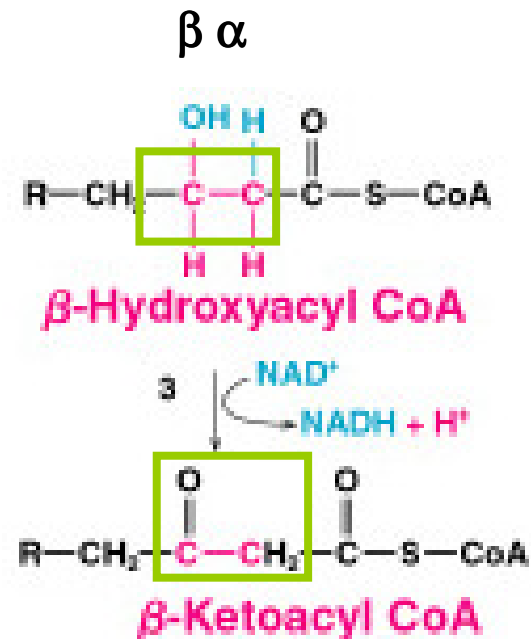
□ محفز هذا التفاعل هو **L-3- hydroxy acyl CoA dehydrogenase**

Beta (β)-Oxidation of Fatty Acids

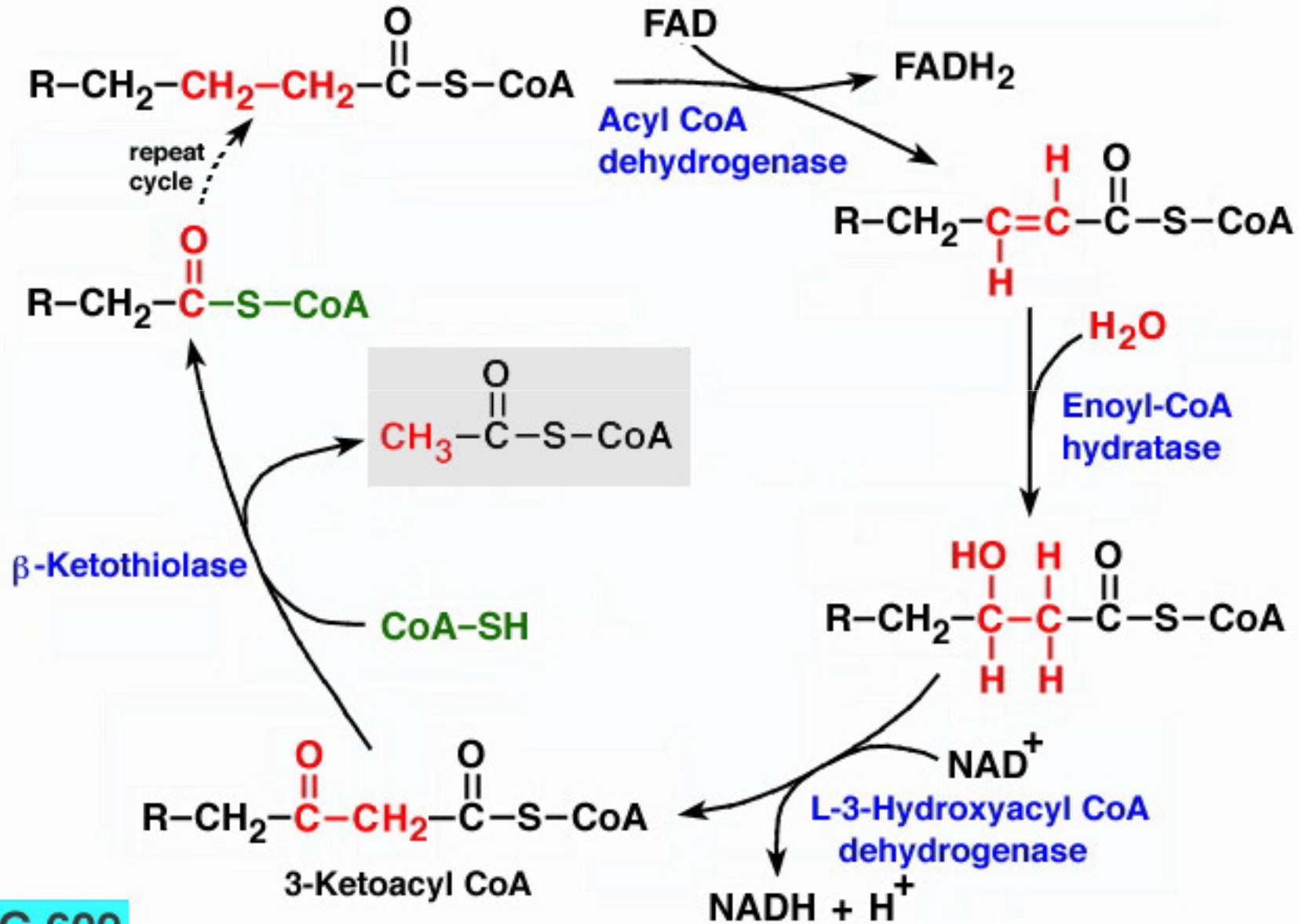
In reaction 3, a second oxidation:

Oxidizes the hydroxyl group.

Forms a keto group on the β carbon.



Oxidation of fatty acid



أكسدة البيتا β -Oxidation

٤) تكسير β - Keto acyl CoA

□ التفاعل الأخير يتضمن تكسير الرابطة بين α و β كربون في بيتا كيتو أسيل CoA β - Keto acyl CoA

□ من هذا التفاعل ينتج الأسيتيل CoA و فاتي أسيل جديد الذي ينقص عن الفاتي أسيل الذي بدأنا به الدورة بذرتين كربون

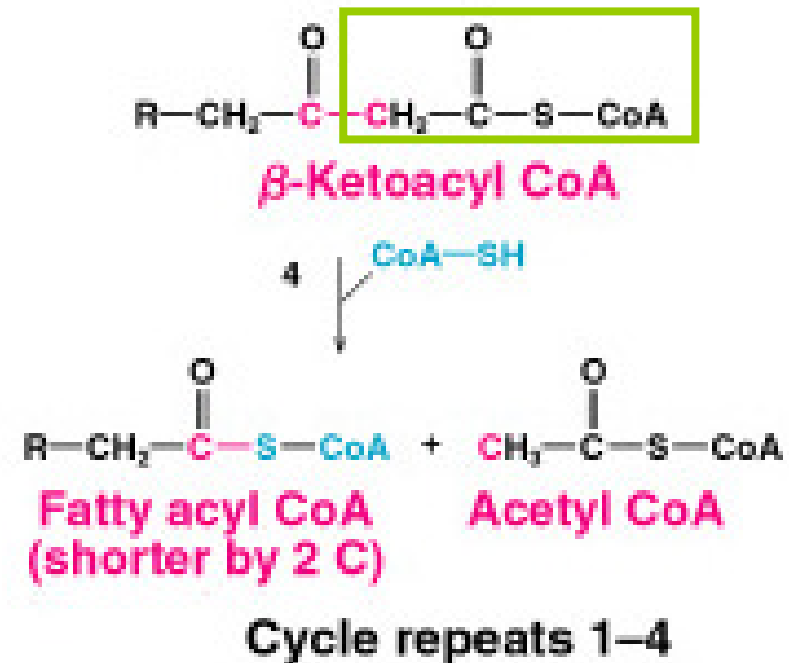
□ في نفس هذا التفاعل يدخل جزيء حر من مساعد الأنتزيم A ليرتبط مع الفاتي أسيل الجديد ليكون الفاتي الأسيل CoA $Fatty\ acyl\ CoA$

Beta (β)-Oxidation of Fatty Acids

In Reaction 4, acetyl CoA is cleaved:

By splitting the bond between the α and β carbons.

To form a shortened fatty acyl CoA that repeats steps 1 - 4 of β -oxidation.



