

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΝΟΥΚΛΕΟΤΙΔΙΩΝ

Σύνοψη: Μεταβολισμός Νουκλεοτιδίων

Δομή και ονοματολογία

Πορείες περίσωσης

Σύνδρομο Lesch-Nyhan

Πορείες σύνθεσης de novo και ρύθμιση

Νουκλεοτίδια πυριμιδίνης

Νουκλεοτίδια πουρίνης

Σύνθεση δεοξυριβονουκλεοτιδίων

Αναγωγή των ριβονουκλεοτιδίων

Σύνθεση του θυμιδυλικού (dUMP → TMP)

Συνθάση του θυμιδυλικού

Αναγωγή του διυδροφυλλικού

Αντικαρκινικά φάρμακα

Φθοροουρακίλη, Μεθοτρεξάτη

Αποικοδόμηση πουρινικών νουκλεοτιδίων

Απαμινάσης της αδενοσίνης

Ανεπάρκεια = Σύνδρ. σοβαρής συνδυασμ.

ανοσοανεπάρκειας

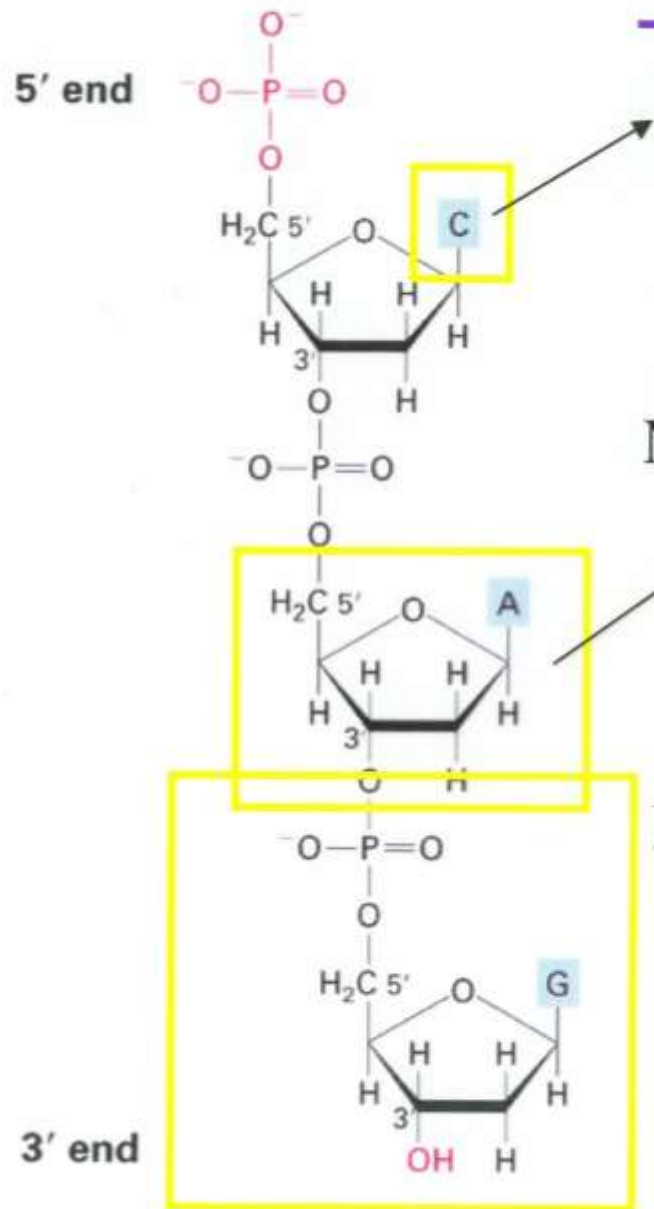
Οξειδάση της ξανθίνης

Ουρικό οξύ

Ουρική αρθρίτιδα

Allopurinol

Δομή και ονοματολογία νουκλεοτιδίων



	RNA	DNA
Βάσεις:	Αδενίνη (A) Κυτοσίνη (C) Γουανίνη (G) Ουρακίλη (U)	Αδενίνη Κυτοσίνη Γουανίνη Θυμίνη (T)
Νουκλεοζίτες:	Αδενοσίνη Κυτιδίνη Γουανοσίνη Ουριδίνη	Δεοξυ- » » Δεοξυθυμιδίνη
Νουκλεοτίδια:	Αδενυλικό Κυτιδικό Γουανυλικό Ουριδικό	Δεοξυ- » » Θυμιδικό
Μono- Δι- Τρι-	AMP(C,G,U) ADP ATP	dAMP dADP dATP

Μεταβολισμός νουκλεοτιδίων

Μεταβολισμός νουκλεοτιδίων

Λειτουργίες νουκλεοτιδίων

1. **Δομικές μονάδες DNA & RNA**
 - αντιγραφή γονιδιώματος
 - μεταγραφή γενετικών πληροφοριών σε RNA
2. **Μεταβολισμός ενέργειας**
 - ATP (παγκόσμιο νόμισμα ενέργειας)
 - GTP (πρωτεϊνοσύνθεση)
 - συνένζυμα NAD⁺, FAD, CoA
3. **Βιοσυνθετικές διεργασίες**
 - UDP-γλυκόζη [γλυκογόνο]
 - CDP-διακυλογλυκερόλη [φωσφολιπίδια]
 - SAM [δότης μεθυλομάδων]
4. **Συστατικά πορειών μεταγωγής σήματος**
 - cAMP, cGMP
 - G πρωτεΐνες

