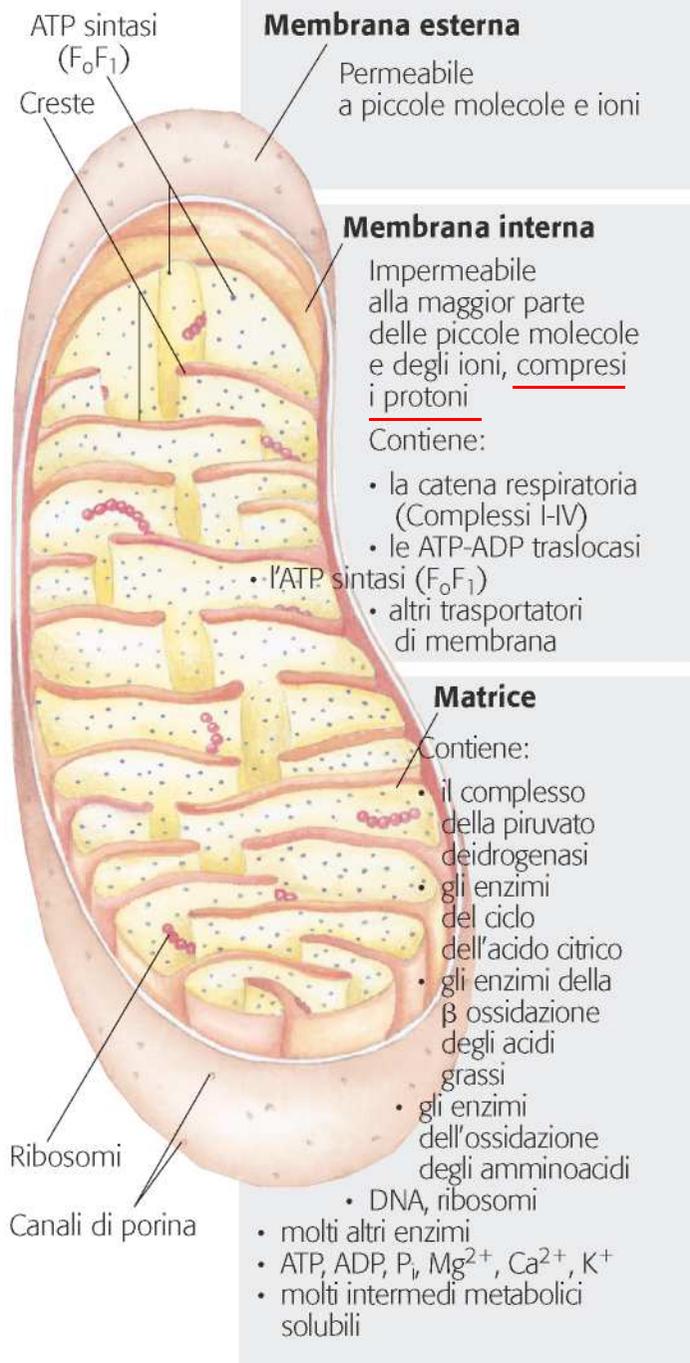


# **Fosforilazione ossidativa**

**La fosforilazione ossidativa è la sintesi di ATP guidata dal trasferimento di elettroni all'ossigeno.**

*Tutte le tappe enzimatiche della degradazione ossidativa dei carboidrati, acidi grassi e amminoacidi nelle cellule aerobiche convergono sulla tappa finale della **respirazione cellulare**, in cui gli elettroni passano dagli intermedi catabolici all'ossigeno, generando energia necessaria alla sintesi di ATP da ADP e Pi.*

La fosforilazione ossidativa avviene nei mitocondri (membrana interna).



