

METABOLISMO-NUTRICIÓN.

SEGUNDO SEMESTRE.

PRIMER AÑO.

TEMA 2: RESPIRACIÓN CELULAR.

CONFERENCIA 3.

TÍTULO: CADENA RESPIRATORIA

MSc. Ileana Rodríguez

SUMARIO

- 1. Transporte de electrones.** Características Generales. Organización estructural y funcional de sus componentes.
 - **Formación del gradiente electroquímico.**
- 2. Fosforilación oxidativa.** Características Generales. ATP Sintetasa.
 - **Teoría Quimiosmótica.**
- 3. Respiración celular.** Unidad funcional de sus procesos. Regulación. Inhibidores y desacopladores.

Objetivos

- Definir los conceptos de TE y FO.
- Citar los componentes de la cadena transportadora de electrones.
- Mencionar las características generales de la CTE y de la FO.
- Expresar el significado biológico de la CTE y de la FO.
- Mencionar las interrelaciones entre los procesos de la RC.

Motivación:

¿Por que cuando se ingiere altas dosis de barbituricos podemos morir?

CADENA TRANSPORTADORA DE ELECTRONES



Proceso mediante el cual los equivalentes de reducción de los cofactores reducidos, provenientes del ciclo de Krebs y otras vías metabólicas, reaccionan con el oxígeno de forma gradual, formando agua y liberando energía.

COMPLEJOS DE LA CADENA RESPIRATORIA

- I. NADH-CoQ reductasa.
- II. Succínico-CoQ reductasa.
- III. CoQH₂ (Citocromo c reductasa).
- IV. Citocromo c oxidasa.