أكسدة البيتا β -Oxidation

- الـ **Fatty acyl CoA** الجديد ذو السلسلة التي نقصت ذرتين كربون (قصرت في الطول) الناتج من التفاعل الرابع سوف يدخل دورة جديدة من **أكسدة البيتا** .
- هذه العملية تستمر وتتكرر حتى تتكسر كل سلسلة الحمض الدهني إلى وحدات من **الأسيتيل CoA** كل أسيتايل **CoA** مكون ذرتين كربون.

أكسدة البيتا β -Oxidation

□ في آخر تفاعل من آخر دورة من أكسدة البيتا (المكونة من الأربع التفاعلات السابقة) سوف ينتج

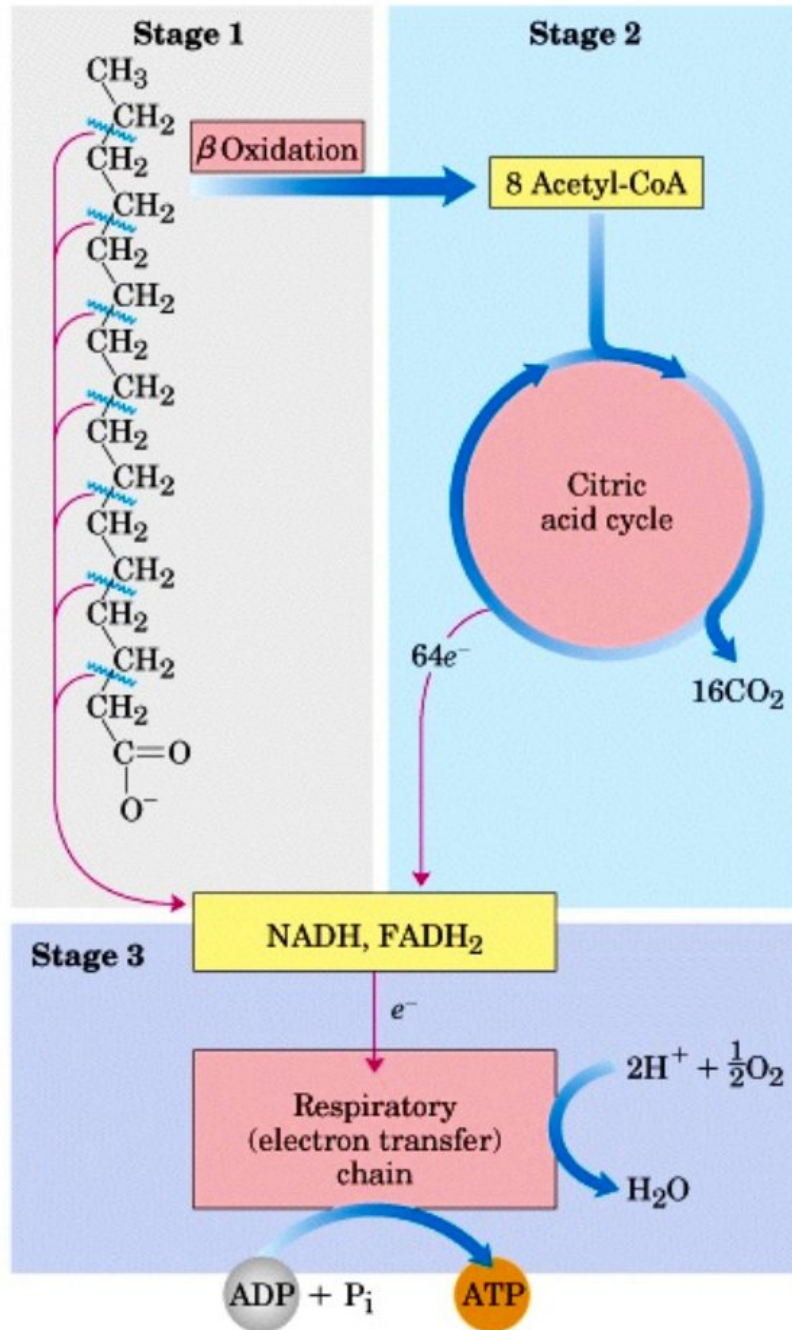
جزيئين من الأسيتيل CoA (Acetyl CoA)

بدل من الجزيئين الأسيل CoA و الأسيتيل CoA اللذان نتجا من الدورات السابقة.

