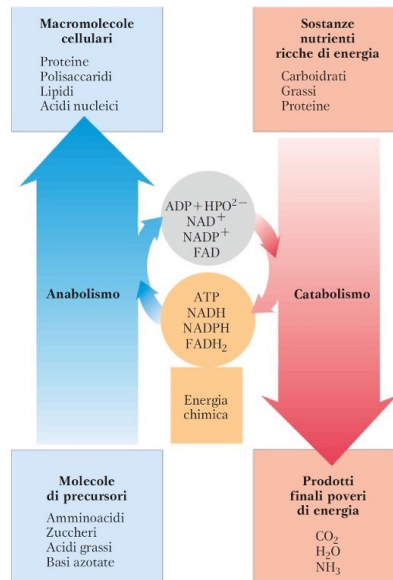


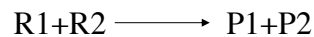
BIOENERGETICA E METABOLISMO

Figura 2 Relazioni energetiche tra vie anaboliche e vie cataboliche. Le vie cataboliche generano energia in forma di ATP, NADH, NADPH e FADH₂. Queste molecole sono poi usate nelle vie anaboliche per convertire piccoli precursori in macromolecole.



METABOLISMO: insieme di tutte le trasformazioni chimiche che avvengono in una cellula o organismo, opera attraverso una serie di reazioni catalizzate da enzimi che costituiscono le vie metaboliche.

1



$$\Delta G^0 = -RT \ln \frac{[P1_{eq}][P2_{eq}]}{[R1_{eq}][R2_{eq}]}$$

ΔG^0 : ENERGIA LIBERA STANDARD. INDICA LA SPONTANEITA' DI UNA REAZIONE IN CONDIZIONI FISICHE STANDARD.

IN GENERALE

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln \frac{[P1_{in}][P2_{in}]}{[R1_{in}][R2_{in}]}$$

In generale $-\Delta G$ (diminuzione dell'energia libera) indica una reazione esoergonica, che avviene spontaneamente a T e P costanti

BIOENERGETICA: studio quantitativo delle trasduzioni energetiche (i cambiamenti dell'energia da una forma a un'altra) che avvengono nelle cellule, e della natura e delle funzioni dei processi chimici alla base di queste conversioni di energia.

2

L'ENERGIA LIBERA, O ΔG , INDICA
L'EVOLVERE DI UNA REAZIONE A T E P
COSTANTI (CELLULA)

$$\triangleright \Delta G = G_{\text{PRODOTTI}} - G_{\text{REAGENTI}}$$

– $\Delta G < 0$: REAZIONE ESOERGONICA
FAVORITA

– $\Delta G > 0$: REAZIONE ENDOERGONICA
SFAVORITA

– $\Delta G = 0$: REAZIONE ALL'EQUILIBRIO

3

PRINCIPIO DI ADDITIVITA':

\triangleright SE UNA REAZIONE HA $\Delta G > 0$, SI PUÒ
ACCOPIARLA CON UN'ALTRA CON $\Delta G < 0$:



ΔG TOTALE: SOMMA ALGEBRICA DEI ΔG DELLE
SINGOLE REAZIONI

\triangleright ENERGIA LIBERATA IN $C \rightarrow D$ (7 kcal/mole):

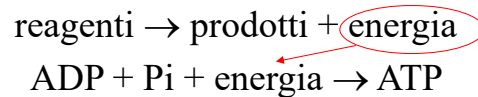
4 kcal/mole UTILIZZATI PER PORTARE A TERMINE
 $A \rightarrow B$

