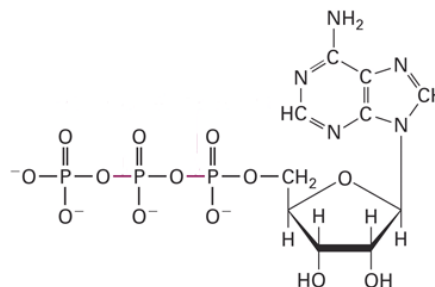


第2章 細胞の代謝 復習問題

- ・ 右上の化合物は何か？このヌクレオチドは DNA、RNA のどちら、または両方に存在するのか？この化合物はミトコンドリア内の主にどこで合成されるか？答えよ。



この化合物は、ATPであり、このヌクレオチドは、RNA中に存在する。この化合物は、ミトコンドリア内膜(クリステ)上に存在するATP合成酵素の触媒により合成される。

- ・ グルコースから最大量の ATP をつくるためには(A)、(B)、電子伝達系(呼吸鎖)での反応が必要である。これらのうち酸素を必要とするのはどれか？文中の(A)および(B)に当てはまる語句についても答えよ。

(A)は解糖系、(B)はクエン酸回路が当てはまる。また、これらのうち酸素を必要とするのは、電子伝達系とクエン酸回路である。電子伝達系では、NADHとFADH₂から電子が酸素分子に伝達されることで、すなわち、NADH や FADH₂ が酸素分子によって酸化される際に放出される自由エネルギーによって ADP とリン酸から ATP が作られている。クエン酸回路では、直接酸素分子は使用されていないが、NADHとFADH₂から酸素分子への電子の伝達によって酸化型の電子伝達体NAD⁺とFADが再生されるので、酸素分子が存在しないと NAD⁺と FAD の供給が途絶え、クエン酸回路は止まってしまう。

- ・ 解糖系で生じた電子は、どのような形で呼吸鎖に運ばれるかを説明せよ。その際にアミノ酸の果たす役割についても述べよ。

ミトコンドリア内膜はNADHを透過させないので、解糖系で生産された NADH のミトコンドリア内への輸送は、リンゴ酸-アスパラギン酸シャトルを利用して行われる。まず、細胞質のリンゴ酸ヒドロゲナーゼがNADHの電子をオキザロ酢酸に与えてリンゴ酸にする。ミトコンドリア内膜にある対向輸送体が 2-オキソグルタル酸との交換でリンゴ酸をマトリックスに送り込む。ミトコンドリア内のリンゴ酸ヒドロゲナーゼがリンゴ酸をオキザロ酢酸に戻し、マトリックスのNAD⁺をNADHにする。オキザロ酢酸はミトコンドリア内膜を通過できないので、グルタミン酸からアミノ基をもらいアスパラギン酸となる。マトリックスでのこのアミノトランスフェラーゼが触媒する反応によってグルタミン酸は 2-オキソグルタル酸になる。第二の対向輸送体がグルタミン酸との交換でアスパラギン酸を細胞質に出す。細胞質のアミノトランスフェラーゼがアスパラギン酸をオキザロ酢酸にすることでこのシャトルサイクルは完結する。

- ・ NADH から1対の電子が伝達されると約3分子の ATP が合成されるが、FADH₂ からだと約2分子しか合成されない。この電子対当りの ATP 合成量の違いは何によるのか説明せよ。

NADHから一対の電子が酸素分子に伝達される際(NADH-CoQ レダクターゼ(複合体 I)および CoQH₂-シトクロム c レダクターゼ(複合体 III)およびシトクロム c オキシダーゼ(複合体 IV)の多重タンパク質複合体を介した電子伝達鎖での反応)に 10 個の H⁺がマトリックスから膜間腔に汲み出され、ATP が約3分子生成される。

クエン酸回路で、コハク酸がフマル酸に酸化されると FADH₂ が生じる。FADH₂ の電子のエネルギー(43.4kcal/mol)は、NADH の電子のエネルギーより低く、FADH₂ (コハク酸)は、NADH とは別のタンパク質複合体(コハク酸-CoQ レダクターゼ(複合体 II))を介した電子伝達を行うので、マトリックスから汲み出される H⁺が少なく、pH 変化も小さくなる。このことが、1分子の FADH₂ の酸化で6個の H⁺がマトリックスから膜間腔に汲み出され、ATP が2分子しか生成されない原因である。