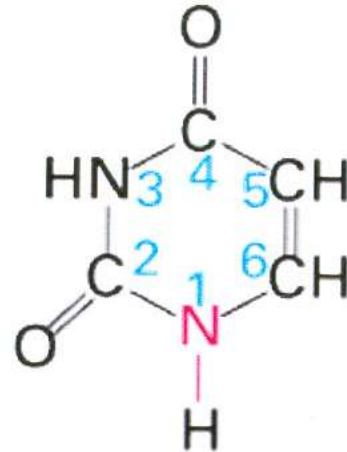
Δομή βάσεων

PURINES

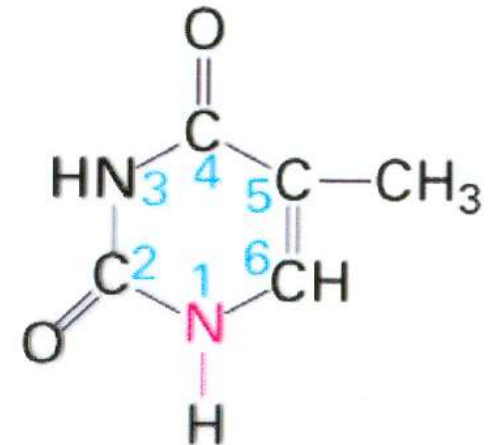


Adenine (A)

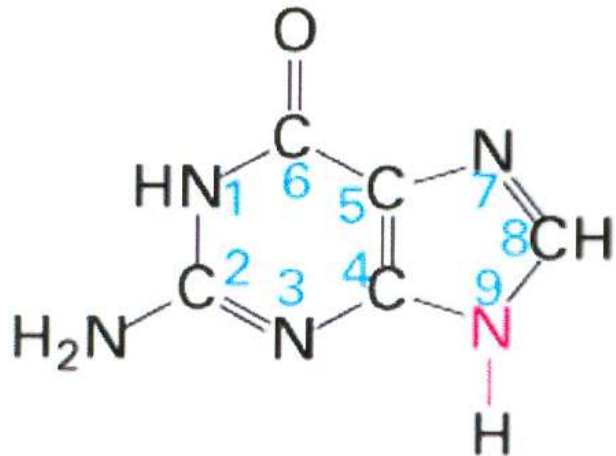
PYRIMIDINES



Uracil (U)



Thymine (T)



Guanine (G)



Cytosine (C)

Βιοσύνθεση νουκλεοτιδίων:
Πορείες περίσωσης (διάσωσης) και de novo

Βιοσύνθεση νουκλεοτιδίων: Πορείες περίσωσης (διάσωσης) και de novo

Πορεία περίσωσης (salvage pathway)

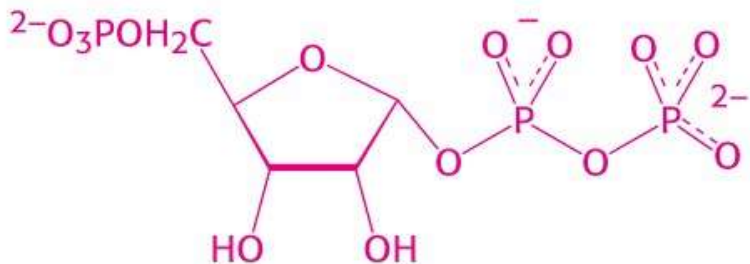


+ Βάση → Νουκλεοτίδιο
Φωσφοριβοζυλομεταφοράση

5-φωσφο-1-πυροφωσφορική ριβόζη
(PRPP)

Βιοσύνθεση νουκλεοτιδίων: Πορείες περίσωσης (διάσωσης) και de novo

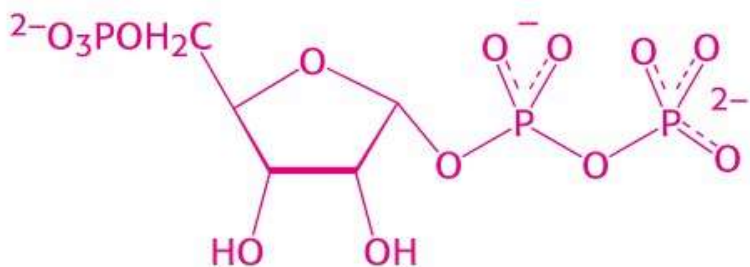
Πορεία περίσωσης (salvage pathway)



+ Βάση → Νουκλεοτίδιο
Φωσφοριβοζυλομεταφοράση

5-φωσφο-1-πυροφωσφορική ριβόζη
(PRPP)

Πορεία σύνθεσης de novo

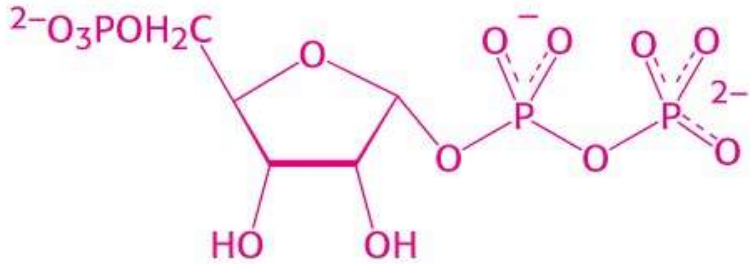


+ Αμινοξέα
ATP
CO₂ → Νουκλεοτίδιο

5-φωσφο-1-πυροφωσφορική ριβόζη
(PRPP)