3 kcal/mole DISPERSI COME CALORE

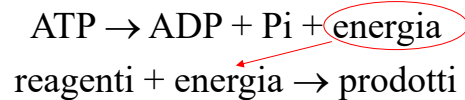
4

ADENOSIN TRIFOSFATO (ATP) = ADENINA + RIBOSIO + P + P + P

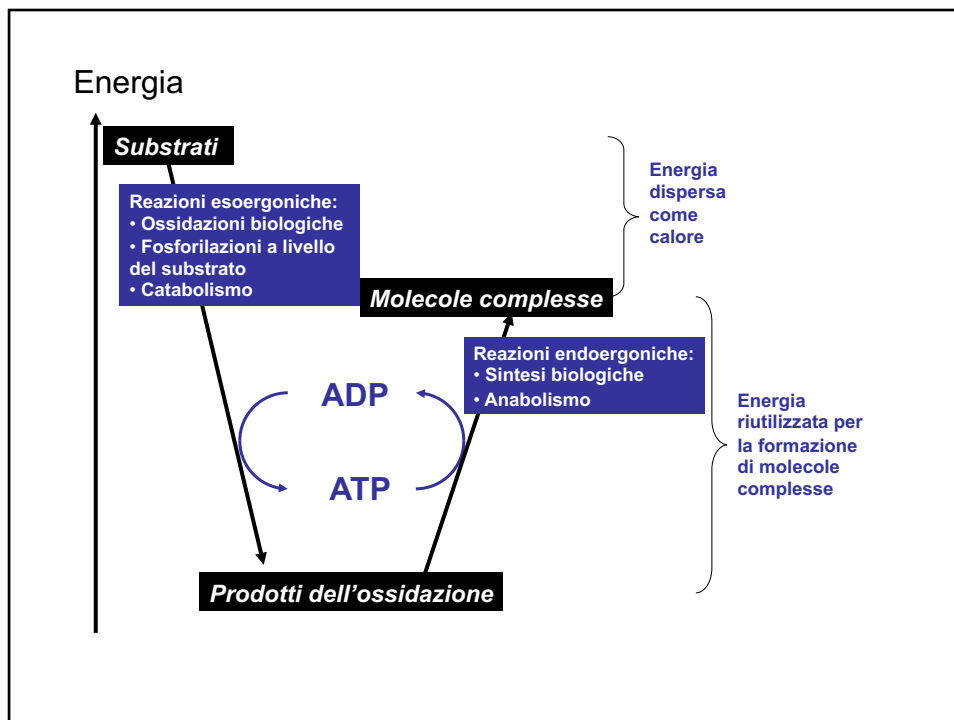
- Sintetizzato nei processi esoergonici (reazioni chimiche spontanee con $\Delta G < 0$):



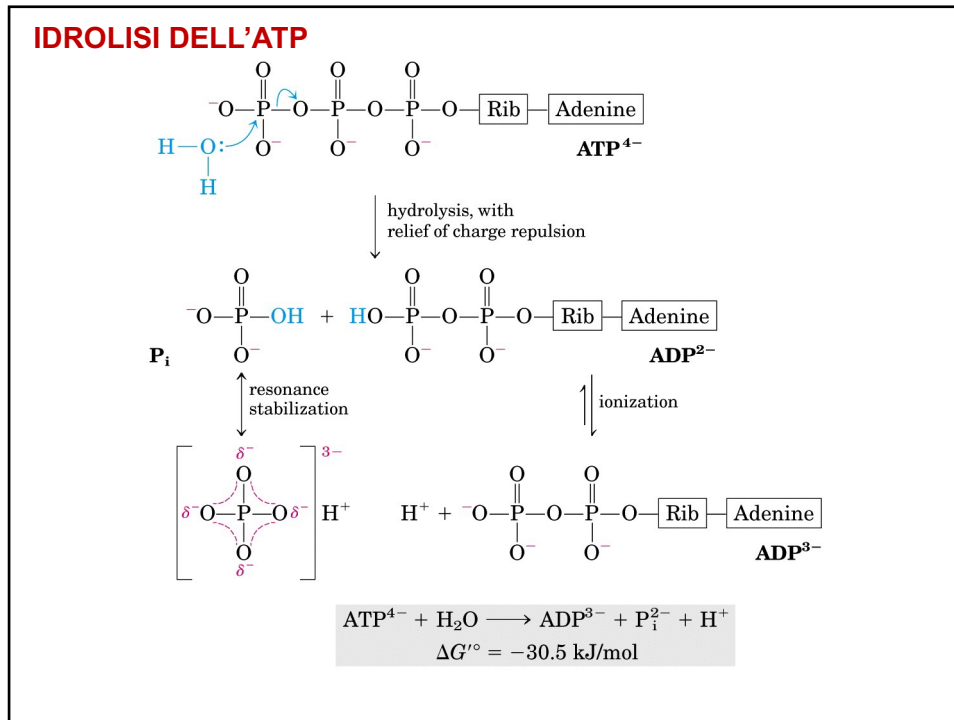
- Utilizzato dai processi endoergonici (reazioni che avvengono solo con un contributo di energia $\Delta G > 0$):



