

RESPIRATORY BLOCK

Biochemistry Team ~ 430

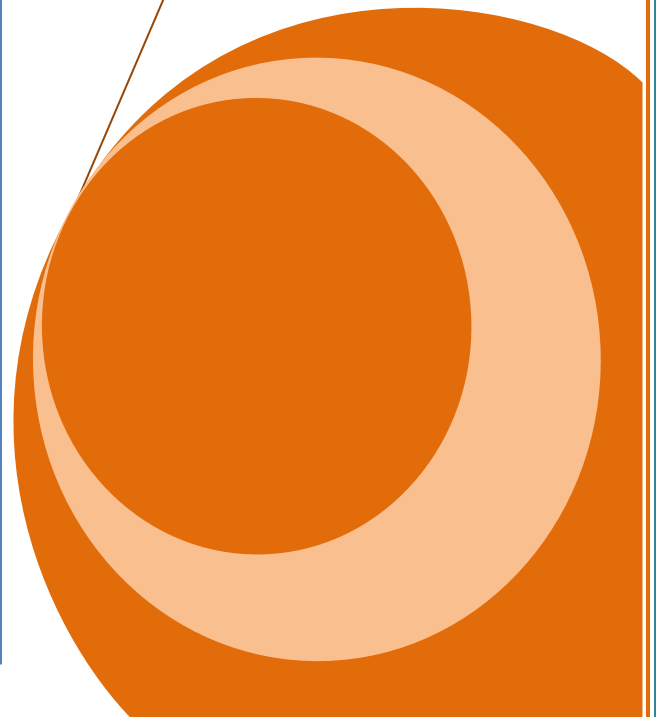
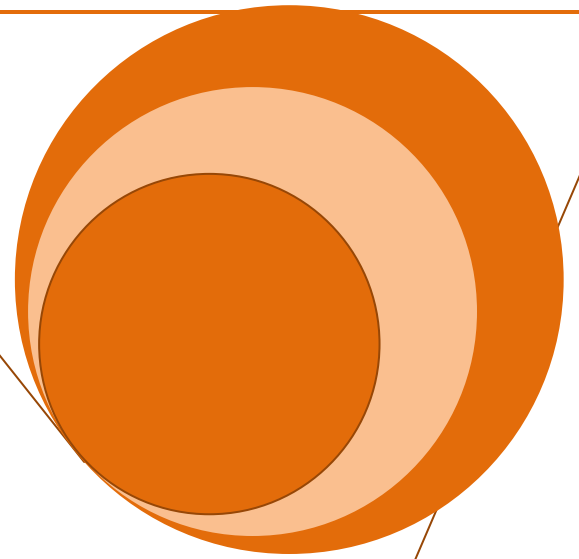
3rd Lecture

Electron Transport Chain (Respiratory Chain)

Done By :

هاشم المحمود .. عزام القشعمي
عبدالعزیز المنیع .. عادل الرشیدی

روابي الجمیعة
أمجاد بني علي .. لمی الجمعة
الهنوف الخلف .. عائشة جابر



• Electron Transport Chain (ETC) :

- A system of electron transport that uses respiratory O₂ to finally produce ATP (energy)
- Located in the **inner mitochondrial membrane**.
- Final common pathway of metabolism
- Electrons from food metabolism (**long sequences we took them before**) are transported to O₂
- Uses maximum amount of body's oxygen

و باختصار هذه العملية عبارة عن تحليل لـ NADH & FADH₂ (حاملات الطاقة) ، تحمل الطاقة (الالكترون) الناتج من عملية أيض الطعام إلى ETC

في آخر عملية النقل

يتحد الالكترون مع جزئ الأكسجين و أيونات الهيدروجين مكونة بذلك جزئ ماء

و كذلك يتحول الـ ADP + Pi إلى ATP

ناتج العملية :