Βιοσύνθεση νουκλεοτιδίων: Πορείες περίσωσης (διάσωσης) και de novo

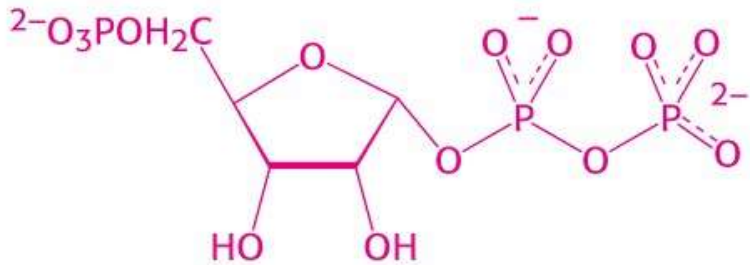
Πορεία περίσωσης (salvage pathway)



+ Βάση → Νουκλεοτίδιο
Φωσφοριβοζυλομεταφοράση

5-φωσφο-1-πυροφωσφορική ριβόζη
(PRPP)

Πορεία σύνθεσης de novo

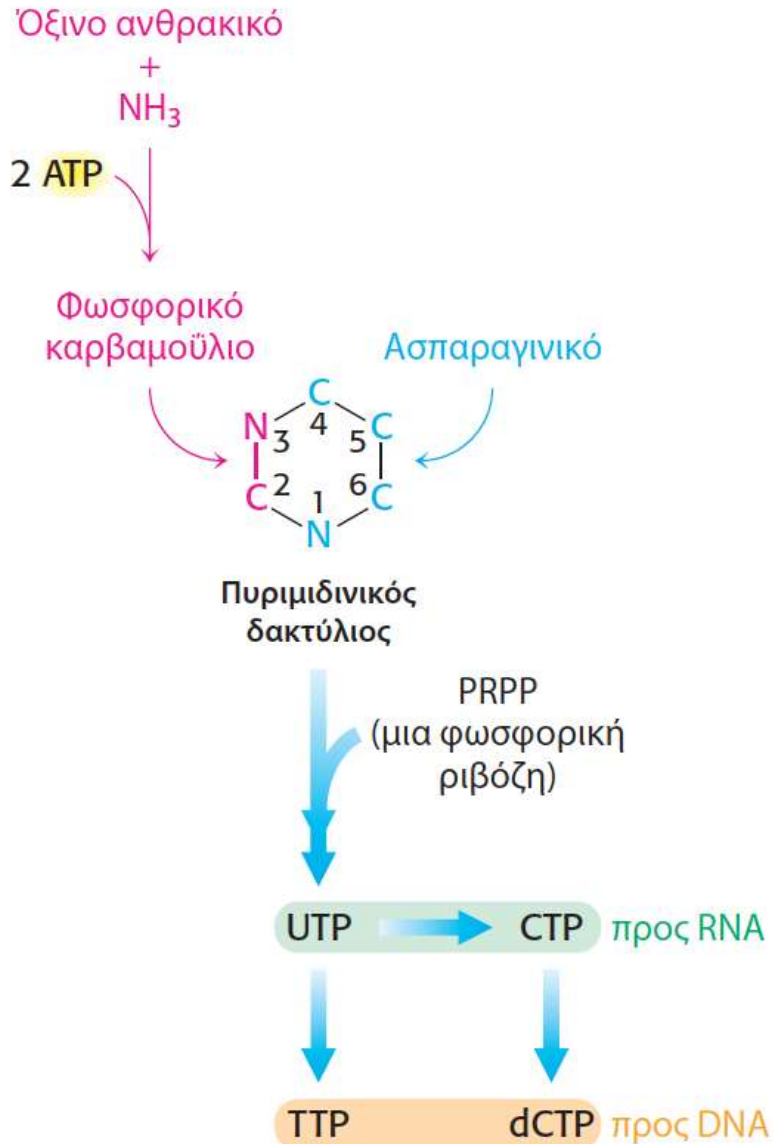


+ Αμινοξέα
ATP
CO₂ → Νουκλεοτίδιο

5-φωσφο-1-πυροφωσφορική ριβόζη
(PRPP)

- ❖ Τα δεοξυριβονουκλεοτίδια προέρχονται από ριβονουκλεοτίδια (RNA world)
- ❖ Δεν υπάρχει "δεξαμενή" νουκλεοτιδίων για την σύνθεση του DNA (αντικαρκινικά φάρμακα)

Σύνθεση de novo νουκλεοτιδίων πυριμιδίνης (UTP, CTP)



Σύνθεση de novo νουκλεοτιδίων πυριμιδίνης (UTP, CTP)

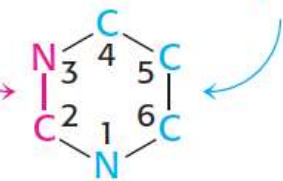
A. Σύνθεση φωσφορικού καρβαμίου (ΣΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟΠΛΑΣΜΑ)

Όξινο ανθρακικό
+ NH₃

2 ATP

Φωσφορικό
καρβαμίου

Ασπαραγινικό



Πυριμιδινικός
δακτύλιος

PRPP
(μια φωσφορική
ριβόζη)