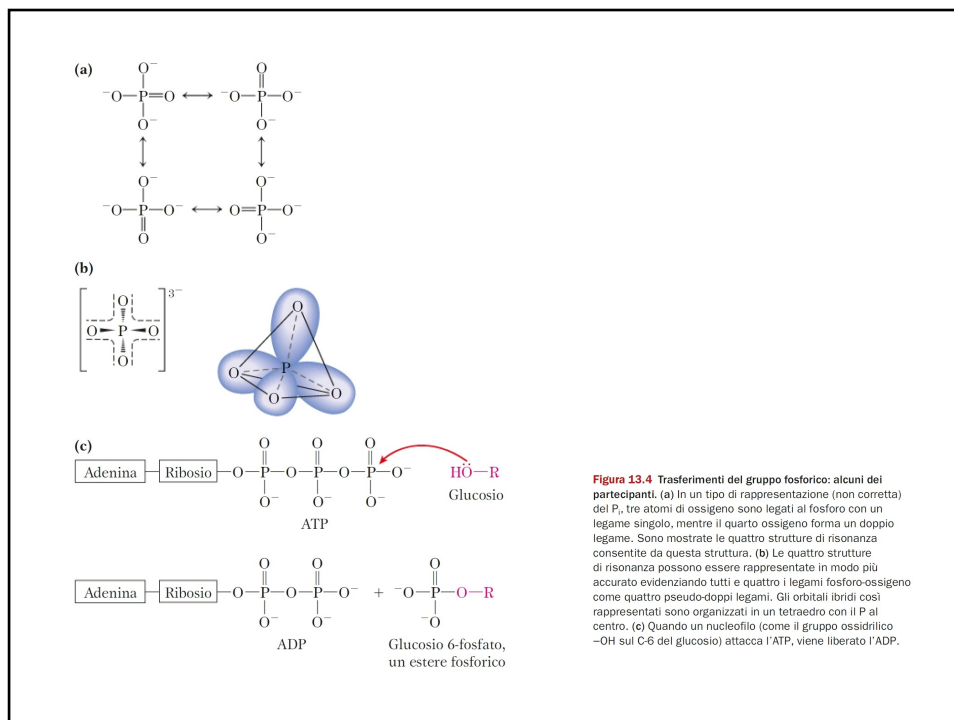
5



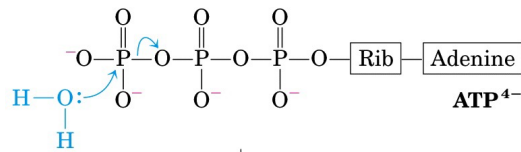
6



7



8



I tre fosfati dell'ATP sono indicati: **alpha** quello legato al ribosio, **beta** e **gamma** gli altri due

Legame alpha-ribosio **ESTEREO 3,5 Kcal/mole**

Legame alpha-beta, beta-gamma **anidridico 7,5 Kcal/mole**

DEFINIZIONE LEGAME AD ALTA ENERGIA:

La rottura idrolitica decorre con una variazione di energia libera negativa superiore a **-7,5 Kcal/mole**

9

Variazioni di energia libera standard in alcune molecole biologiche

COMPOSTO	LEGAME	DG° Kcal/mole
fosfoenolpiruvato	estereo	- 15
1,3-difosfoglicerato	anidridico	- 12
fosfocreatina	N-fosforico	- 10
Acetil-CoA	tio-estereo	- 8,2
ATP	anidridico	- 7,5
ADP	anidridico	- 7,5
AMP	estereo	- 3,4
Glucosio-6-fosfato	estereo	- 3,5