## Catena di trasporto elettronica

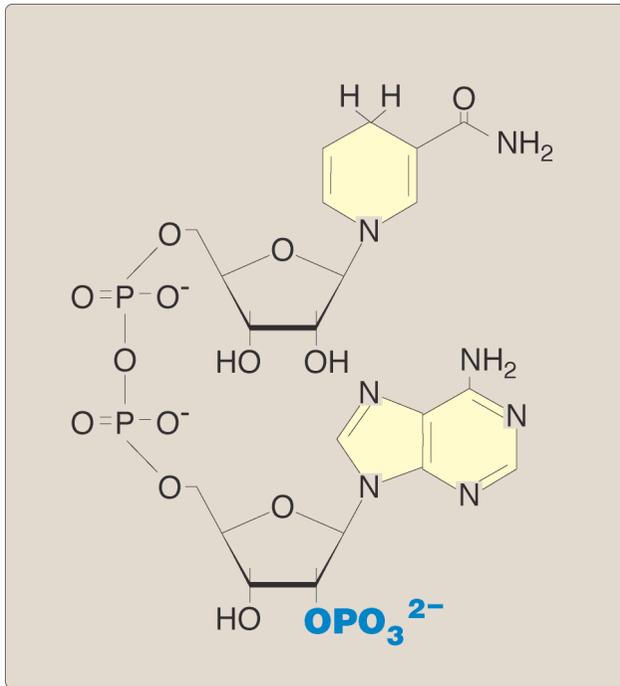
- Trasferisce  $H^+$  ed  $e^-$  dai coenzimi NADH e  $FADH_2$
- l'energia viene rilasciata lungo la catena per formare ATP