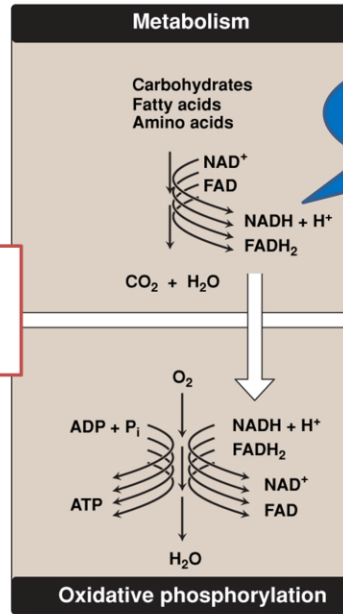
جزئ ماء + ATP

التفاصيل القادمة

Metabolic breakdown of energy-yielding molecules

تذكر :
عملية اختزال = اكتساب إلكترون
عملية أكسدة = فقد إلكترون

NADH & FADH₂ → reduced form
NAD⁺ & FAD → oxidized form



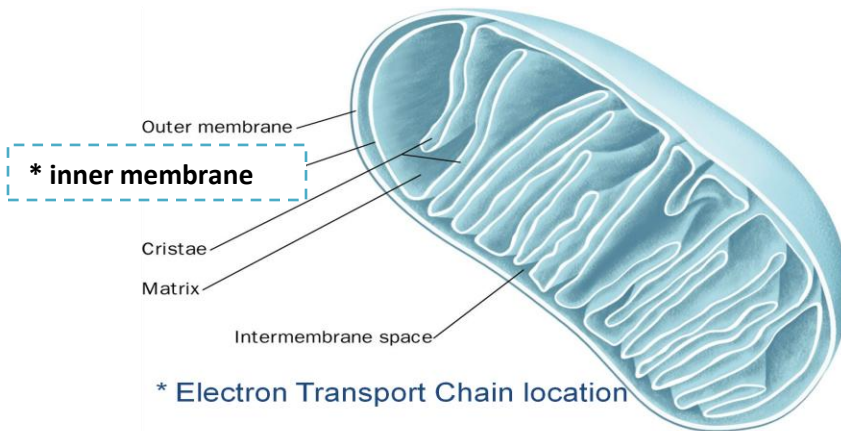
Energy-rich reduced coenzymes

Here the enzymes for reduction

Here the enzymes for oxidation

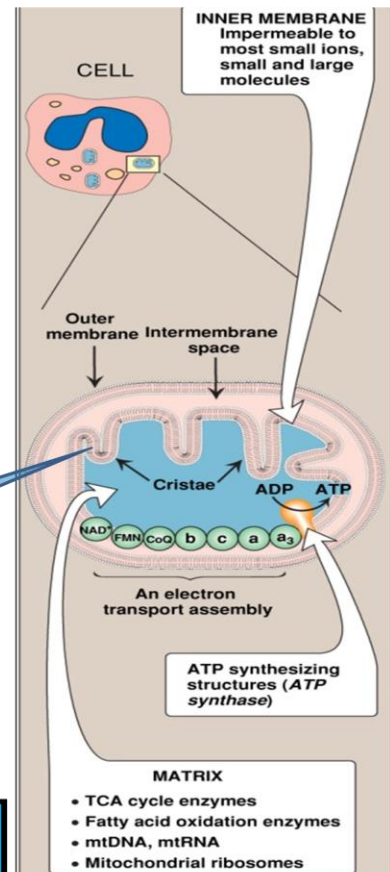
Excess energy generates heat

مرحلة الـ Oxidative Phosphorylation تكون بآخر سلسلة النقل الإلكتروني (ATP synthase)



Cristae increase the surface area

يقصد هنا أن الكرسطي مطوية مما يزيد من مساحة Surface area بالتالي يزيد من إنتاج الطاقة



- **Components of ETC :**

- All components are located **in the inner mitochondrial membrane (IMM)**
- IMM contains **5 complexes**:
 - **Complex I, II, III, IV (part of ETC)**
 - **Complex V (ATP synthase)** that catalyzes ATP synthesis
 - **Mobile** electron carriers
 - **CoQ**
 - **Cytochrome c**