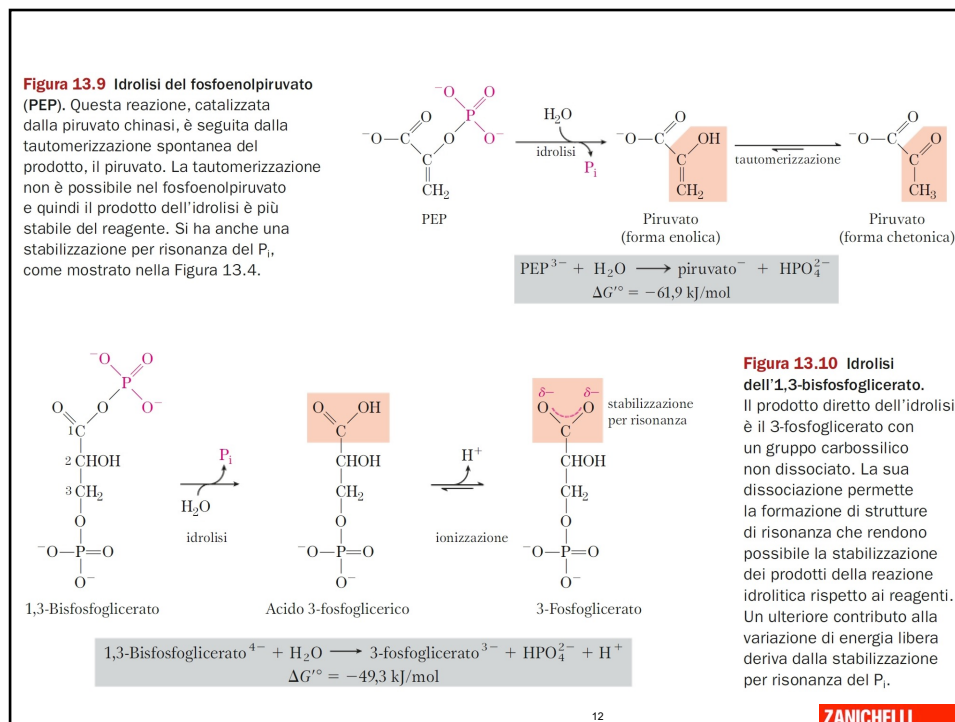
PERCHÈ È PROPRIO L'ATP il trasportatore di energia libera ?

10

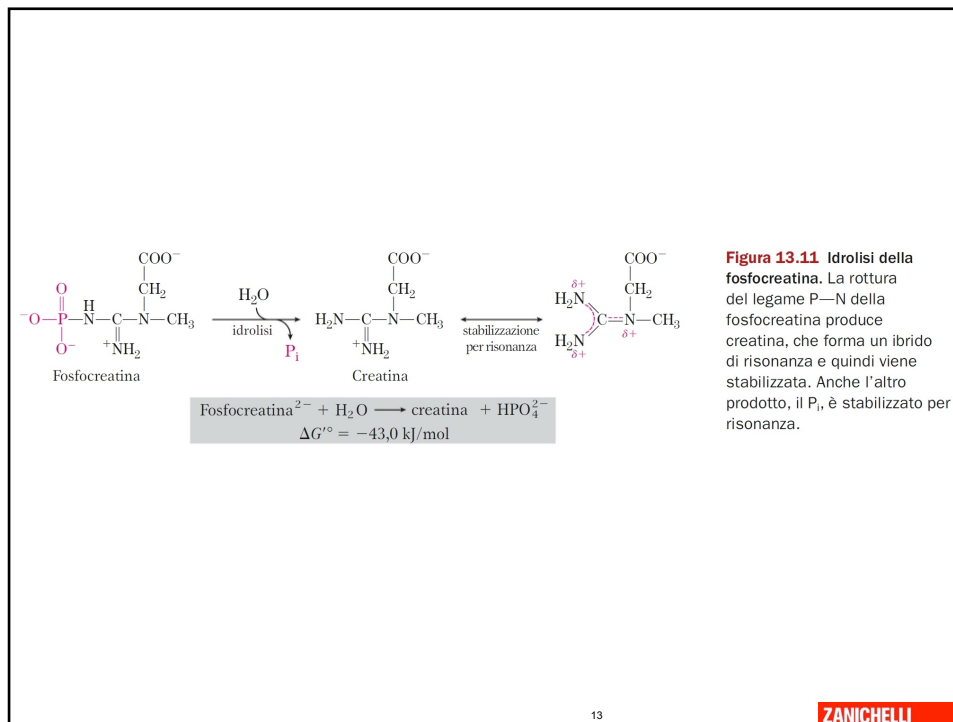
SINTESI DI ATP

- Fosforilazioni a livello del substrato: ATP direttamente sintetizzato da alcune reazioni che liberano energia sufficiente
 - Fosfoenol piruvato → piruvato, $\Delta G^{\circ} = -61,9$ kJ/mole
 - 1,3 bifosfoglicerato → 3 fosfoglicerato, $\Delta G^{\circ} = -49,3$ kJ/mole