UTP

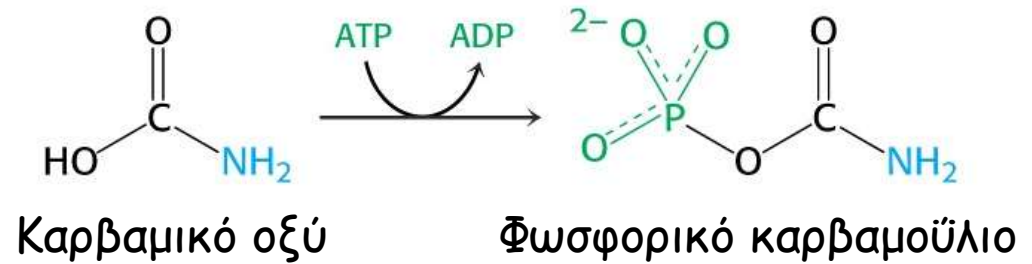
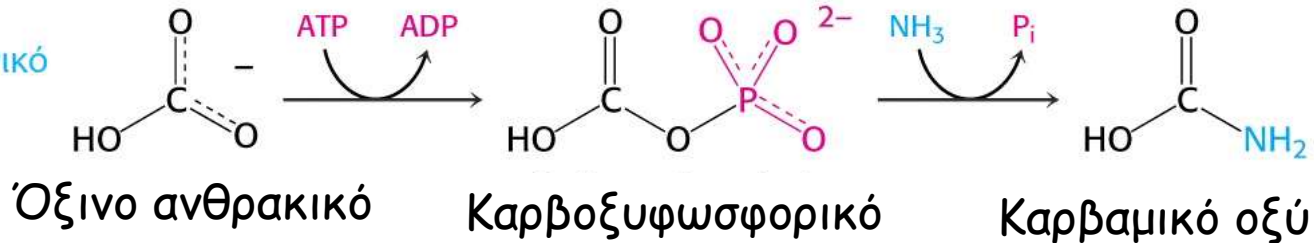
CTP

προς RNA

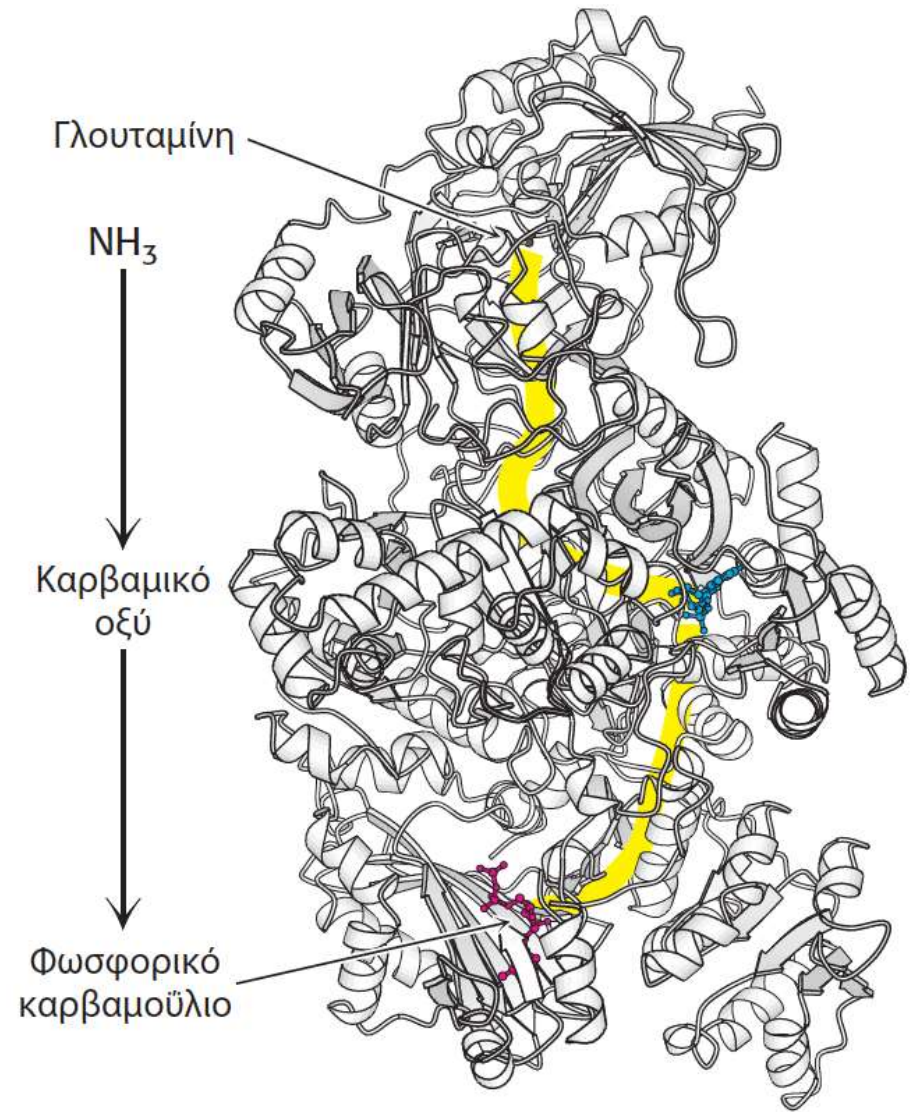
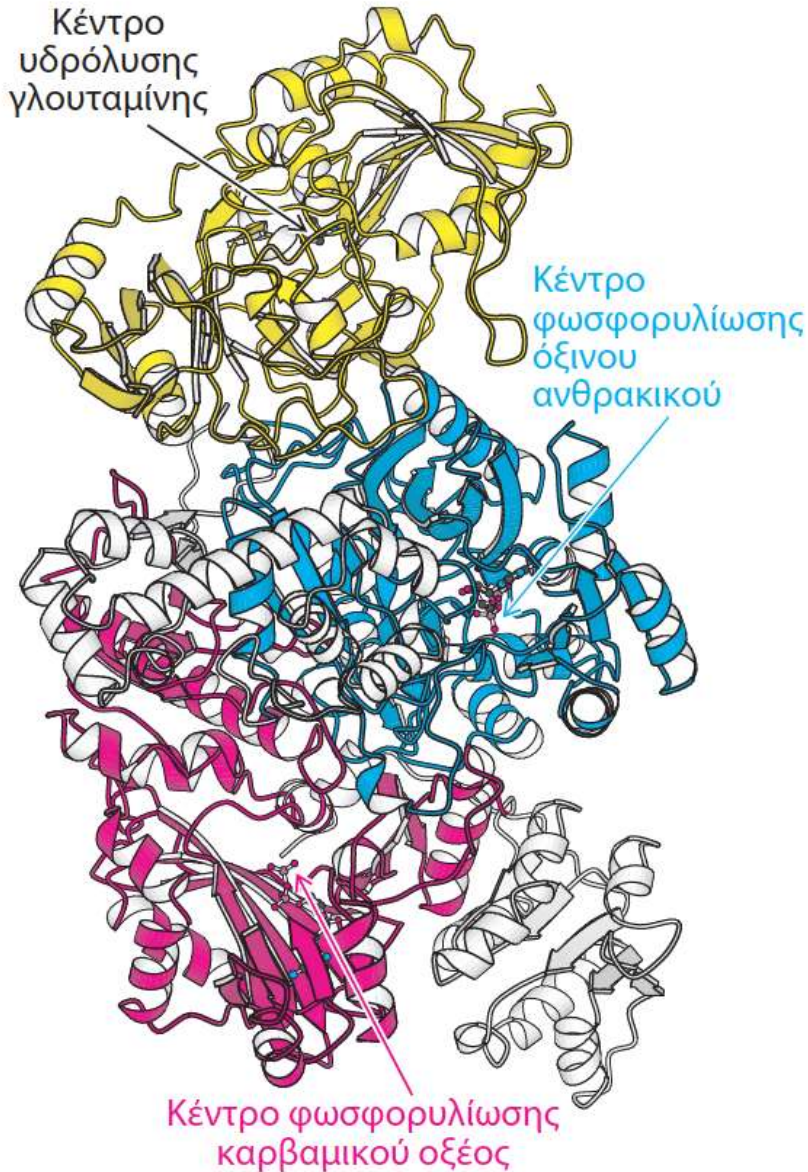
TTP