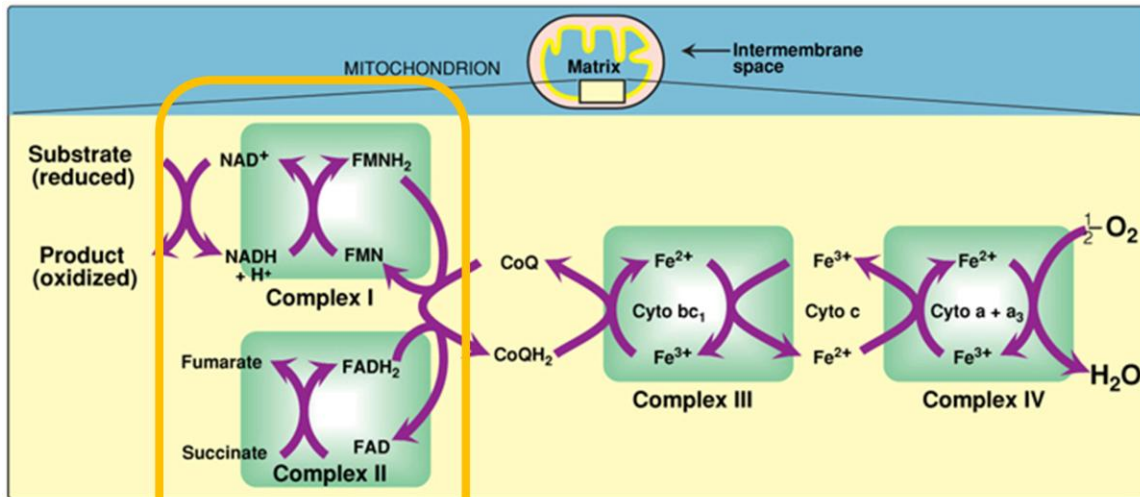
these two Mobile electron carriers will be used between two complexes

.....

- **Organization of ETC :**

- Each complex accepts or donates **electrons** to mobile carriers
- Carriers accept electrons from donors and then donate to the next carrier in chain
- Electrons finally combine with oxygen and protons to form water
- Oxygen is required as **a final acceptor** (respiratory chain)

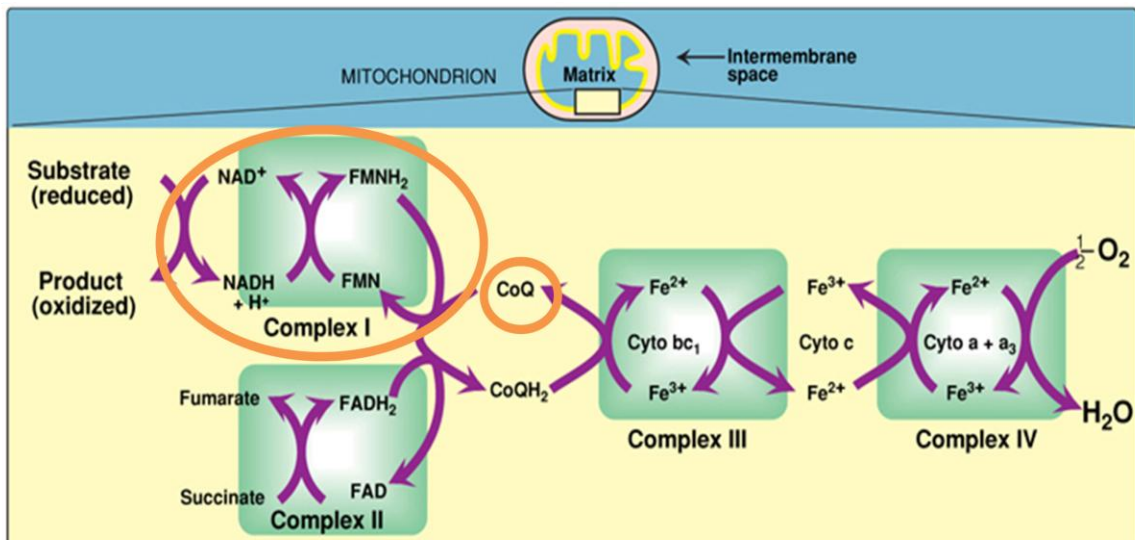
Electron Transport Chain



These two complexes are part of the TCA cycle

• Complex I – NADH Dehydrogenase :