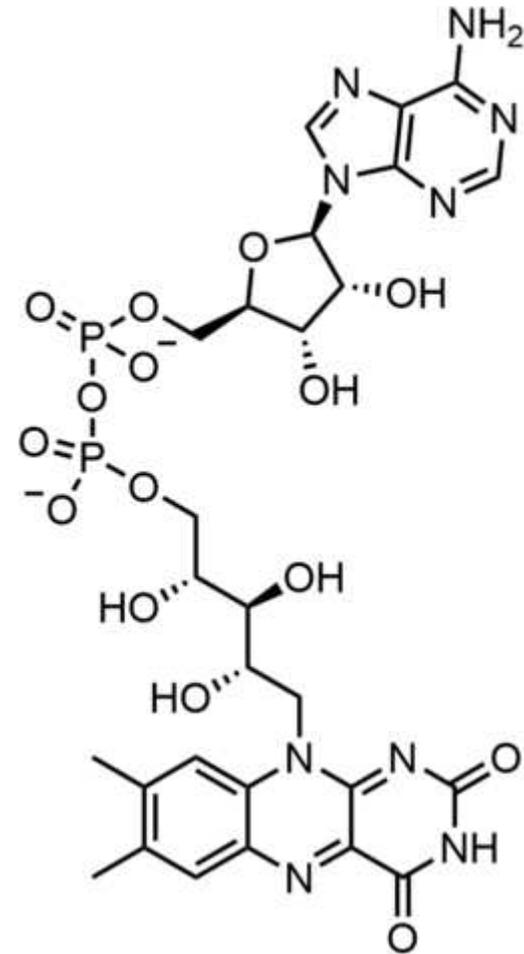
$O_2$  accettore finale degli elettroni



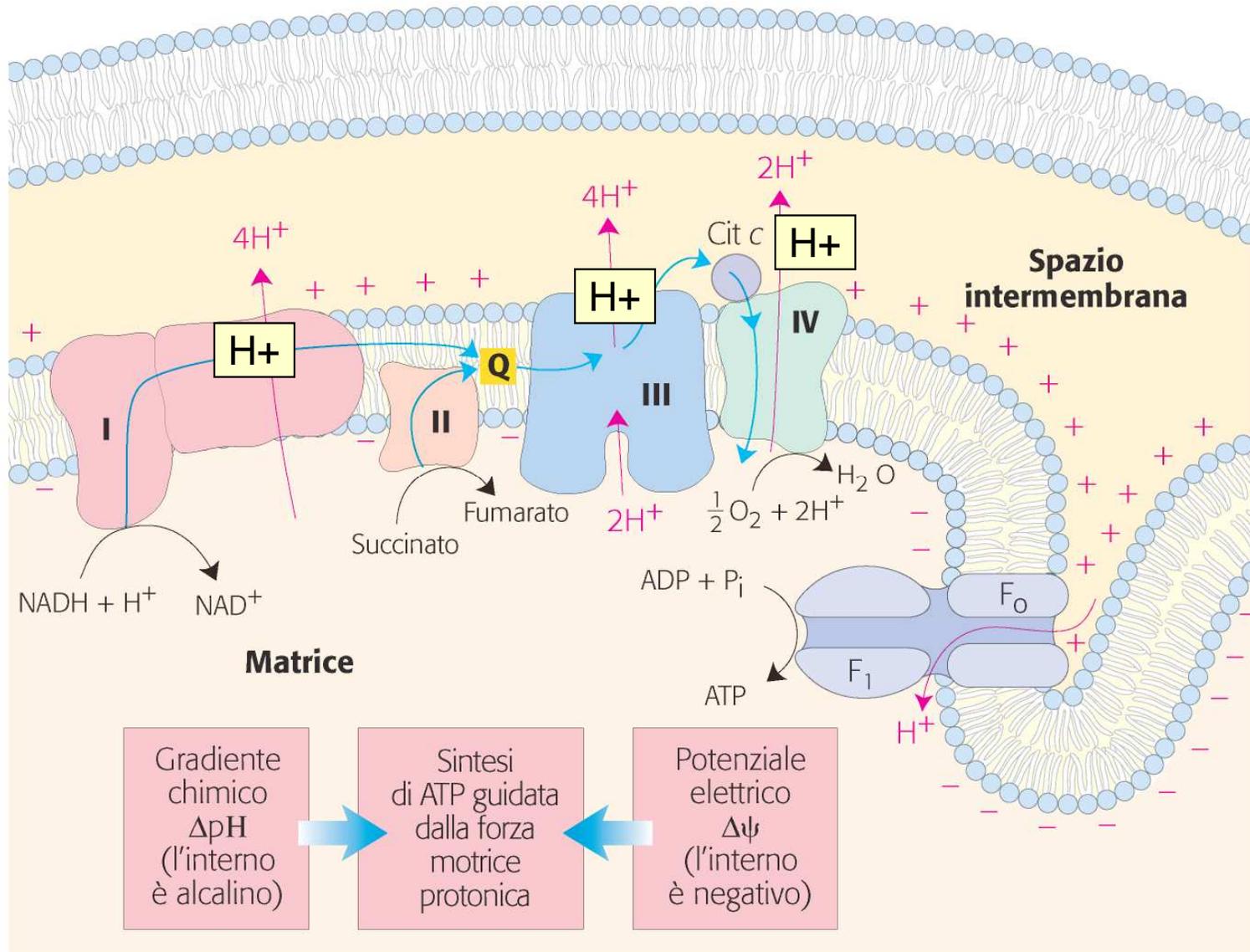
**NELLA CATENA RESPIRATORIA** la sintesi di ATP  
e' accoppiata al flusso di elettroni