11



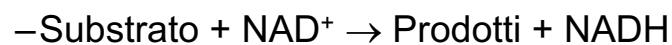
12



13

SINTESI DI ATP

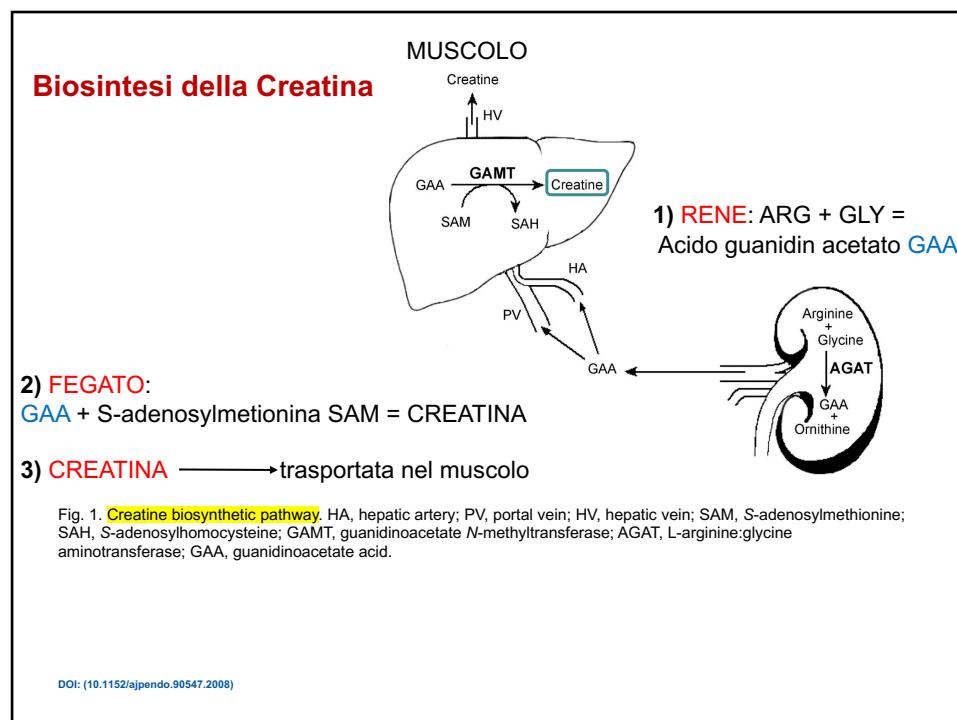
- Fosforilazione ossidativa: ATP sintetizzato utilizzando l'energia derivata dall'ossidazione di molecole



14

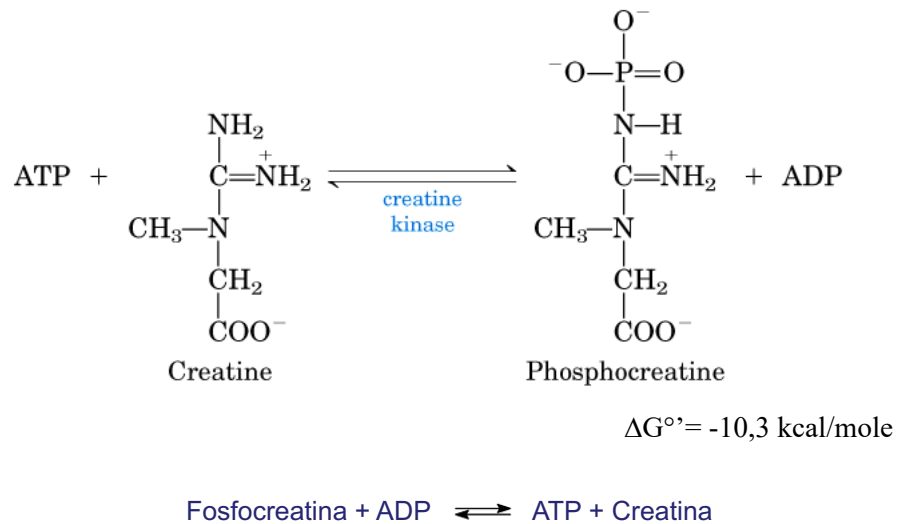
- L'ATP NON È UNA RISERVA ENERGETICA CELLULARE
- L'ATP È UN TRASPORTATORE DI ENERGIA LIBERA CHE PERMETTE IL COMPIMENTO DELLE REAZIONI ENDOERGONICHE ALL' INTERNO DELLA CELLULA

