

第四章 脂質代謝

metabolisms of lipid

第一節 脂肪酸的代謝

一、脂肪酸的活化

1. 大於十二個碳的脂肪酸 (飲食攝入或細胞釋出的大多是十四個碳以上) 需要酵素催化活化反應，以及載具肉鹼 (carnitine) 的幫助下才可以進入粒線體。
 - (1) 脂肪酸在 fatty acyl-CoA synthetase 的作用下，消耗兩分子高能鍵，形成 fatty acyl-adenylate (中間產物)及兩分子Pi。
 - (2) Coenzyme A 藉由 fatty acyl-CoA synthetase 的作用下，產生 fatty acyl-CoA 並使 AMP 離去。
 - (3) 以上步驟發生於細胞質中 (尚未進入粒線體)。

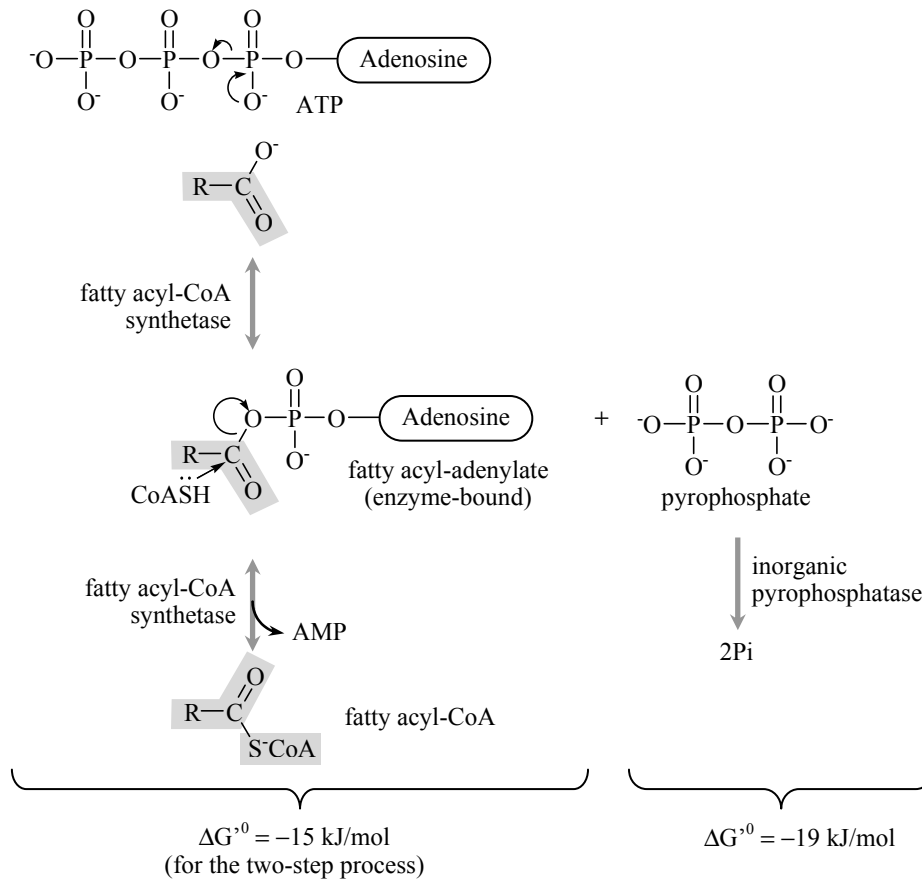


圖4-1 脂肪酸的活化

第二節 脂肪酸的氧化

一、β oxidation

1. 飽和脂肪酸的β oxidation

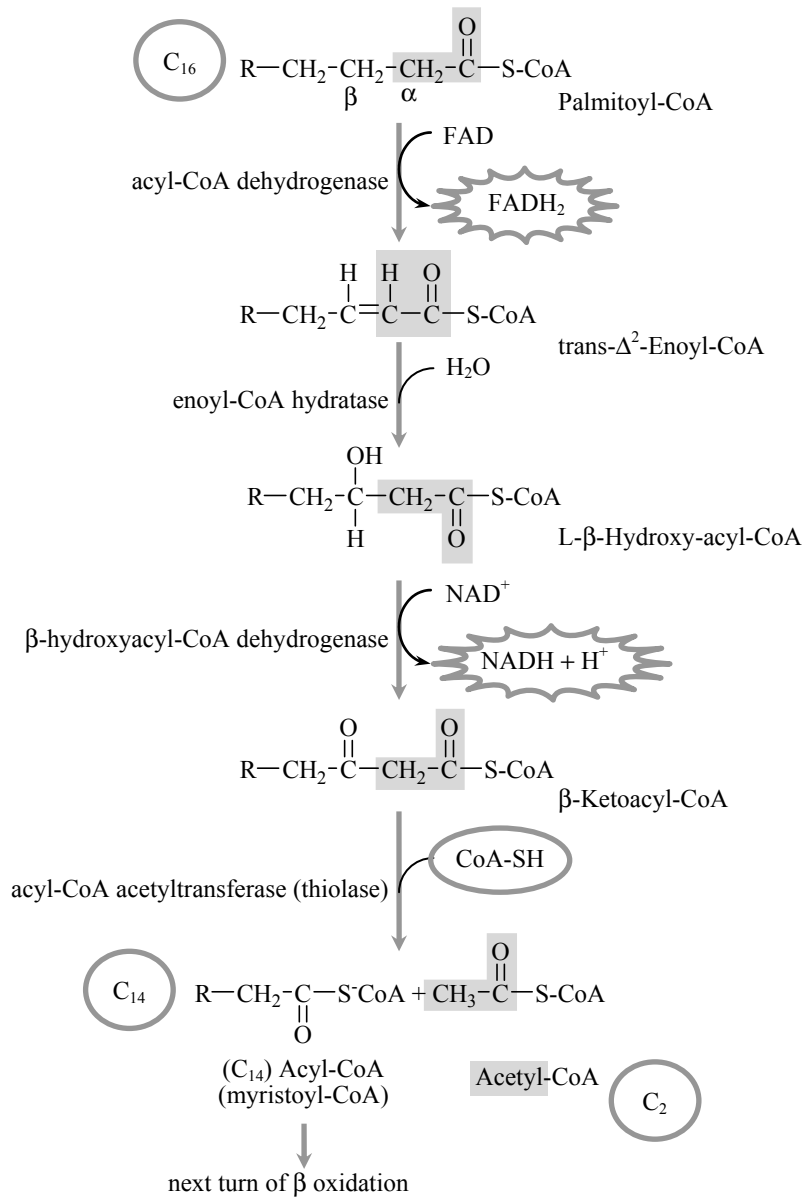


圖4-4 β oxidation



- (1) acyl-CoA dehydrogenase 在 α 、 β 碳之間進行脫氫反應形成雙鍵，產生 trans- Δ^2 -enoyl-CoA。電子轉移 FAD 形成 FADH₂。
 - (2) enoyl-CoA hydratase 將水分子加入，產生 L- β -hydroxyacyl-CoA。(此酵素只能作用 trans-form，若遇到 cis-form 會有其他的步驟)。
 - (3) β -hydroxyacyl-CoA dehydrogenase 將 -OH 基團氧化形成 β -ketoacyl-CoA，電子轉移 NAD⁺ 形成 NADH + H⁺。