NADPH (NADH senza fosfato)  
=NicotinamideAdeninaDinucleotide



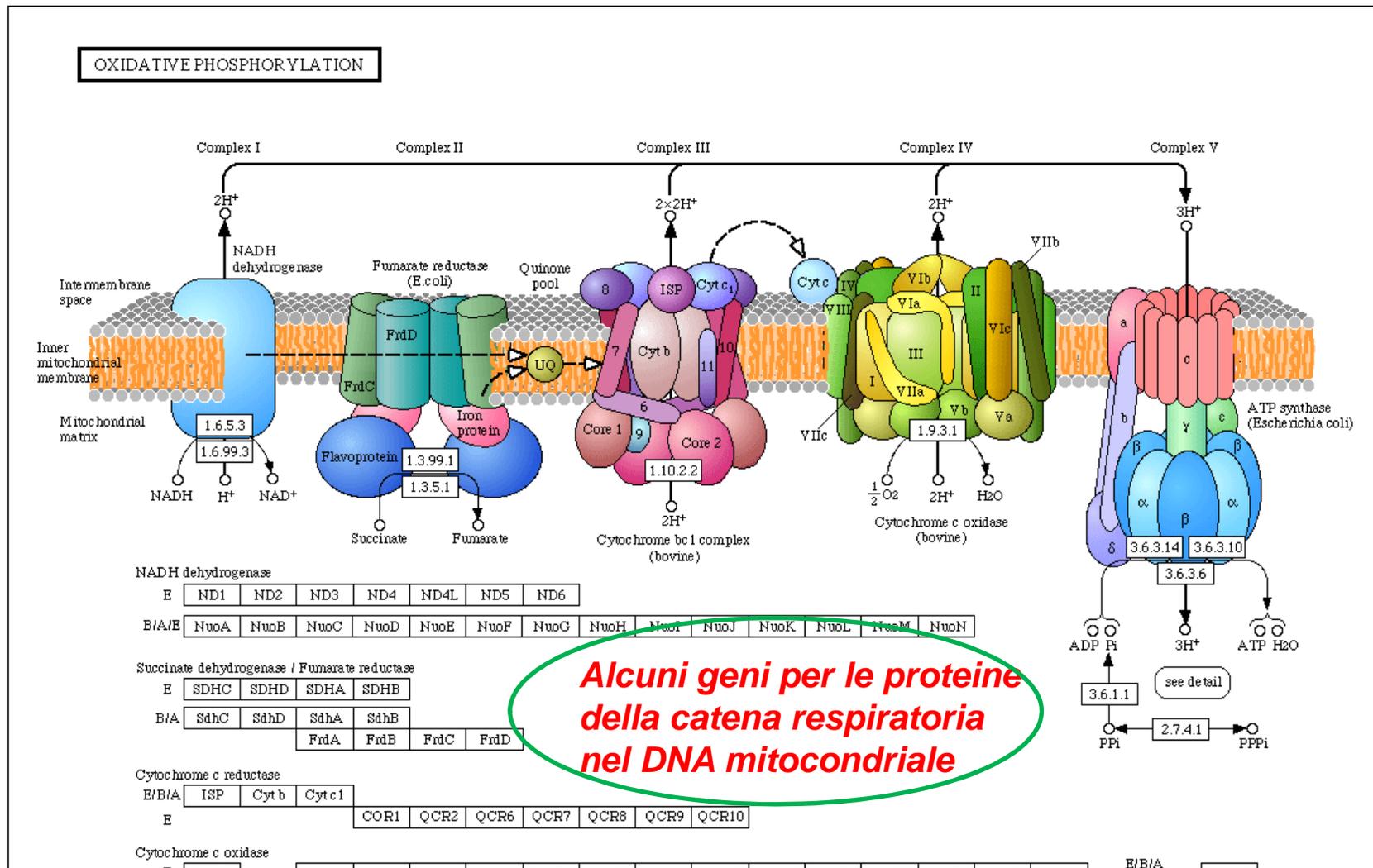
FAD  
=FlavinaAdeninaDinucleotide



La proteina canale TERMOGENINA nella membrana mitocondriale interna del **TESSUTO ADIPOSO BRUNO** è un disaccoppiante naturale

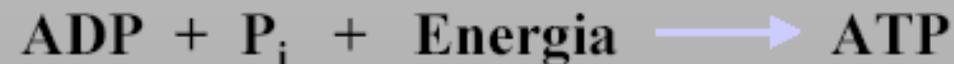
Tutti i complessi proteici sono formati da molte subunità e contengono una serie di coenzimi redox legati alle proteine, le flavine (FMN e FAD nei complessi I e II rispettivamente), i gruppi eme e i centri Fe/S (Fe non eme).