**Transportadores
de
Electrones**



TRANSPORTADORES DE LA CADENA

DE HIDRÓGENO

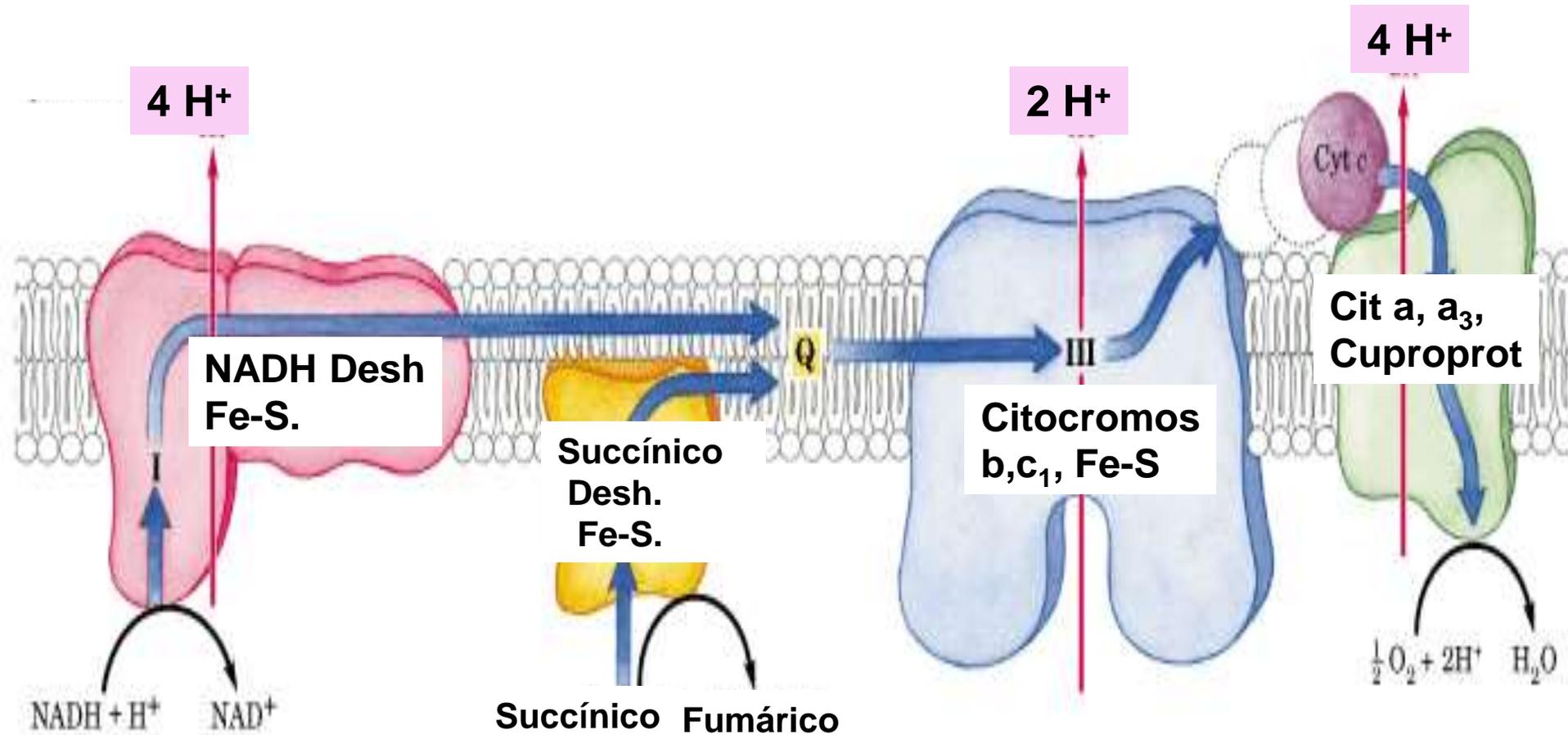
- **Coenzima Q**
- **Flavoproteínas**

DE ELECTRONES

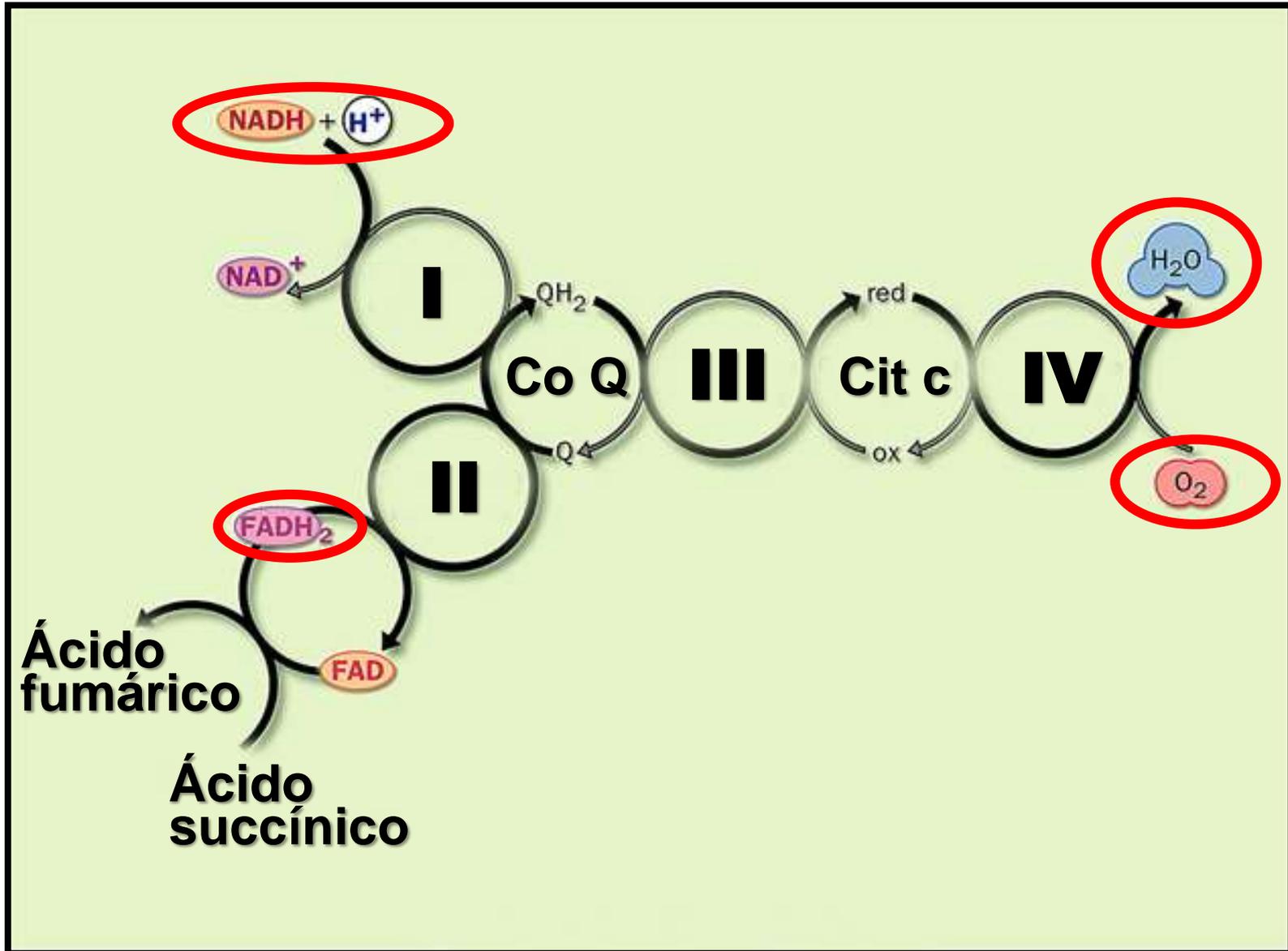
- **Citocromos**
- **Ferrosulfoproteínas**
- **Cuproproteínas**



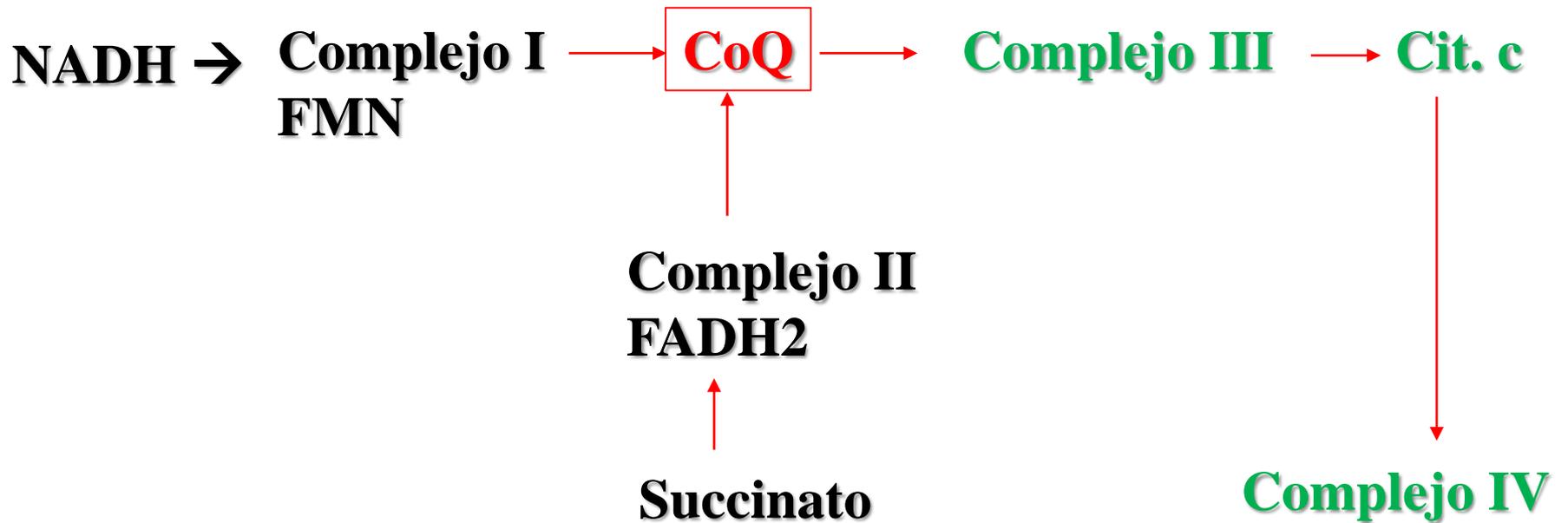
Organización de los componentes



CADENA TRANSPORTADORA DE ELECTRONES

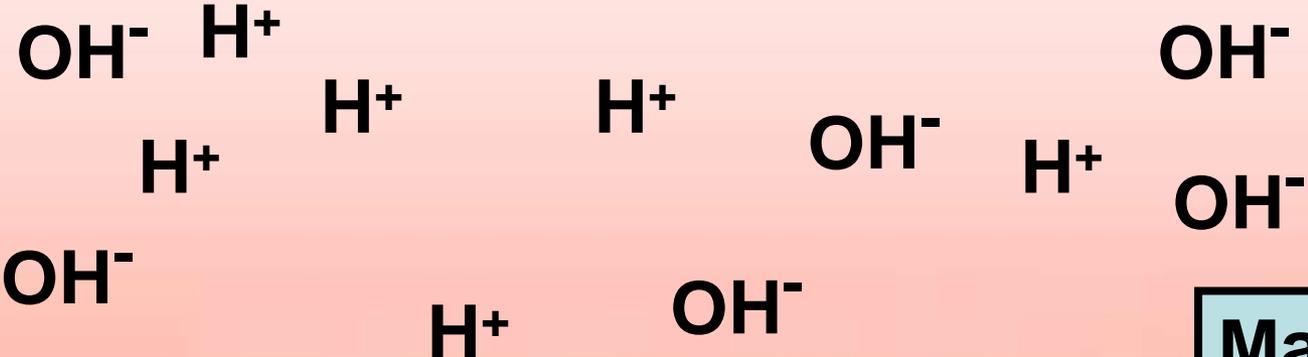
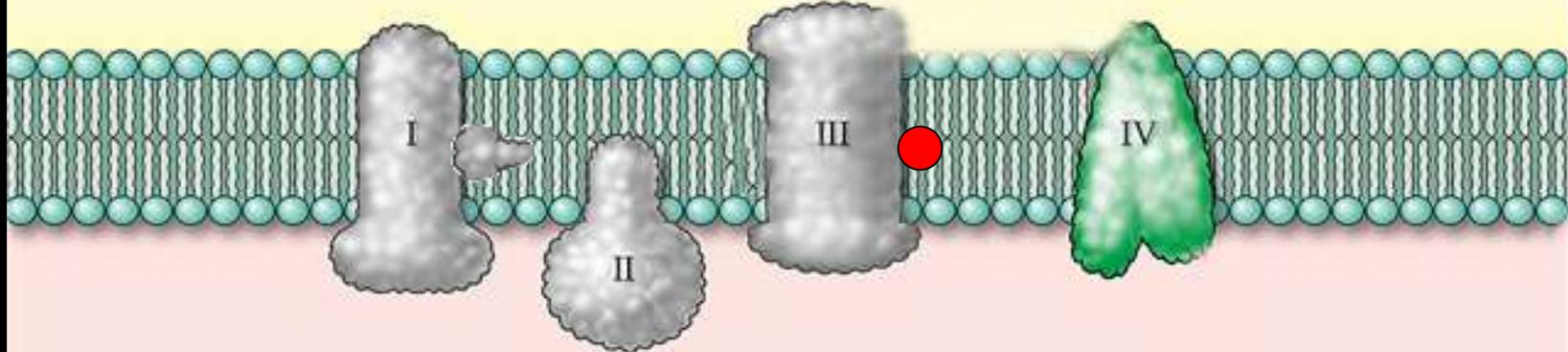