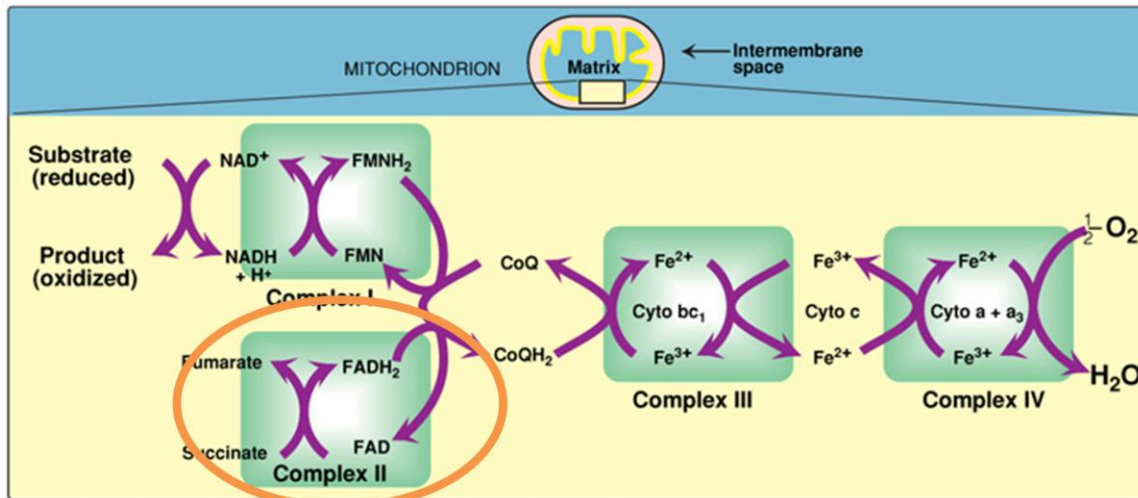
- This complex collects the pair of electrons from NADH and passes them to CoQ



في نهاية أول كومبلكس ، يأتي الكوانزيم كيو و يكتسب الإلكترون (يحصل له ريدكشن) لينقله للكومبلكس الثاني

- **Complex II – Succinate dehydrogenase :**

- It is also a **part of the TCA cycle**
- Transfers electrons to CoQ



Copyright © 2008 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins

في الكومبلكس الثاني ،
هنا يأتي الـ FADH₂ و يمنح الالكترون مباشرة لـ CoQ
يختلف عن الـ NADH في الكومبلكس الأول
و كلهم في النهاية ينقلون الالكترون للكومبلكس الثالث

- **Coenzyme Q (CoQ) :**

- Also called **ubiquinone** **معناها في كل مكان** (ubiquitous in biological systems)
- A **non-protein** member of the ETC
- Lipid soluble and **mobile** **مهم**

تذكر إننا قلنا ما يدخل الا اللبد سوليبل

كل مكونات الـ ETC بروتينية التركيب ، إلا الـ CoQ

• Cytochromes :

- Each cytochrome is a protein that contains
 - Heme group (porphyrin ring + iron in Fe^{3+} state)
- When cytochromes accept electron
 - Fe^{3+} is converted to Fe^{2+}
 - Fe^{2+} is reoxidized to Fe^{3+} when it donates electrons to the next carrier

الحديد اللي في الكومبلكس ٣ يكون ثلاثي الشحنة ، يكتسب إلكترون من CoQ فتحدث له عملية إختزال ، و يُصبح ثنائي الشحنة ثم تحدث له عملية أكسدة (فقد للإلكترون) ليمنحه للناقل التالي و يرجع ليكون ثلاثي الشحنة
و هكذا في كل مرور للإلكترونات