 - (4) acyl-CoA acetyltransferase (thiolase) 催化加入一分子 CoA-SH，產生 acetyl-CoA。(此一步驟又稱作 thioolysis)。
- ◎ 整理：脫氫產生雙鍵→加水形成羥基→氧化形成酮類→CoA-SH 加入產生裂解，acetyl-CoA 形成。
- ◎ 以 palmitate (16C) 為例，能產生多少分子 ATP?

7次裂解產生7分子的 FADH ₂ 及NADH	$7 \times (1.5+2.5) = 28$
8分子的acetyl-CoA 進入 TCA cycle	$8 \times (3 \text{ NADH} + 1 \text{ FADH}_2) + 8 \text{ GTP}$ $= 8 \times (7.5 + 1.5) + 8$ $= 80$
活化時消耗2個高能鍵 (2ATP)	-2
總共 ATP 量	106

2. 不飽和脂肪酸的 β oxidation

- ◎ 以16 C之palmitoleoyl-CoA 為例：
- (1) 進行三次 β oxidation 之後，產生剩餘 10 個碳的 cis- Δ^3 -enoyl-CoA。
 - (2) 經過 cis- Δ^3 -enoyl-CoA isomerase 作用將雙鍵從C3-C4之間轉移至C2-C3，產生 trans- Δ^2 -enoyl-CoA。
 - (3) 在繼續進行加水、氧化形成酮類、以及裂解反應完成本次 β oxidation。
 - (4) 繼續進行 β oxidation 繼續移除 acetyl-CoA。

3. 多元不飽和脂肪酸的 β oxidation

- ◎ 不飽和脂肪酸的雙鍵在進行 β oxidation 時均會先產生 cis-form，因此都會需要 isomerase 作用。

【歷屆試題】

關於不飽和脂肪酸的氧化過程，下列敘述何者錯誤？

- (A) 需要烯醯—輔酶 A 異構酶 (enoyl-CoA isomerase) 將順式雙鍵轉成反式