dCTP

προς DNA

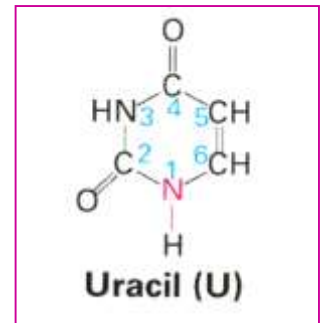


Η κυτταροπλασματική συνθετάση του φωσφορικού καρβαμοϋλίου (CPS II)

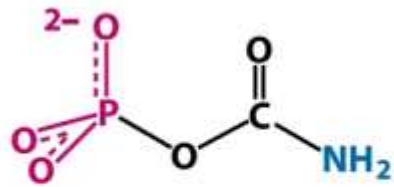


«Διοχέτευση υποστρώματος»

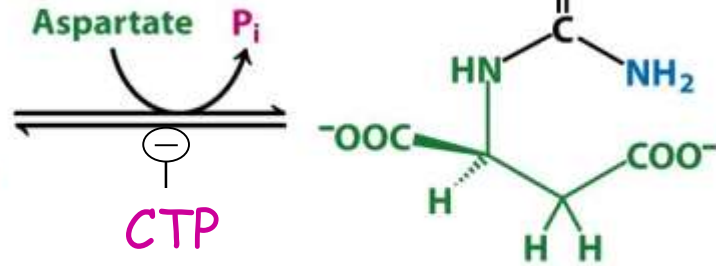
B. Σύνθεση οροτικού



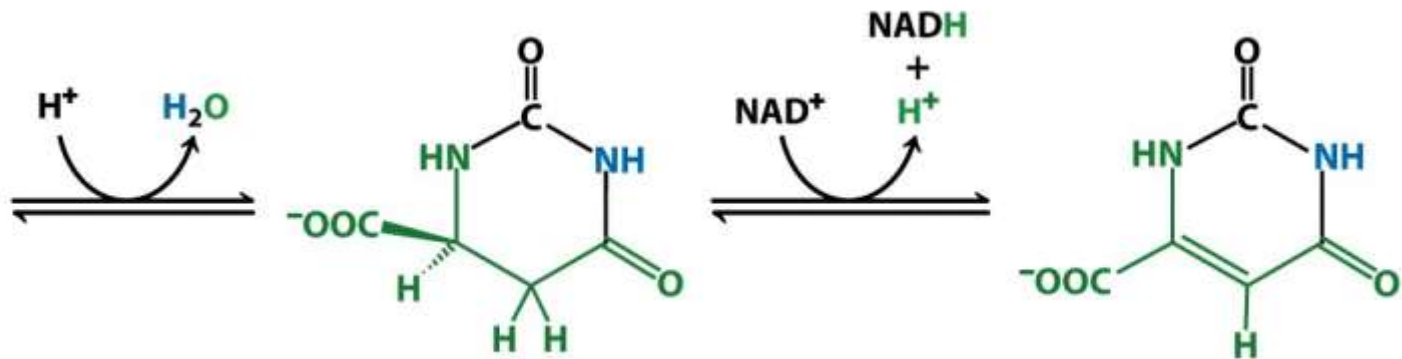
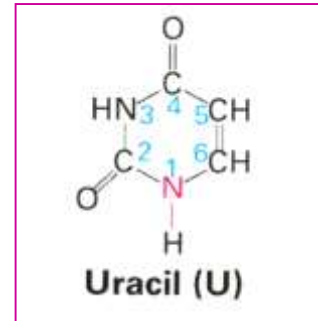
Ασπαρτική
τρανσκαρβαμούλαση