• Complex III and IV :

- Complex III: Cytochrome **bc₁**
- Complex IV: Cytochrome **a + a₃**

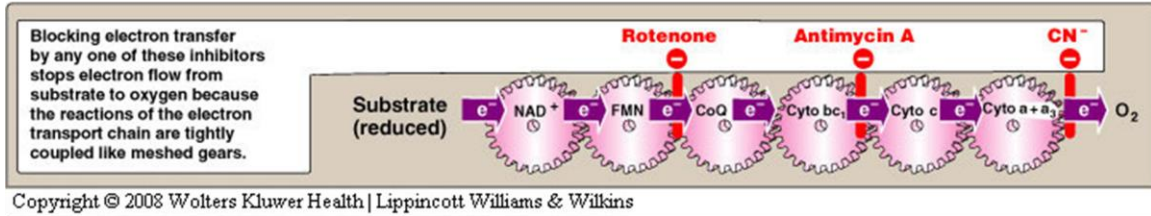
Electrons flow from:

CoQ → Complex III → Cyt. c → Complex IV



هذا الثاني من الـ Mobile electron carriers

Site-specific inhibitors of ETC



صورة معبرة جدا نستفيد منها أن :
إذا وقفنا محرك واحد من هذه المحركات تعطل الكل ولما تتحرك وحده الباقيات تتحرك

The Inhibitors will inhibit ETC pathway, and this leads to stop the aerobic form and change it to the anaerobic form. Then increasing in the lactic acid

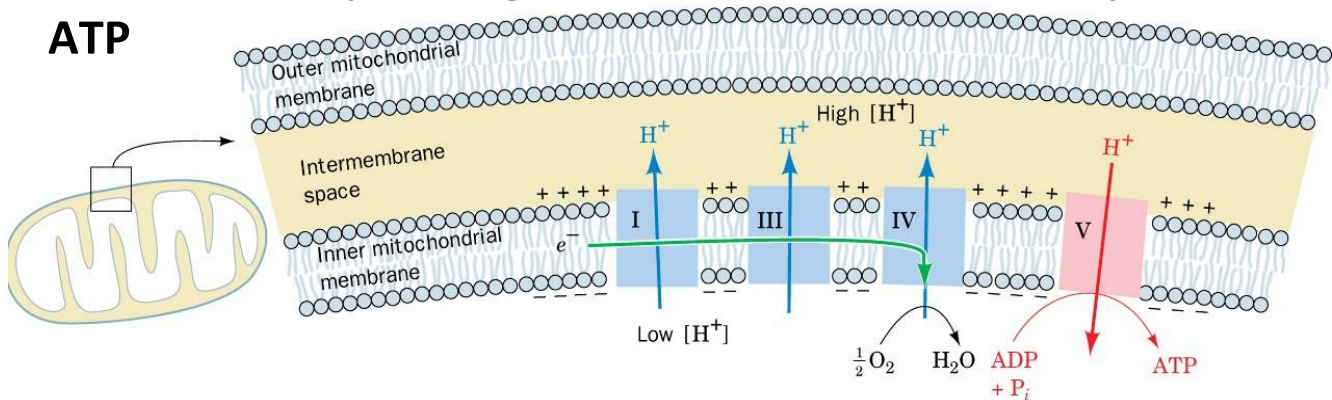
• ETC is coupled to proton transport for ATP synthesis :

- The energy of electron transfer is used to drive the protons out of the matrix

(يعني تدخل الـ inter membrane space)

- It is done by complexes I, III and IV (proton pumps) الكومبلكسات الزرقاء في الصورة