4 COMPLEJOS ENZIMÁTICOS Y TRES BOMBAS H⁺



DISPOSICIÓN DE LOS COMPLEJOS

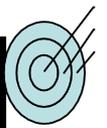
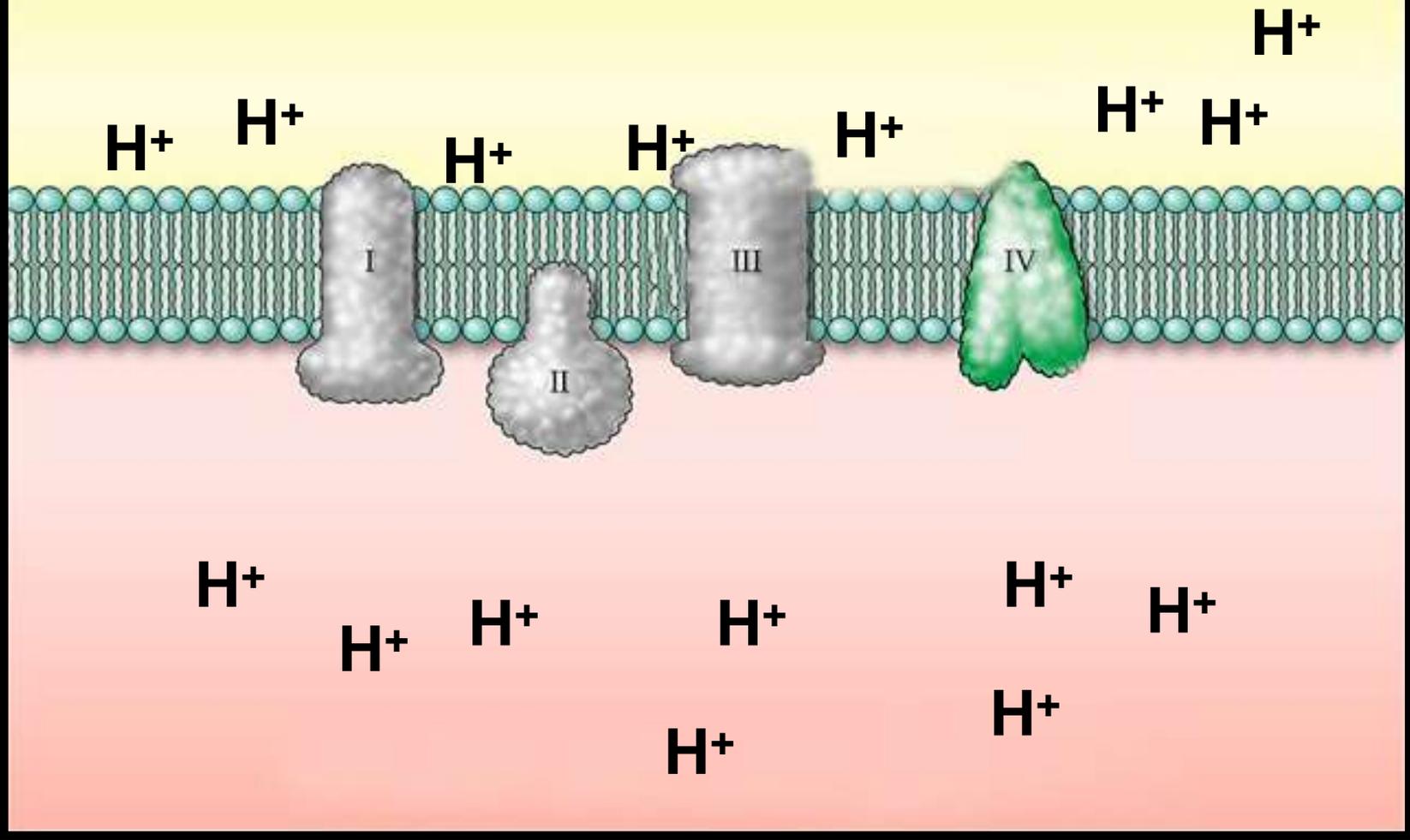
Espacio intermembranoso



Matriz



Espacio intermembranoso



Motivación:

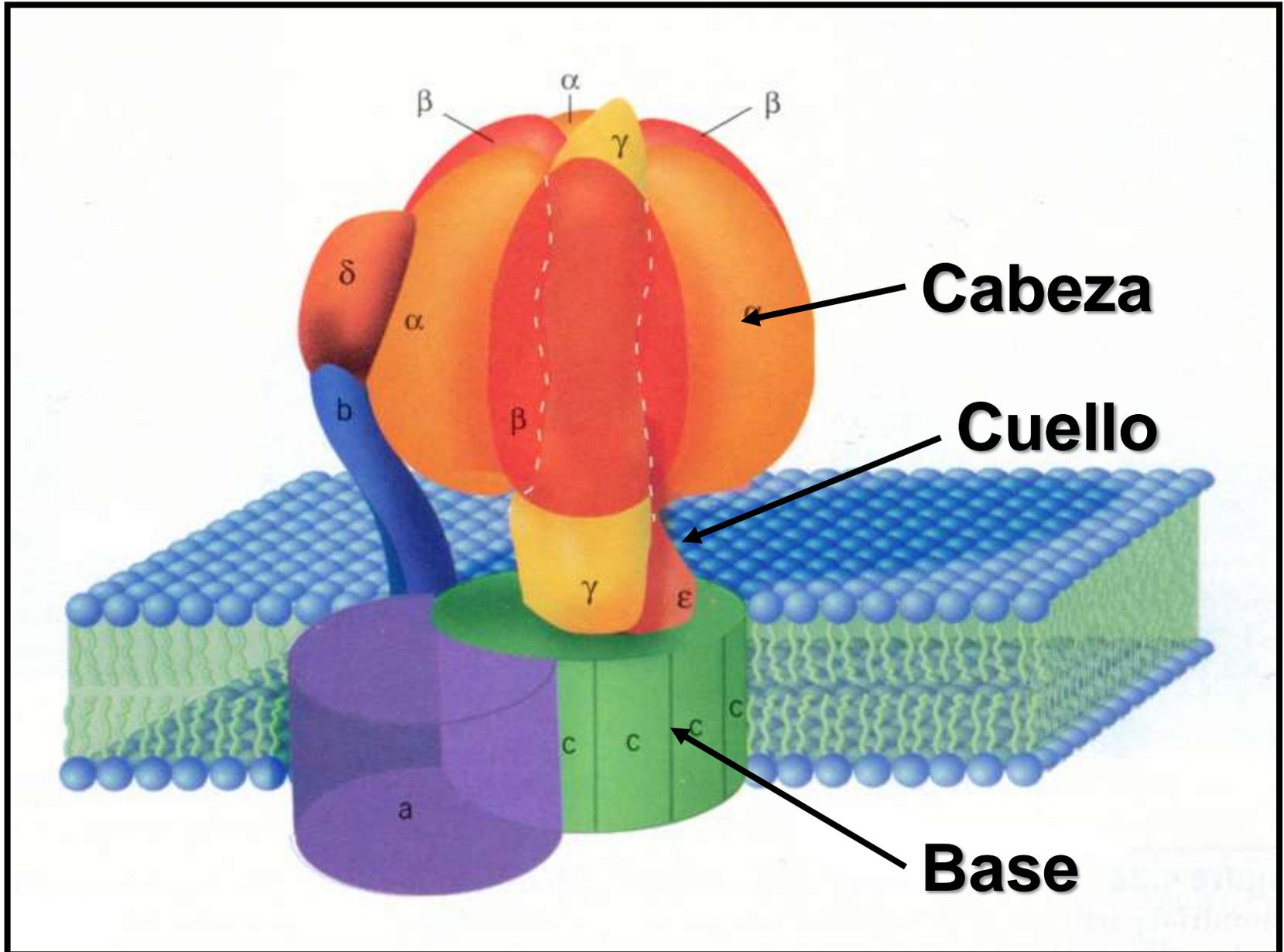
¿Cómo es posible utilizando el gradiente de protones formado durante el TE sintetizar ATP?

FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

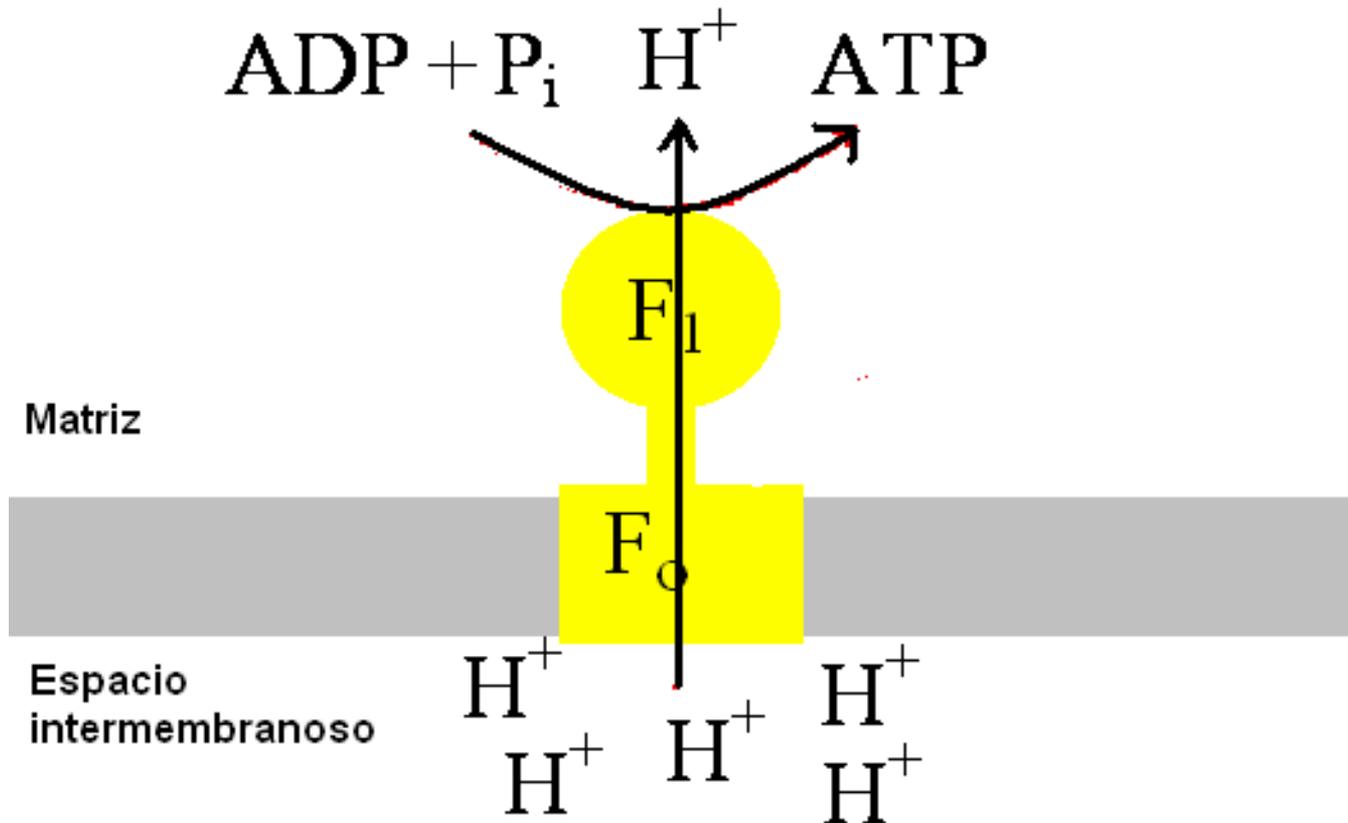
Es el proceso de síntesis de ATP que se produce de forma acoplada al transporte de electrones en la membrana interna de la mitocondria.