Φωσφορικό καρβαμοΐλιο



Καρβαμοΐλοασπαραγινικό

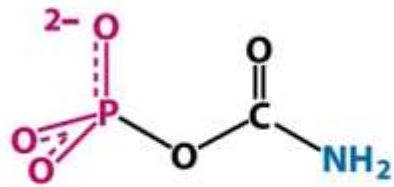


Διυδροοροτικό

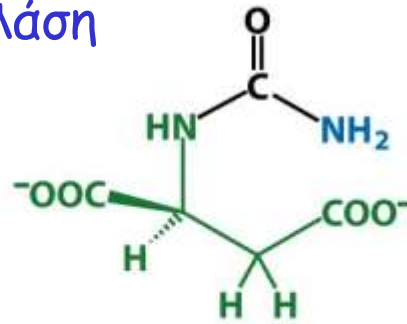
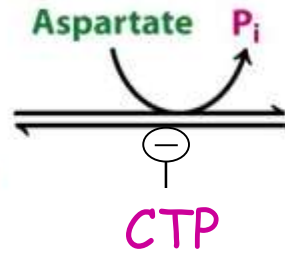
Οροτικό

Β. Σύνθεση οροτικού

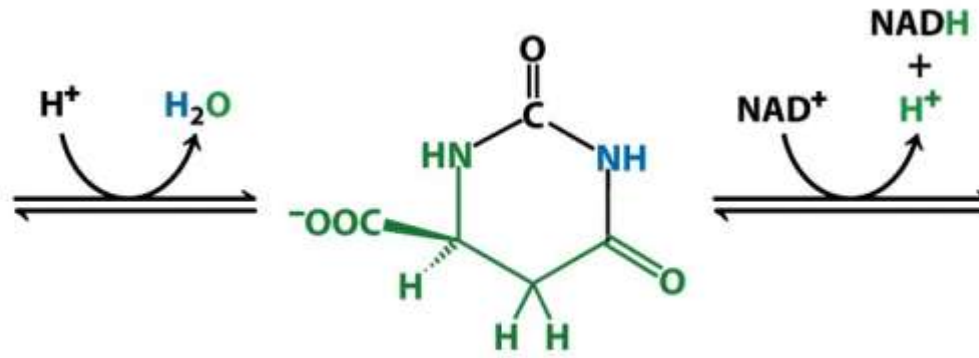
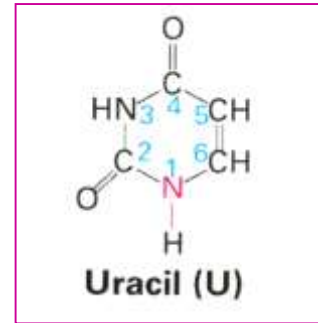
Ασπαρτική τρανσκαρβαμούλαση