Il complesso IV è bloccato dagli ioni  $CN^-$  e dall'ossido di carbonio.



## Trasportatori di elettroni

- Si trovano in quattro complessi proteici
- Sono parte della membrana interna dei mitocondri
- $H^+$  si accumulano nello spazio intermembrana creando un gradiente protonico
- Gli  $H^+$  ritornano alla matrice mitocondriale attraverso la ATP sintetasi che usa l'energia per produrre ATP
- Fosforilazione ossidativa



**Gli ormoni tiroidei stimolano la catena respiratoria**

**L'ADP è un regolatore della catena respiratoria**

## APPENDICE CHIMICA

Tabella 13.1 Alcuni potenziali redox di particolare interesse nei sistemi di ossidazione dei mammiferi

Sistemi	$E'_0$ volt
$H^+/H_2$	-0,42
$NAD^+/NADH$	-0,32
Lipoato; forma ossid./rid.	-0,29
Acetoacetato/3-idrossibutirrato	-0,27
Piruvato/lattato	-0,19
Ossalacetato/malato	-0,17
Fumarato/succinato	+0,03
Citocromo <i>b</i> ; $Fe^{3+}/Fe^{2+}$	+0,08
Ubichinone; forma ossid./rid.	+0,10
Citocromo $c_1$ ; $Fe^{3+}/Fe^{2+}$	+0,22
Citocromo <i>a</i> ; $Fe^{3+}/Fe^{2+}$	+0,29
Ossigeno/acqua	+0,82

**Applicazioni pratiche utili delle reazioni redox** sono per es. le **PILE** anche chiamate **CELLE VOLTAICHE** o **GALVANICHE** e sono uno dei 2 tipi di celle elettrochimiche (= sistemi in cui una reazione redox viene utilizzata per produrre o utilizzare energia elettrica).

**LE PILE TRASFORMANO ENERGIA CHIMICA REDOX IN ENERGIA ELETTRICA**

La tendenza di un reagente a donare o acquistare e<sup>-</sup> può essere quantificata come **potenziale di ossidoriduzione o redox (E<sup>0</sup>)**, che è un valore di riferimento al potenziale redox dell'H (=0 a pH 0).  
+ il valore è +, > è la tendenza ad acquistare e<sup>-</sup>.

### A pH 7 E<sup>0'</sup>

La posizione relativa dei sistemi redox nella tabella permette di conoscere il senso del flusso di e<sup>-</sup> da una coppia redox a un'altra.

**Table 9.2 Standard Reduction Potentials**

Reduction Half-Reaction	E <sup>0</sup> (V)
Au <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Au	+1.42
O <sub>2</sub> + 4H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + 4e <sup>-</sup> → 6H <sub>2</sub> O	+1.229
Pt <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Pt	+1.2
Hg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Hg	+0.851
Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Ag	+0.7996
Fe <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup> → Fe <sup>2+</sup>	+0.770
O <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O + 4e <sup>-</sup> → 4OH <sup>-</sup>	+0.401
Cu <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cu	+0.3402
2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → H <sub>2</sub>	0.000
Pb <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Pb	-0.1263
Sn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Sn	-0.1364
Ni <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ni	-0.23
Cd <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cd	-0.4026
Fe <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Fe	-0.409
Cr <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Cr	-0.74
Zn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Zn	-0.7628
Al <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Al	-1.706
Mg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Mg	-2.375
Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Na	-2.709
Ca <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ca	-2.76
K <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → K	-2.924
Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Li	-3.045

Increasing activity

Increasing potential to be reduced

## ***I mitocondri e l'apoptosi***

APOPTOSI = Morte cellulare programmata

***può iniziare tramite la formazione di pori sulla membrana mitocondriale***

**che rilasciano il citocromo C nel citosol, il quale,**

in una sede diversa da quella in cui opera nella catena respiratoria, insieme ad altri

fattori, **attiva gli enzimi proteolitici caspasi**