- This creates a proton gradient across the IMM to synthesize ATP



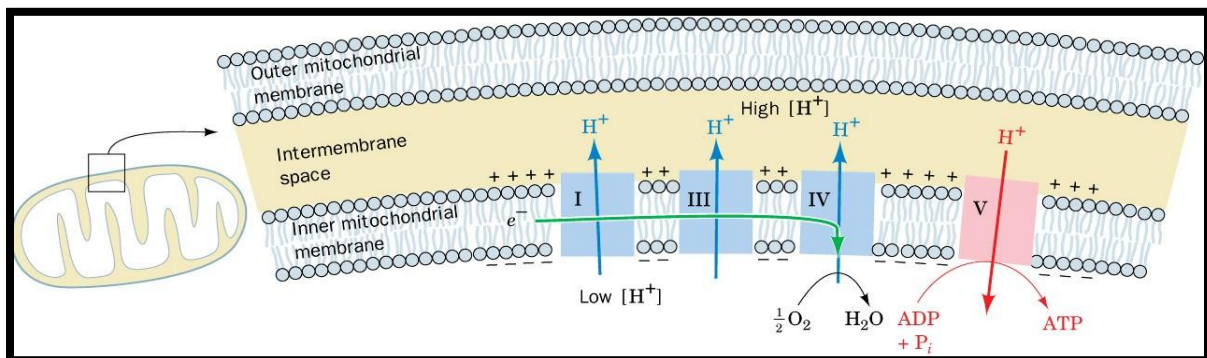
Coupling of electron transport (green arrow) and ATP synthesis

خلال عملية نقل الإلكترون من كومبلكس لآخر
تنتقل البروتونات (H^+) من الـ Matrix الى
intermembrane space

عن طريق الكومبلكسات و الناقلات في الانترميمبرين ،
والطاقة اللازمة لنقل البروتون تؤخذ من حركة
الالكترون خلال السلسلة.

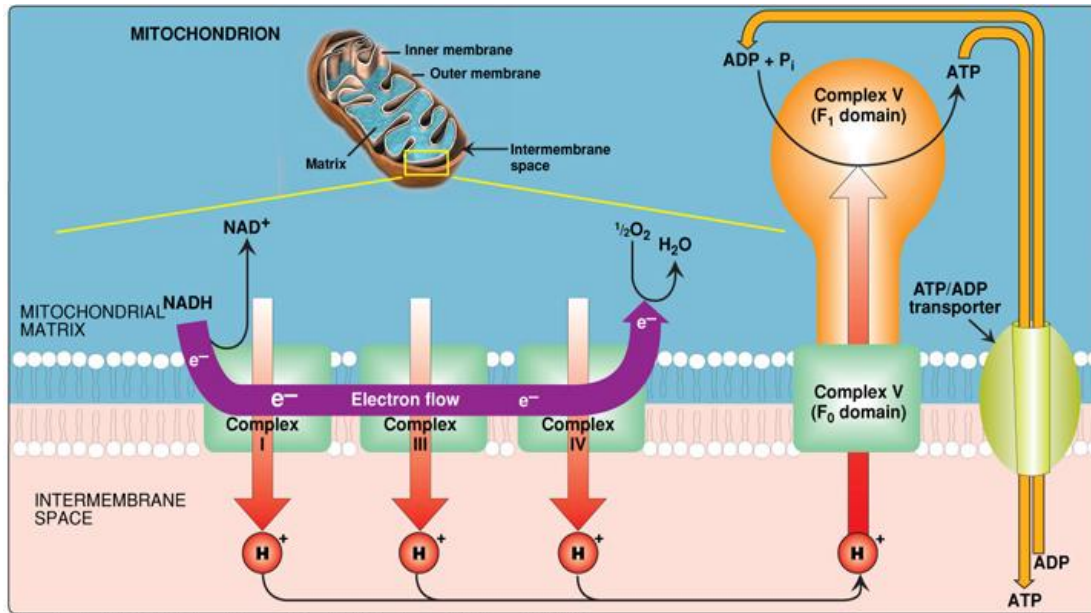
و لذلك ، يكون تركيز الـ H^+ في الانترميمبرين سبيس
عالي جدا (حمضي) بسبب استمرار ضخه خلال العملية.

عند الكومبلكس الرابع ، يتحد الإلكترون المنقول و أيونات
الهيدروجين و جزئ الأكسجين الموجودة في الميتريكس فيكونوا
جزئ الماء.