15



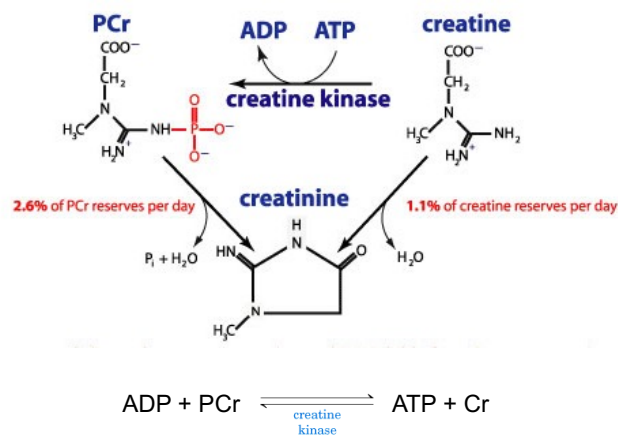
16

LA RISERVA DI ENERGIA LIBERA CELLULARE È LA FOSFOCREATINA



17

Formazione spontanea di creatinina



La creatinina è un indice di funzionalità renale.
 Valori alti nel sangue o nelle urine possono dipendere da una maggiore massa muscolare, traumi muscolari o da varie patologie.

Valori bassi possono dipendere anche dall'età avanzata o vita sedentaria.

18

UOMO DI 70 Kg

CONTENUTO TOTALE DI **CREATINA** 120 Gr. ;CREATINA MUSCOLARE 115.6 Gr

ELIMINAZIONE NELLE URINE SOTTOFORMA DI
CREATININA (2Gr/DIE)

LA CREATINA VIENE PRODOTTA:

- 1) PER SINTESI ENDOGENA
- 2) ALIMENTAZIONE (SOLO NELLA CARNE)
- 3) SUPPLEMENTAZIONE ORALE PER ATTIVITA' SPORTIVE (2-50Gr/DIE)

LA SUPPLEMENTAZIONE ORALE AUMENTA I LIVELLI DI CREATINA E FOSFOCREATINA.

PIU' CONTRADDITORI SONO I RISULTATI SULL'EFFICACIA DURANTE UNO SFORZO DI ELEVATA INTENSITA' E BREVE DURATA (CONDIZIONE ALATTACIDA)