ESTRUCTURA DE LA ATP SINTETASA

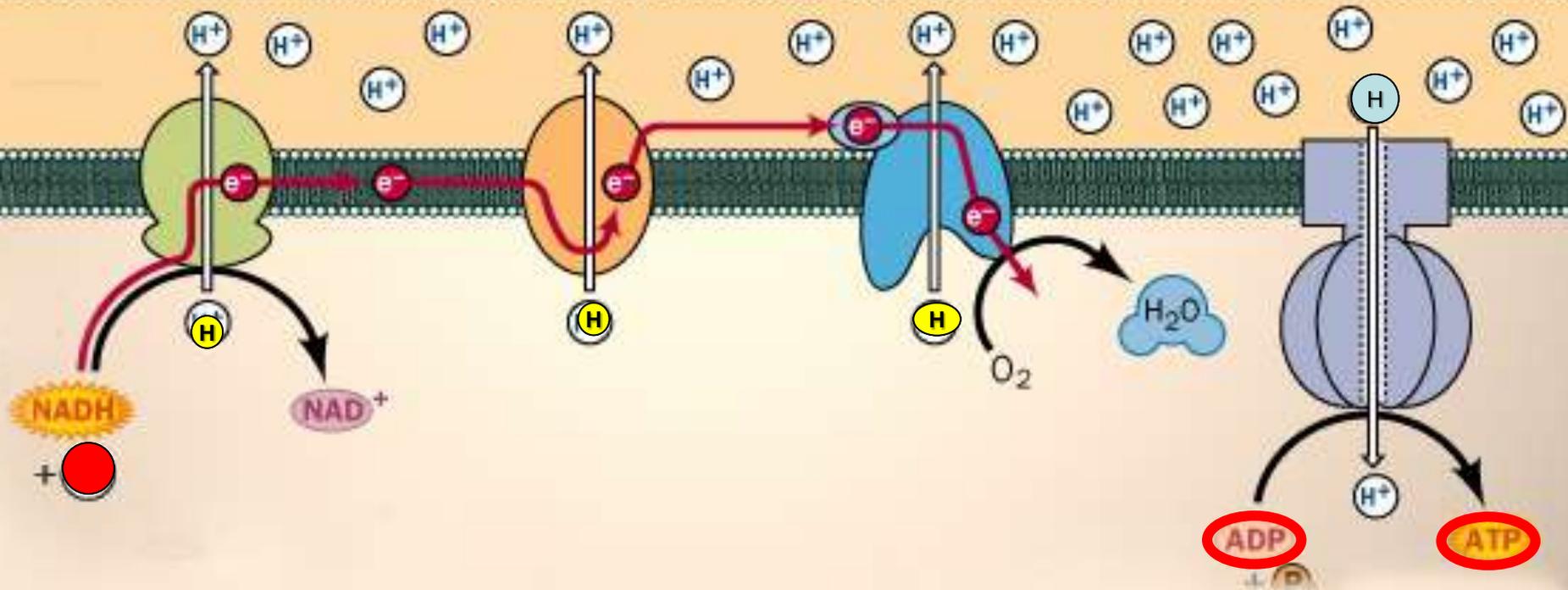


LA FOSFORILACIÓN OXIDATIVA



La ATP sintasa aprovecha el gradiente de protones para la síntesis del ATP.