• **ATP synthase (Proton Channel) :**

- **ATP synthase (Complex V) synthesizes ATP**
- **Consists of two domains:**
 - **F₀ – membrane spanning domain**
 - **F₁ – extramembranous domain**



Copyright

يقوم هذا الكومبلكس (الخامس) بتصنيع الـ ATP عن طريق تمرير البروتونات من الانترميمبرين سبيس إلى الميتريكس.

خلال مرور البروتون .. يُحدث إلتفاف بـ F₁ domain و هذا الالتفاف يجعله انزيم نشط فيقوم بفسفرة الـ ADP+pi الموجودة بالميتريكس إلى ATP.

بمعنى آخر ، الطاقة الناتجة عن حركة البروتون بالكومبلكس يُستفاد منها بتصنيع الـ ATP

و تصنيع الـ ATP بهذه الطريقة تُسمى
Oxidative Phosphorylation

- **Energetics of ATP synthesis :**

- The energy required for phosphorylation of ADP to ATP = 7.3kcal/mol



Energy produced from the transport of a pair of electrons from

NADH to O₂ = 52.58 kcal

- No. of ATP molecules produced is 3
- (NADH to O₂)
- Excess energy is used for other reactions or released as heat

NADH produce 3 ATP only
 $52.58 - (7.3 * 3) = 30.95$
 therefore, 30.95 released as Heat

.....

- **P:O ratio :**

- **ATP made per O atom reduced**

- For NADH

Important

- **P:O = 3:1**

ينتج ثلاثة أي تي بي لكل أكسجين واحد

- For FADH₂

- **P:O = 2:1**

ينتج اثنين أي تي بي لكل أكسجين واحد

• Inhibitors of ATP synthesis :

1-Oligomycin:

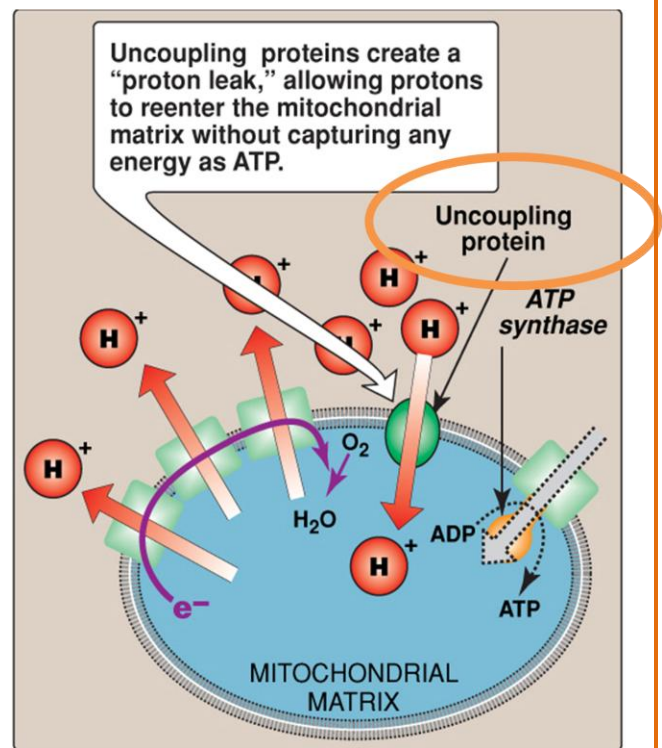
- Binds to F_0 domain of ATP synthase and closes the H^+ channel

هنا يتم اغلاق الطريق على البروتونات من أن تذهب مع الانحدار خلال ATP synthase

2-Uncoupling proteins (UCPs):

- Create proton leaks (allow protons to reenter the matrix without ATP synthesis)
- Energy is released as heat
- (nonshivering thermogenesis)

هنا يتم فتح معبر للبروتونات
فتمر خلال الـ UCPs دون أن تمر بـ ATP synthase
وبالتالي لا يتم صناعة الـ ATP



Good Luck