□ جزيئات الأسيتيل CoA الناتجة من الدورات تدخل

دورة كريس ليتكسر وينتج الطاقة في حال الحاجة إلى

الـ **ATP** أو يستخدم كلبنة بناء لتصنيع الأحماض الأمينية في حالة توفر الـ **ATP**.



ارتباط
أكسدة البيتا
بدورة
كريبس

أكسدة البيتا β -Oxidation

□ في نهاية كل دورة يتكون :

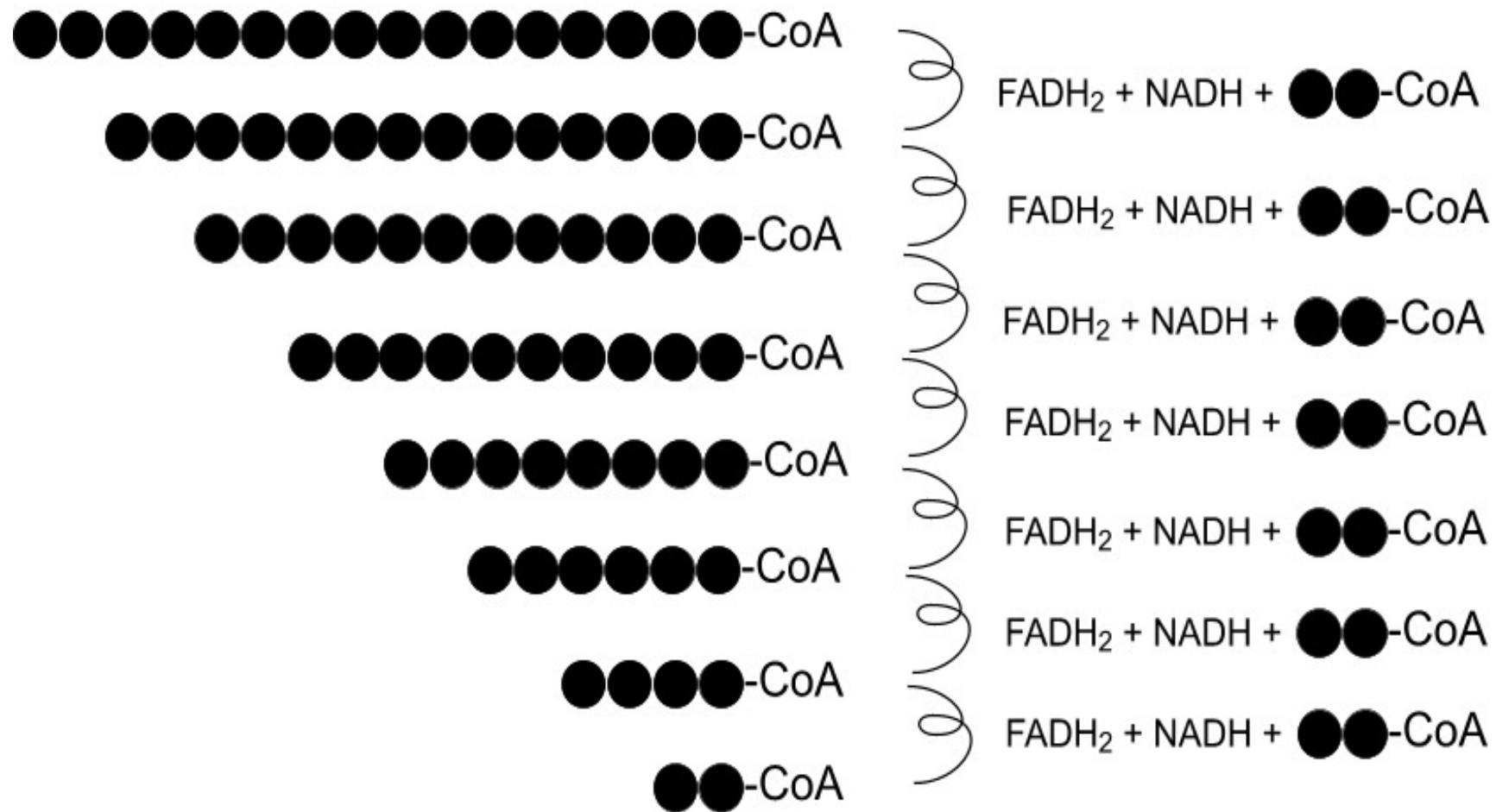
(١) جزيء واحد من $FADH_2$

(٢) جزيء واحد من $NADH$

(٣) الأستيل CoA

(٤) أسيل CoA الذي وحده من النواتج الأربع يدخل دورة جديدة من أكسدة البيتا .

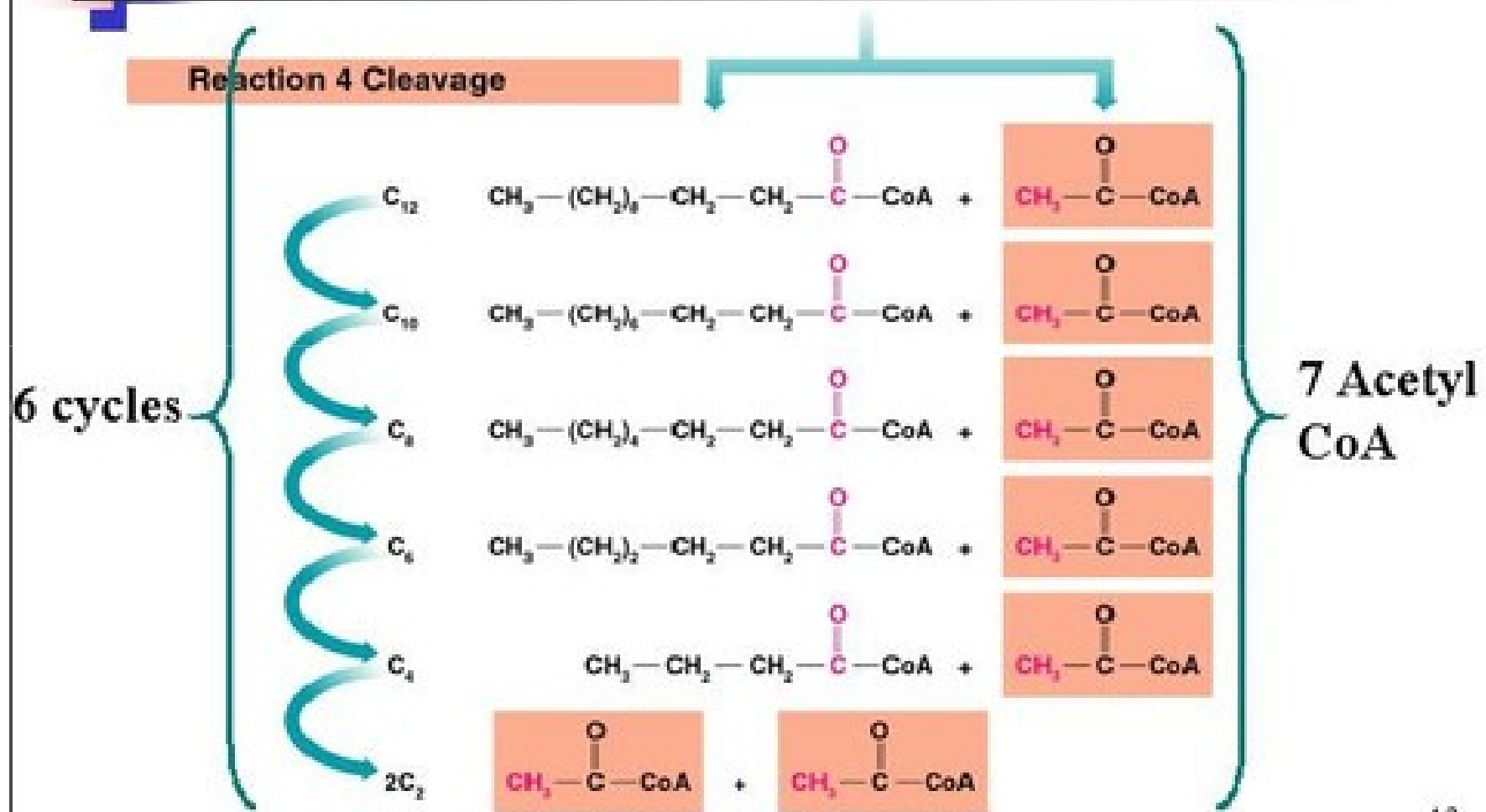
Energy Production from β -oxidation of palmitoyl-CoA