NON CI SONO EFFETTI SUGLI SFORZI DI LUNGA DURATA

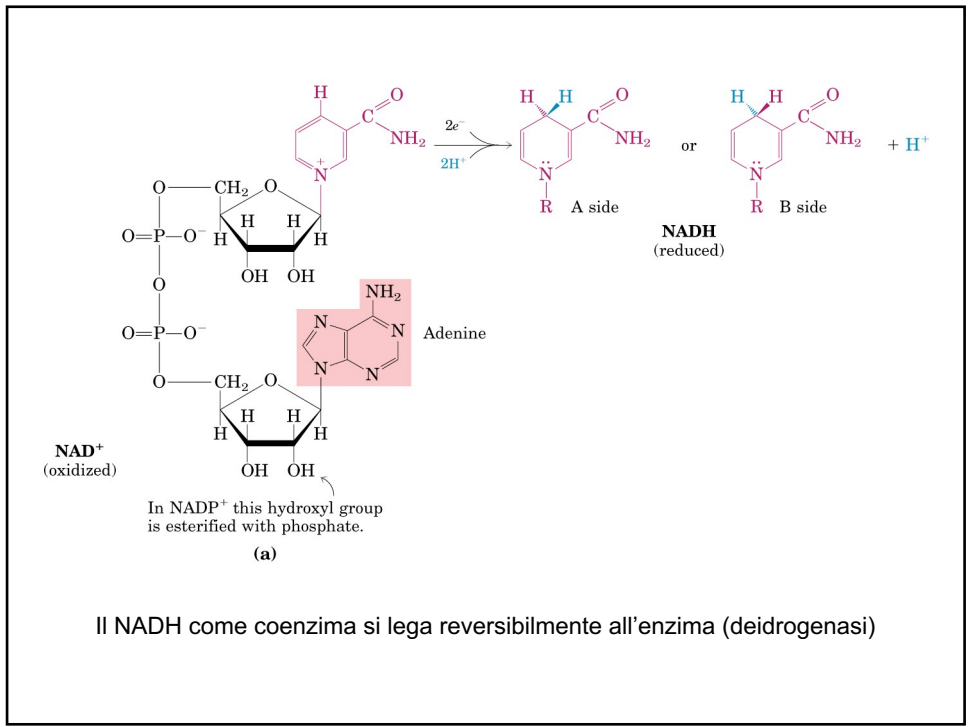
SONO STATI DESCRITTI EFFETTI COLLATERALI IN SEGUITO A SUPPLEMENTAZIONE ORALE

19

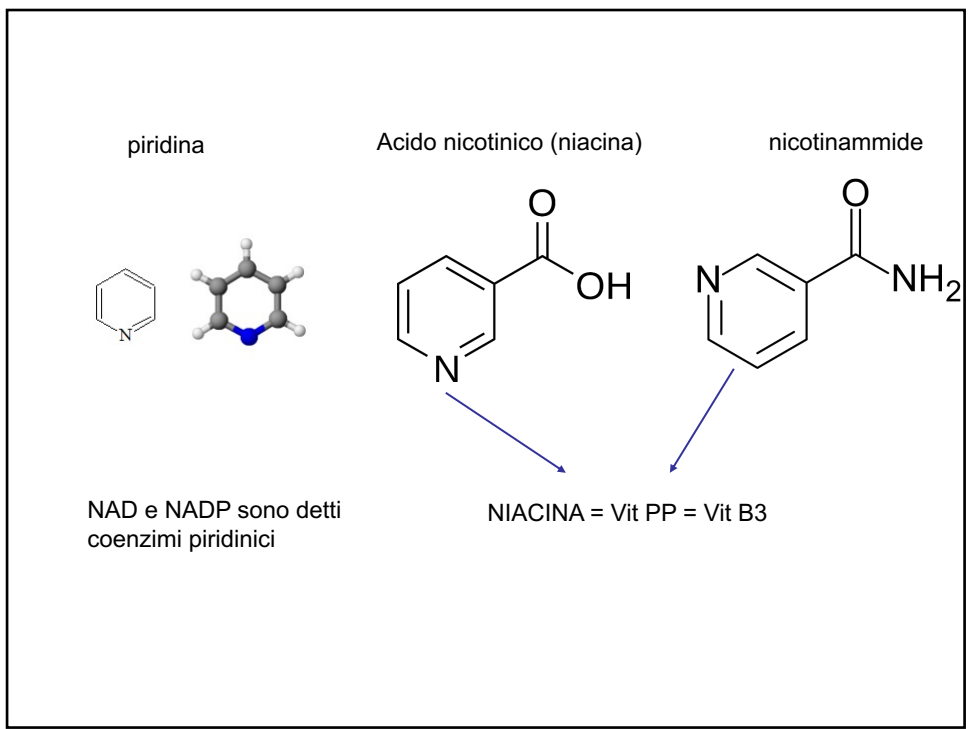
IL NADH (NICOTINAMMIDE ADENINA DINUCLEOTIDE):

COENZIMA OSSIDORIDUTTIVO IL CUI RUOLO
BIOLOGICO CONSISTE NEL TRASFERIRE GLI
ELETTRONI TRAMITE LO SPOSTAMENTO DI
ATOMI DI IDROGENO

20



21



22

SINTESI DELLA VITAMINA PP

Nell'uomo viene sintetizzata dal triptofano ma la quantità è insufficiente

La carenza provoca la PELLAGRA detta malattia delle **3 D**

Dermatite, **D**iarrea coleriforme, **D**emenza

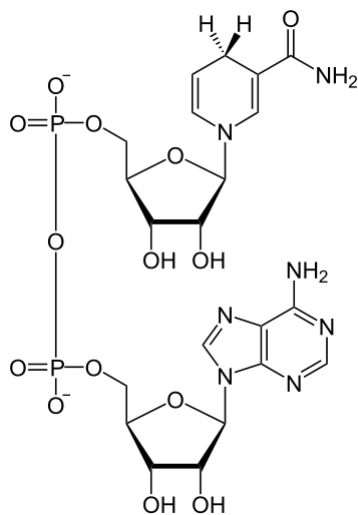
Cause: dieta ipoproteica e a base di mais (polenta)

Il mais è privo di nicotinammide e inoltre possiede una proteina principale (zeina) priva di triptofano

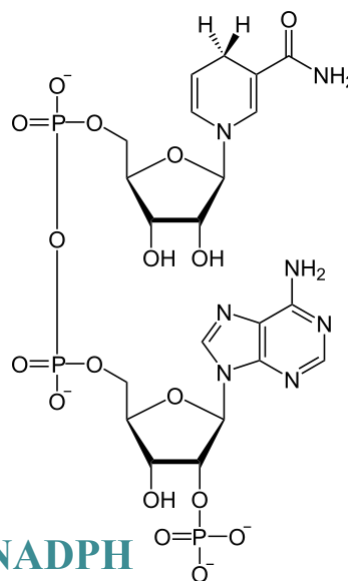
La somministrazione di nicotinammide risolve la patologia e per questo è detta vitamina **PP** = Preventing Pellagra