FUNCIONAMIENTO DE LA CADENA RESPIRATORIA



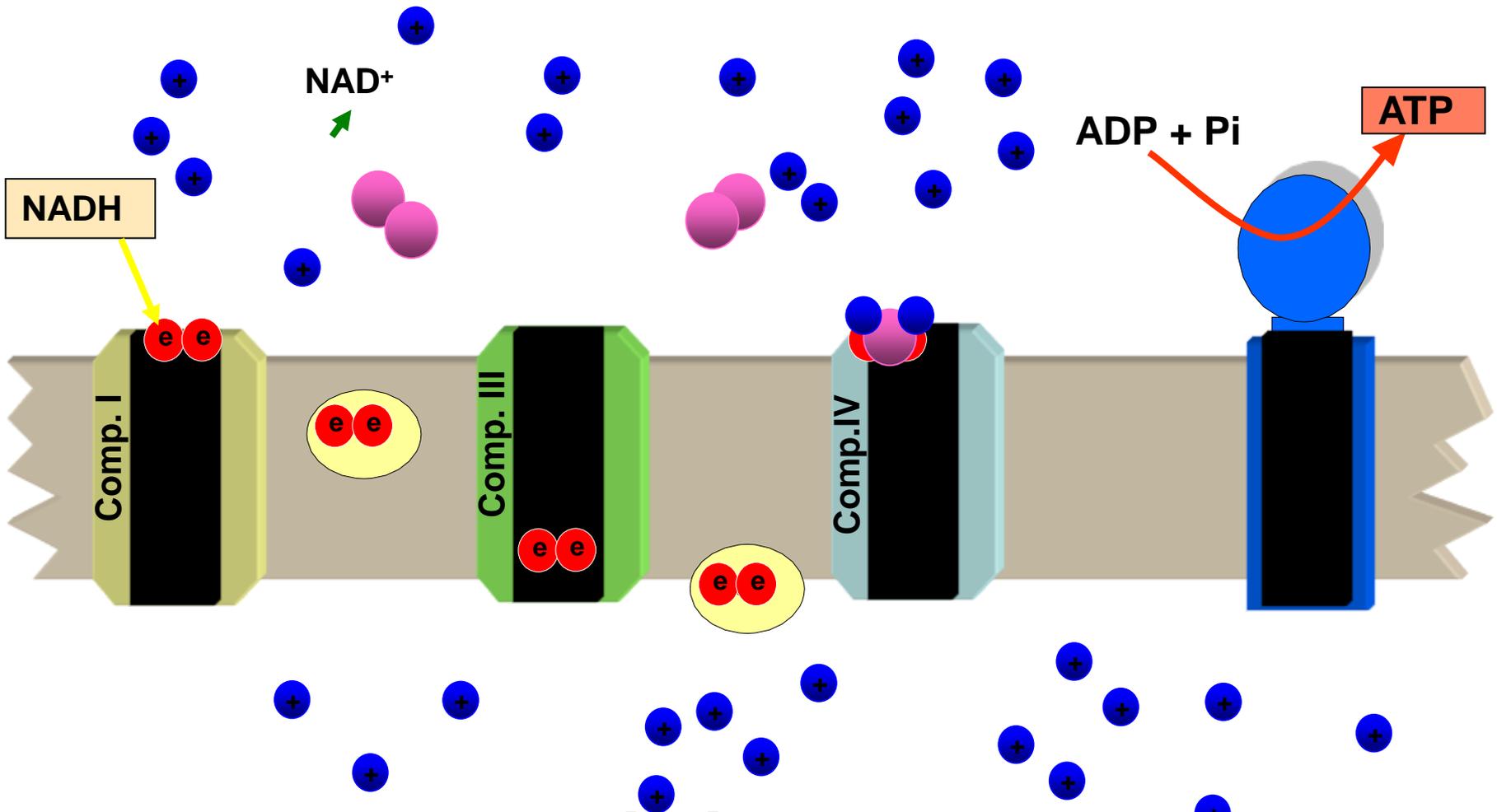
Matriz



Funcionamiento de la cadena respiratoria



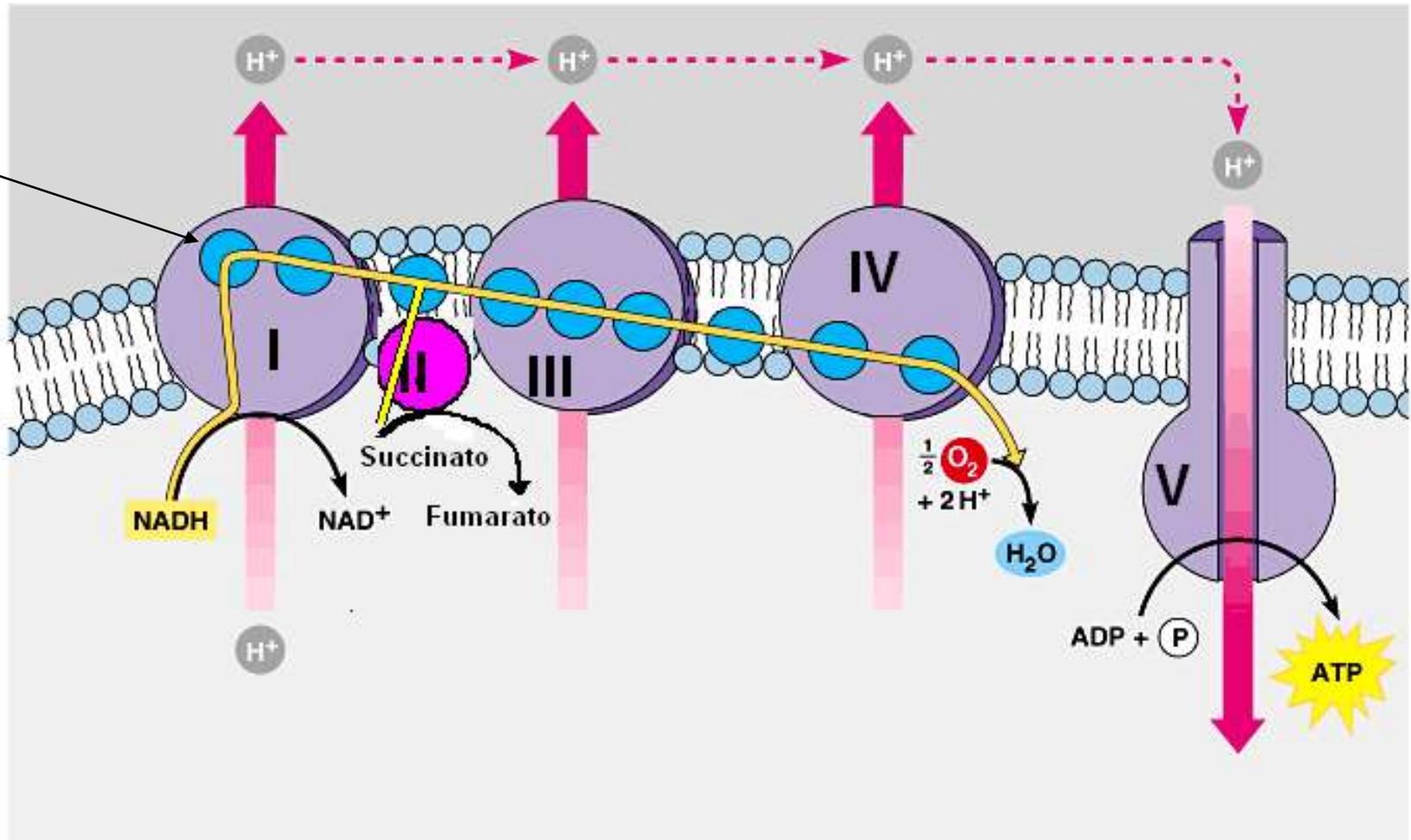
Matríz



Espacio intermembranoso

El papel del bombeo de protones

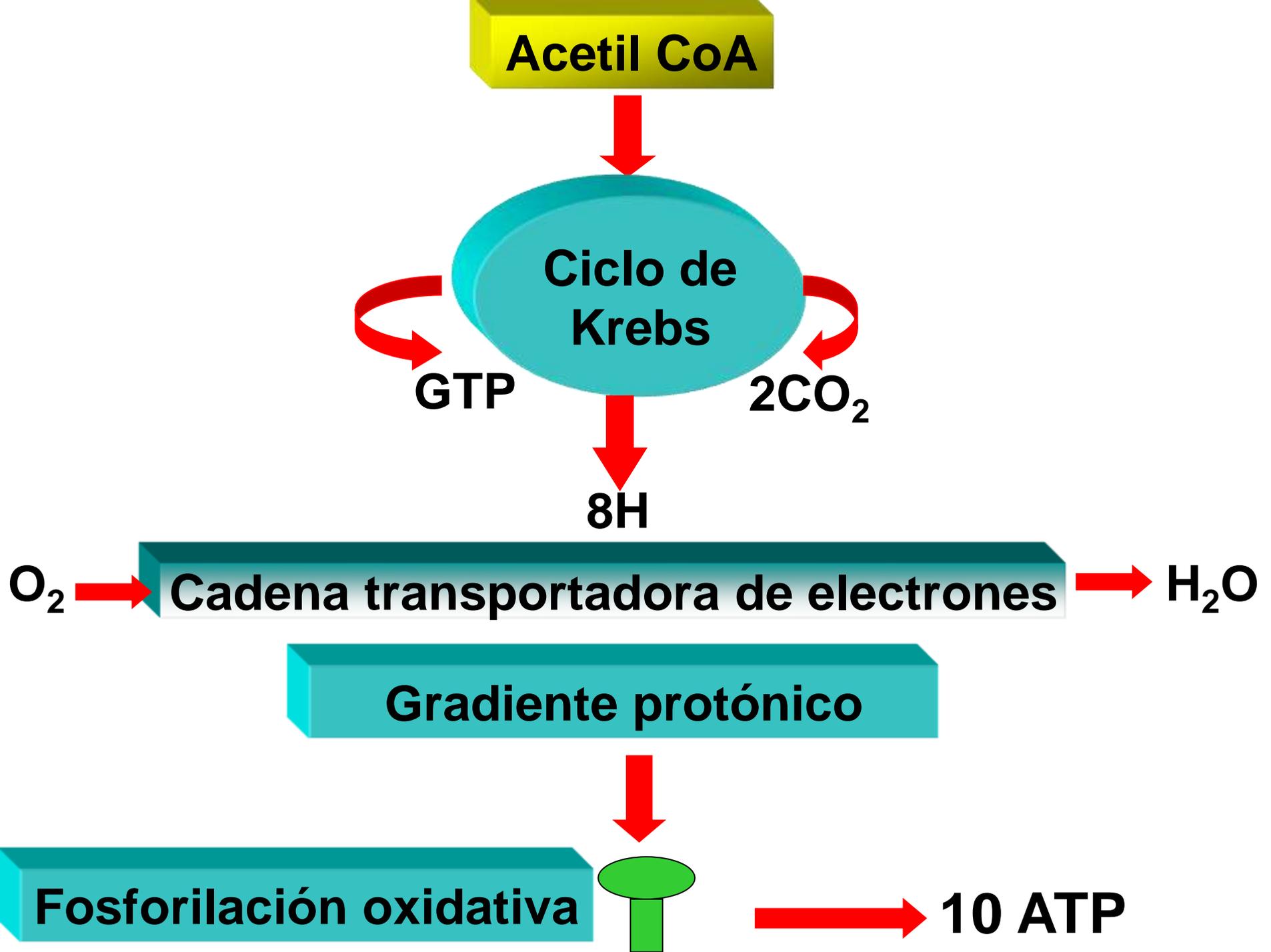
Flujo de
Electrones



La cadena respiratoria. Solo los complejos I, III y IV bombean protones de esta manera se crea el gradiente de pH y el gradiente eléctrico.

TEORÍA QUIMIOSMÓTICA

- El transporte de electrones por los complejos de la cadena respiratoria, crea un gradiente de protones.
- La membrana interna de la mitocondria es impermeable a los protones. 
- Los transportadores de electrones están organizados en la membrana de forma vectorial de modo que los protones son extraídos de la matriz hacia el espacio intermembranoso.
- La ATPasa está situada vectorialmente en la membrana y libera el ATP sintetizado por ella hacia la matriz.