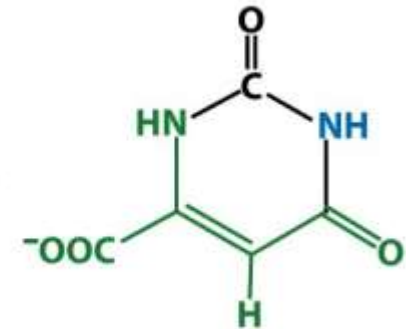
Φωσφορικό καρβαμοΐλιο



Καρβαμοΐλοασπαραγινικό

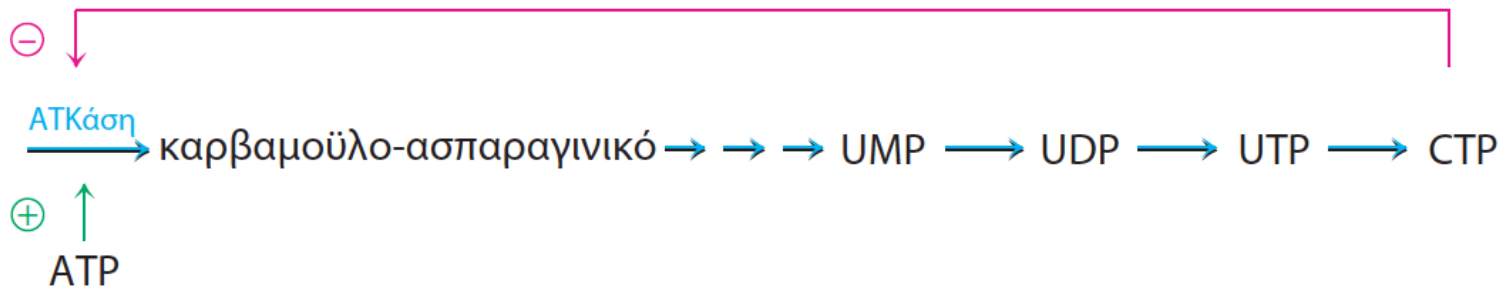


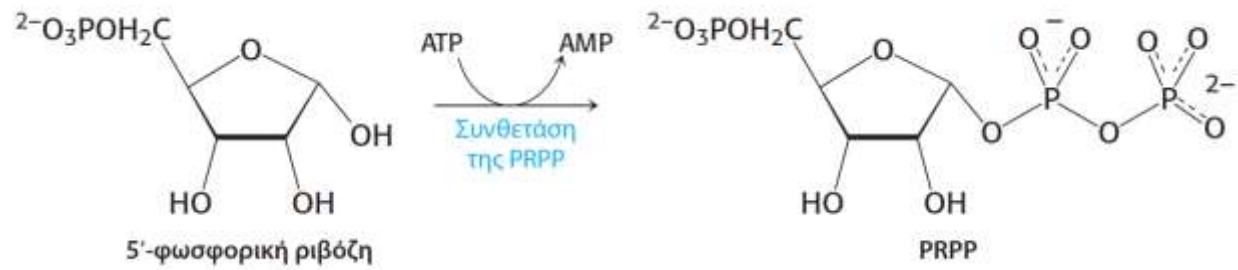
Διυδροοροτικό



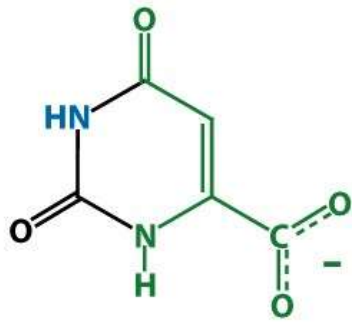
Οροτικό

Ασπαραγινικό
+
φωσφορικό
καρβαμοΐλιο

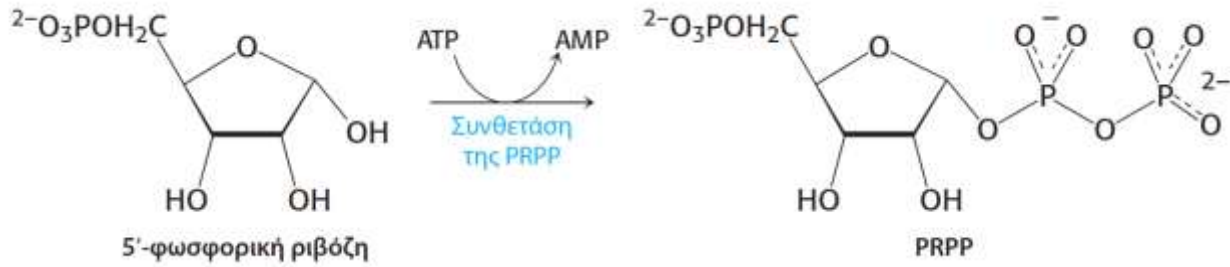




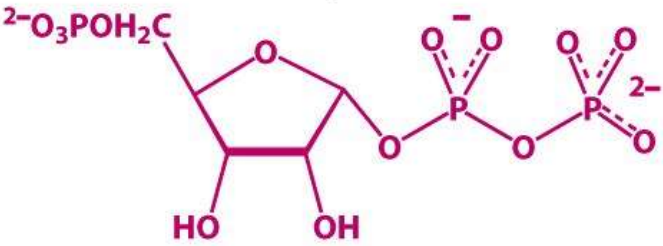
Γ. Σύνθεση ουριδυλικού (UMP)



Οροτικό
+

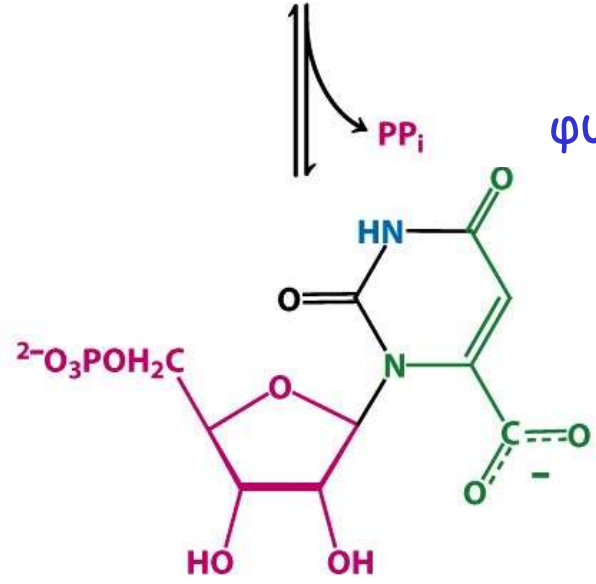


Γ. Σύνθεση ουριδυλικού (UMP)

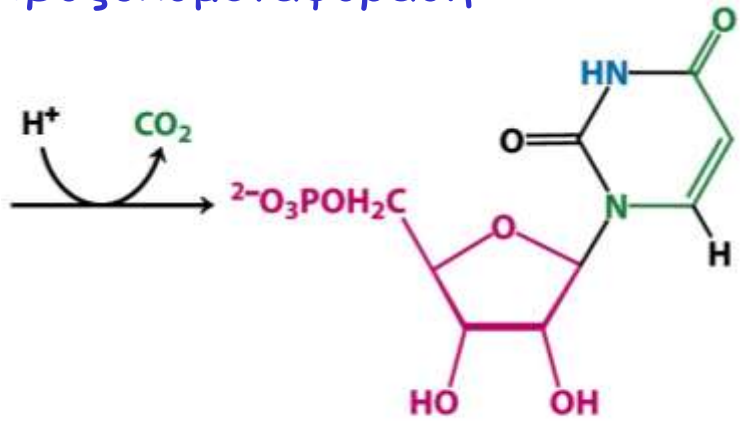


5-φωσφο-1-πυροφωσφορική ριβόζη (PRPP)