Total: palmitoyl-CoA \rightarrow 7 FADH_2 + 7 NADH + 8 AcCoA

In ATP terms: $(7 \times 2) + (7 \times 3) + (8 \times 12) = 131$ - 2 for charging fatty acid \rightarrow 129 ATPs net

Beta (β)-Oxidation of Myristic (C14) Acid (continued)





Cycles of β -Oxidation

The length of a fatty acid:

- **Determines the number of oxidations and**
- **The total number of acetyl CoA groups.**

Carbons in Fatty Acid	Acetyl CoA (C/2)	β-Oxidation Cycles (C/2 - 1)
12	6	5
14	7	6
16	8	7
18	9	8

أكسدة البيتا β -Oxidation

□ تنظيم أكسدة البيتا β -Oxidation

- إذا ازداد تركيز الـ **Fatty acyl- CoA**

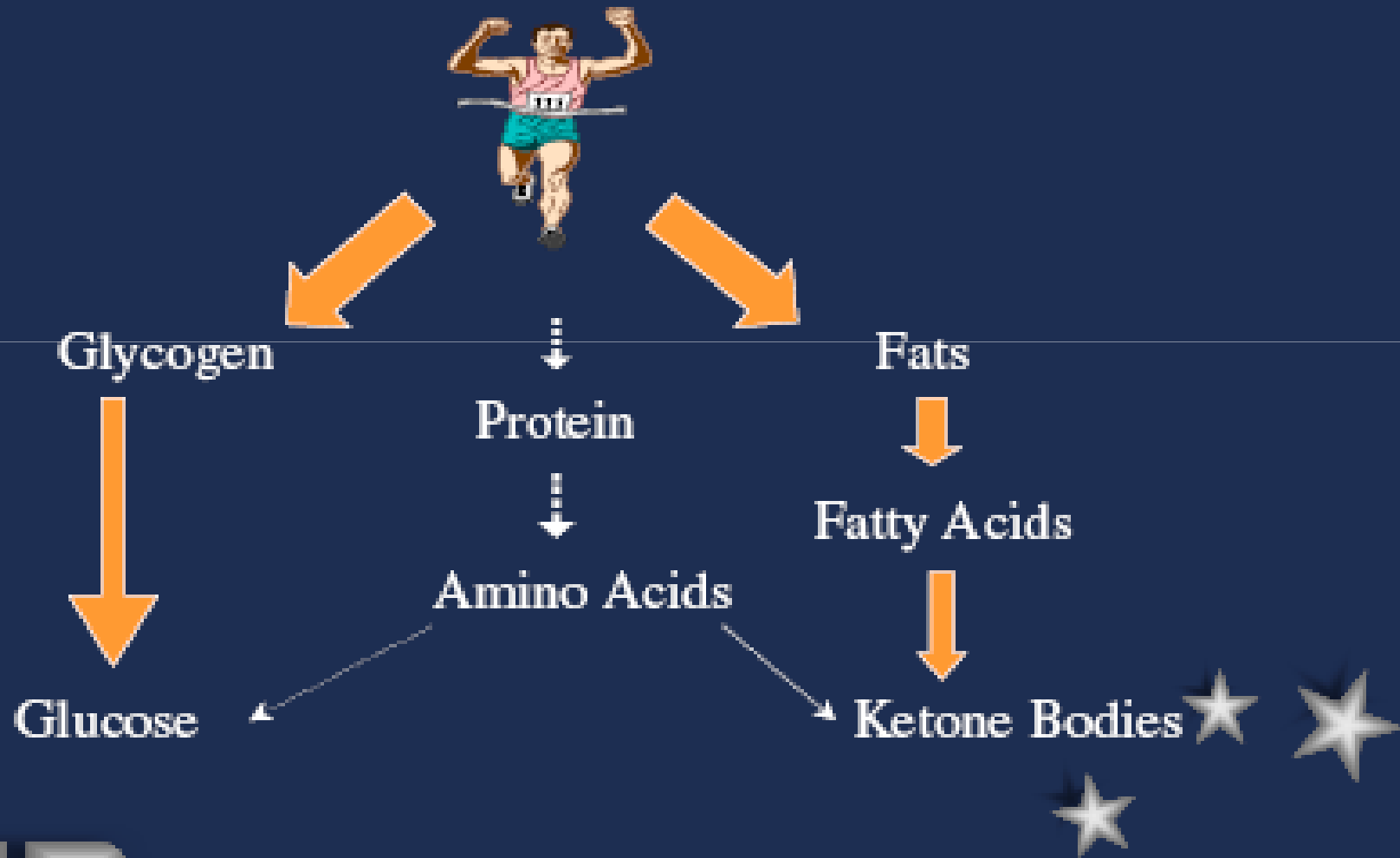
فإن أكسدة البيتا **تحفز وتنشط (+)** .