REGULACIÓN DE LA RESPIRACIÓN CELULAR

➤ A nivel del ciclo de Krebs

- Disponibilidad de acetil CoA y de ácido oxalacético.
- Relación ATP/ADP. 

➤ A nivel de la cadena transportadora de electrones

- Disponibilidad de cofactores reducidos.

➤ A nivel de la ATP sintetasa

- Inhibida por Ca^{2+} , pobre gradiente protónico y relación ATP/ADP alta.

Mencione como se encontrarán los procesos de la respiración celular en cada una de las condiciones que se mencionan a continuación. Fundamente su respuesta.

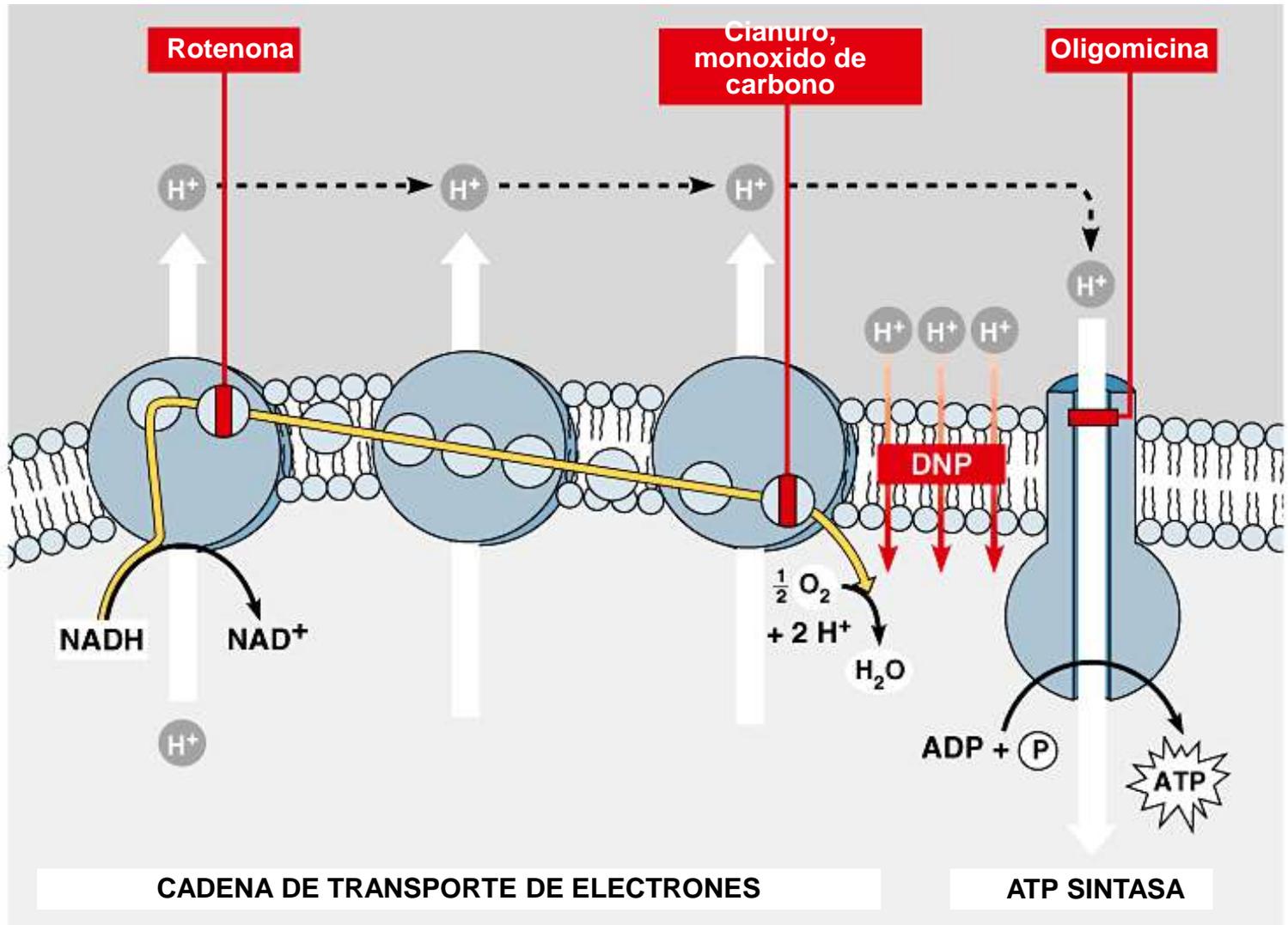
- a) Aumenta la concentración de ATP.
- b) Disminuye la concentración de Acetil-CoA.
- c) Aumento de la concentración de NADH.
- d) Disminución de la concentración de ADP.
- e) Disminución de la concentración de ácido oxalacético.
- f) Disminución de la concentración de FAD.

El

Motivación:

¿Por qué el CN puede matarnos casi instantáneamente?

Sustancias que afectan el normal funcionamiento de la cadena de transporte de electrones.



EFFECTOS DE LOS INHIBIDORES DE LA CADENA TRANSPORTADORA DE ELECTRONES

- **Detención del consumo de oxígeno.**
- **Detención de la formación de agua.** 
- **Detención de la oxidación de los sustratos.**
- **Detención de la síntesis de ATP.**
- **Disipación del gradiente de protones.**

EFFECTOS DE LOS INHIBIDORES DE LA FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

- **Detención del consumo de oxígeno.**
- **Detención de la formación de agua.**
- **Detención de la oxidación de los sustratos.**
- **Detención de la síntesis de ATP.**
- **Se alcanza el pH límite.**



¿Por qué si se inhibe el TE o la FO se inhibe la respiración celular?

A una preparación de mitocondrias que respira normalmente se le añade un detergente, cuyas características moleculares son tales que interrumpe la continuidad de la doble capa lipídica de la membrana apareciendo “agujeros” en ella.

a) ¿Cuáles serán las consecuencias de esta adición sobre los procesos de la respiración celular?

b) De acuerdo con sus efectos metabólicos, ¿cómo se comporta la sustancia añadida? Fundamenta tu respuesta.

Se comporta como un desacoplador. Se observan los siguientes cambios:

Aumenta la intensidad del ciclo de Krebs.

Aumenta la oxidación de los sustratos.

Aumenta el consumo de oxígeno.

Aumenta la formación de agua.

Se libera calor.

Se detiene la síntesis de ATP.

EFFECTOS DE LOS DESACOPLADORES DE LA FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

- **Aumento del consumo de oxígeno.**
- **Aumento de la formación de agua.** 
- **Aumento de la oxidación de los sustratos.**
- **Detención de la síntesis de ATP.**
- **Disipación del gradiente de protones.**
- **Liberación de energía en forma de calor.**

CONCLUSIONES

- Los electrones del NADH y del succinato son cedidos a la cadena de transporte de electrones cuyo último aceptor es el oxígeno.
- La energía liberada por ese transporte de electrones está acoplada a un bombeo de protones (H^+) hacia el espacio intermembranoso.