23

NADH e NADPH hanno un differente ruolo cellulare



NADH



NADPH

24

table 19-1

Some Important Reactions Catalyzed by NAD(P)H-Linked Dehydrogenases

Reaction*	Location†
NAD-linked	
α -Ketoglutarate + CoA + NAD ⁺ \rightleftharpoons succinyl-CoA + CO ₂ + NADH + H ⁺	M
L-Malate + NAD ⁺ \rightleftharpoons oxaloacetate + NADH + H ⁺	M and C
Pyruvate + CoA + NAD ⁺ \rightleftharpoons acetyl-CoA + CO ₂ + NADH + H ⁺	M
Glyceraldehyde 3-phosphate + P _i + NAD ⁺ \rightleftharpoons 1,3-bisphosphoglycerate + NADH + H ⁺	C
Lactate + NAD ⁺ \rightleftharpoons pyruvate + NADH + H ⁺	C
β -Hydroxyacyl-CoA + NAD ⁺ \rightleftharpoons β -ketoacyl-CoA + NADH + H ⁺	M
NADP-linked	
Glucose 6-phosphate + NADP ⁺ \rightleftharpoons 6-phosphogluconate + NADPH + H ⁺	C
NAD- or NADP-linked	
L-Glutamate + H ₂ O + NAD(P) ⁺ \rightleftharpoons α -ketoglutarate + NH ₄ ⁺ + NAD(P)H	M
Isocitrate + NAD(P) ⁺ \rightleftharpoons α -ketoglutarate + CO ₂ + NAD(P)H + H ⁺	M and C

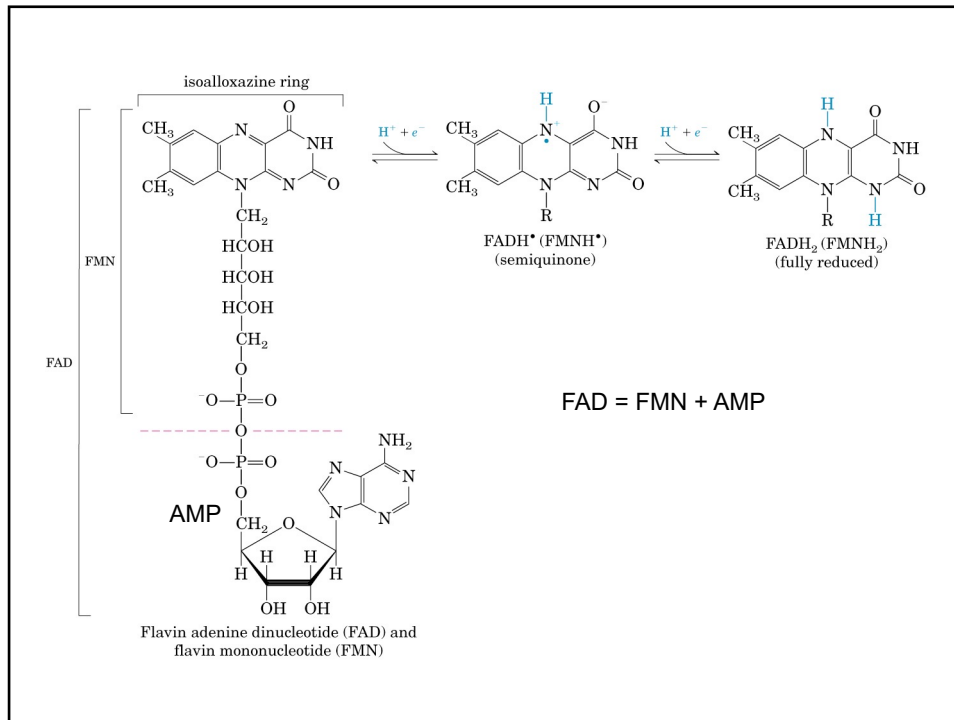
*These reactions and their enzymes are discussed in Chapters 15 through 18.

†M designates mitochondria; C, cytosol.

25

IL FAD (FLAVINA ADENINA DINUCLEOTIDE): AGENTE OSSIDANTE

26



27

RIBOFLAVINA o VITAMINA B2

ANCHE la riboflavina deve essere introdotta con la dieta (Vitamina B2)

Ampiamente diffusa sia nel mondo vegetale che animale (fabbisogno 2mg/die)

Avitaminosi rara (alimentazione molto carente): glossite, stomatite angolare, dermatite seborroica

A differenza del NAD, il FAD si lega covalentemente all'apoenzima (deidrogenasi)

28