- إذا ازداد تركيز **السيترت** فإن هذا يثبط (-) أكسدة البيتا ،

لأن ازدياد تركيز السيترت يعكس وجود وفرة من

الـ **Acetyl CoA** التي بدورها **تثبط أكسدة البيتا** .

The Body's Energy Sources



الأجسام الكيتونية

□ تصنع الأجسام الكيتونية في الميتو كوندريا في خلايا الكبد

□ الأجسام الكيتونية هي:

١- **الأسيتوأسيتيت**

٢- **بيتا هيدروكسي بيوتائيريت**

٣- **الأسيتون**

□ هذه المركبات تصنع من **الأسيتيل CoA** في حالة الجوع الشديد أو الصيام الطويل حيث يزداد تكسير الأحماض الدهنية لإنتاج الطاقة كمصدر بديل للجلوكوز.

□ الإنتاج المتزايد من الأجسام الكيتونية يؤدي إلى حالة تسمى **الكيتوجينيسز**، و هي حلة فيسيولوجيا سامة و ضارة.

بايروفيت

أحماض امينية

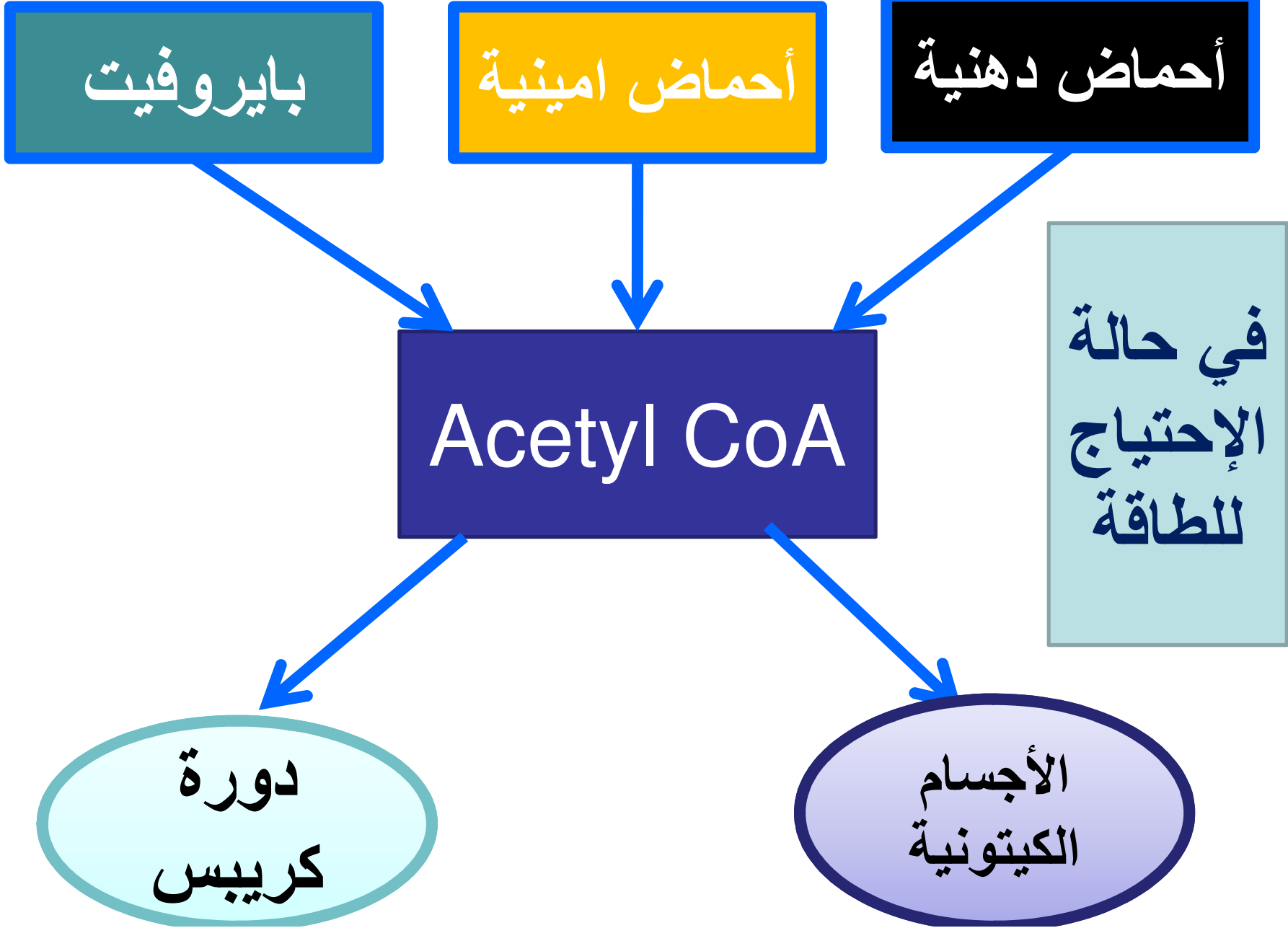
أحماض دهنية

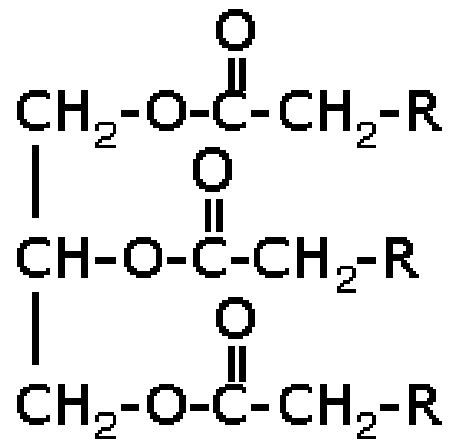
Acetyl CoA

في حالة
الإحتياج
للطاقة

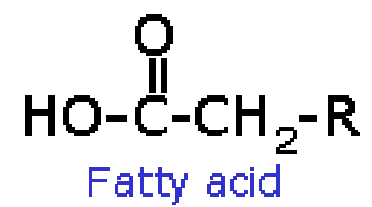
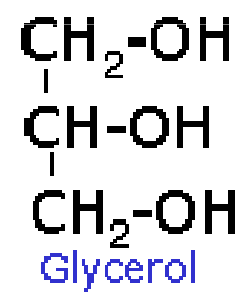
دورة
كربيس

الأجسام
الكيتونية





Triglyceride



Glyceraldehyde 3 P

Acetyl CoA

Gluconeogenesis Glycolysis

Citric Acid

Acetoacetate

TCA cycle

Ketone bodies

تكسير الدهون
لإنتاج الطاقة