CONCLUSIONES

- **El transporte de electrones por los complejos de la cadena respiratoria, crea un gradiente de protones.**
- **La cadena transportadora de electrones se acopla a la fosforilación oxidativa mediante un gradiente de protones que garantiza la utilización adecuada de la energía por la célula.**

Conclusiones

- **La quimiosmosis sustenta la mayor producción de ATP en nuestro organismo.**

CONCLUSIONES

- Los procesos de la respiración celular están íntimamente acoplados, de forma tal que la RC funciona como un todo único y armónico.
- Los cofactores reducidos vinculan CK con TE, el gradiente de protones acopla TE con FO y las concentraciones de ATP/ADP interrelacionan FO con CK.

CONCLUSIONES

- Existen sustancias que inhiben la cadena transportadora de electrones, la fosforilación oxidativa o provocan el desacoplamiento entre las mismas, mediante la modificación estructural de alguno de sus componentes.



Estudio Independiente



Hacer un párrafo que resuma conceptos básicos, como complejos respiratorios, transportadores.

Analizar los vínculos entre el ciclo de Krebs y la cadena transportadora de electrones.

Estudiar teniendo en cuenta las invariantes, en base a ella, confeccionar resúmenes y extraer las características generales del proceso.

Estudio Independiente



Interpretar cabalmente cada uno de los contenidos de la clase antes de responder las invariantes de los procesos de la cadena transportadora de electrones.

Responder la Tarea de Respiración Celular.

ELAM y Sitio Morfo I Profesor Tarano

Estudio Independiente



Seguir las orientaciones del Folleto de Morfofisiología Humana I, página 56. Realizar tarea de respiración celular. (ELAM y Sitio de Morfo I Prof. Tárano)

Especificar las etapas de la cadena respiratoria y los vínculos entre ellas.

Estudio Independiente



- **Estudiar las características estructurales de la ATP sintasa.**
- **Resumir las principales características de la Teoría Quimiosmótica.**
- **Interpretar cabalmente cada uno de los contenidos de la clase antes de responder las invariantes del proceso de la fosforilación oxidativa.**

Estudio Independiente



**Al estudiar la regulación debe
precisar:**

**Etapas en que ocurre. Mecanismo
involucrado.**

**Recuerde que el ATP y ADP regulan en
dos etapas el proceso: en el ciclo de
Krebs y directamente sobre la ATP
sintasa.**

Estudio Independiente



- **Si debe interpretar la regulación según condiciones planteadas debe proceder:**
 - ❖ **Condición que se plantea:**
 - ❖ **Etapas afectadas y justificar el efecto.**
- **Responder la Tarea de Respiración Celular (ELAM y Sitio de Morfo I Prof. Tárano)**
- **Seguir las orientaciones del Folleto de Morfofisiología Humana I, página 56.**

Estudio Independiente



- **Estudiar mecanismos y efectos de inhibidores y desacopladores.**
- **Hacer un párrafo que resuma los conceptos de inhibidores de cadena, de fosforilación oxidativa y de desacopladores, así como sus efectos o consecuencias sobre la RC.**

Calcula la cantidad de moles de ATP que rendirá la oxidación de un sustrato si en el proceso se producen:

a) 4 moles de NADH. H⁺

b) 6 moles de FADH₂

c) 2 fosforilaciones al nivel de sustrato.

Bibliografía

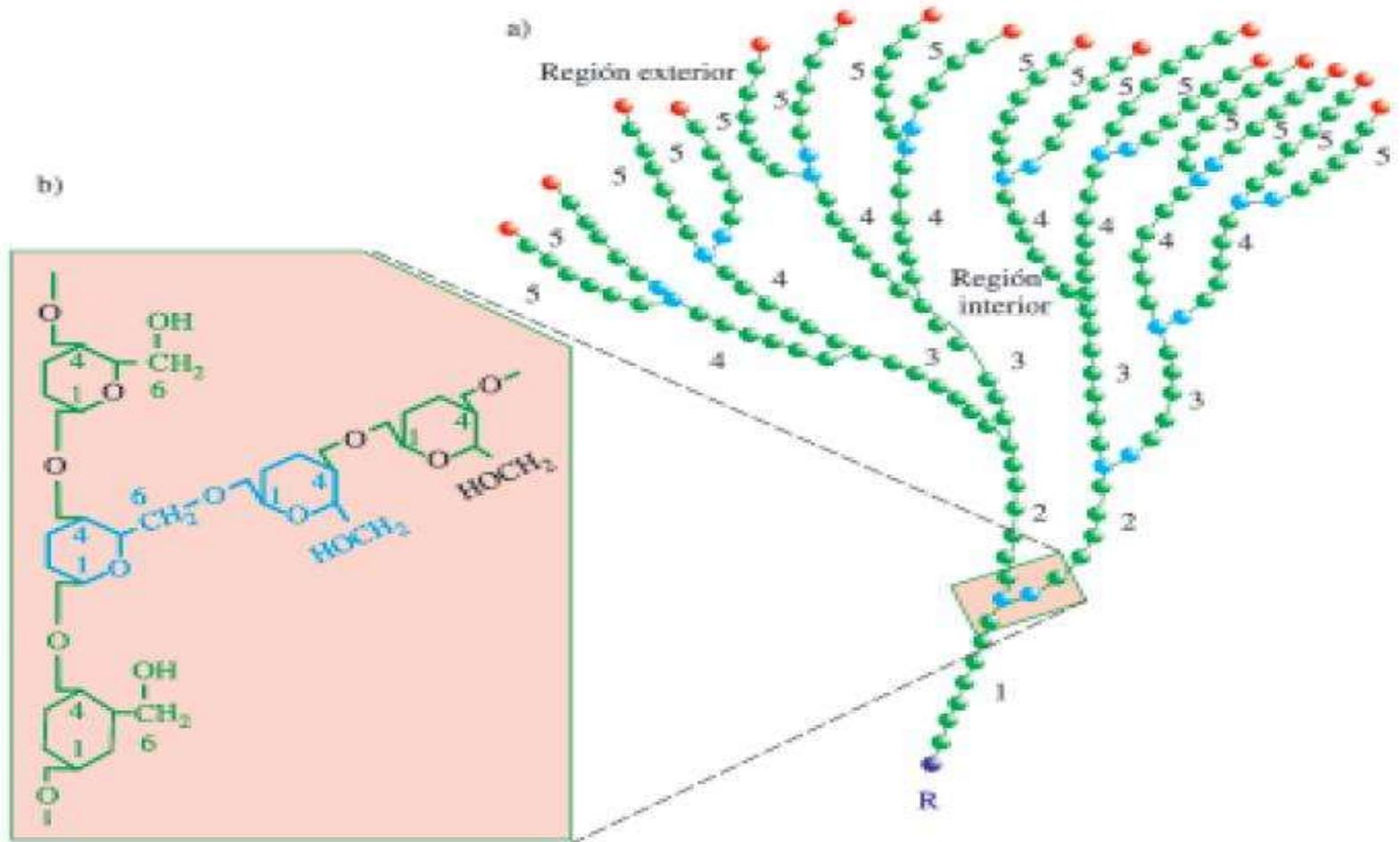


**Morfofisiología Humana I:
Págs. 200-208**

**Bioquímica Médica, Tomo III:
Cap. 39, Págs. 663-682
Cap. 40, Pags. 683-695**

**Bioquímica Humana:
Cap. 7, Págs. 116-132**

Metabolismo del glucógeno



PRÓXIMA CONFERENCIA