Πυριμιδινική
φωσφοριβοζυλομεταφοράση



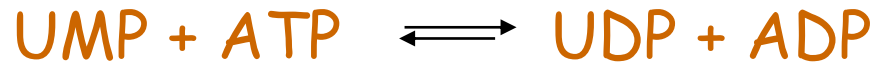
Οροτιδυλικό



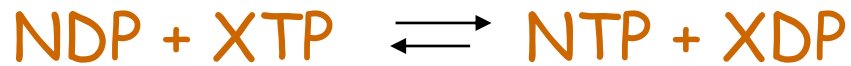
Ουριδυλικό (UMP)

Δ. Σύνθεση τριφωσφορικής ουριδίνης (UTP)

Τα μονο-, δι- και τρι-φωσφορικά νουκλεοτίδια είναι αλληλομετατρέψιμα



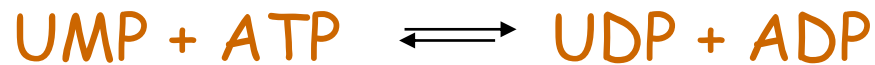
Κινάσες των μονοφωσφορικών νουκλεοζιτών
(μία για κάθε νουκλεοτίδιο)



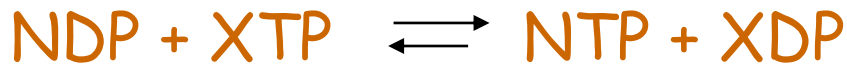
Κινάση των διφωσφορικών νουκλεοζιτών

Δ. Σύνθεση τριφωσφορικής ουριδίνης (UTP)

Τα μονο-, δι- και τρι-φωσφορικά νουκλεοτίδια είναι αλληλομετατρέψιμα



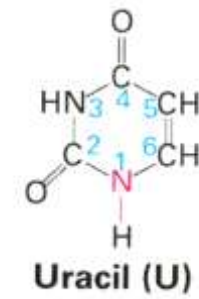
Κινάσες των μονοφωσφορικών νουκλεοζιτών
(μία για κάθε νουκλεοτίδιο)



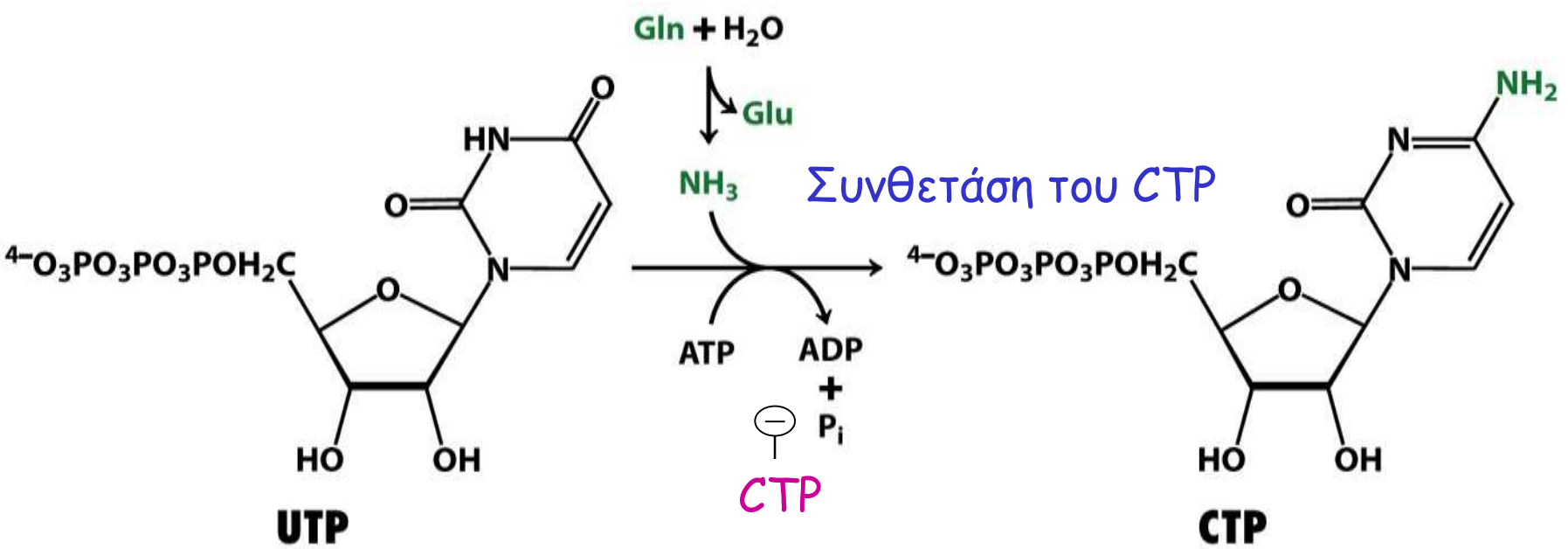
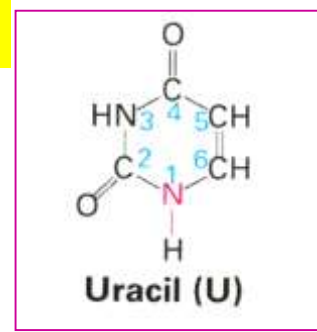
Κινάση των διφωσφορικών νουκλεοζιτών



Ε. Σύνθεση τριφωσφορικής κυτιδίνης (CTP)

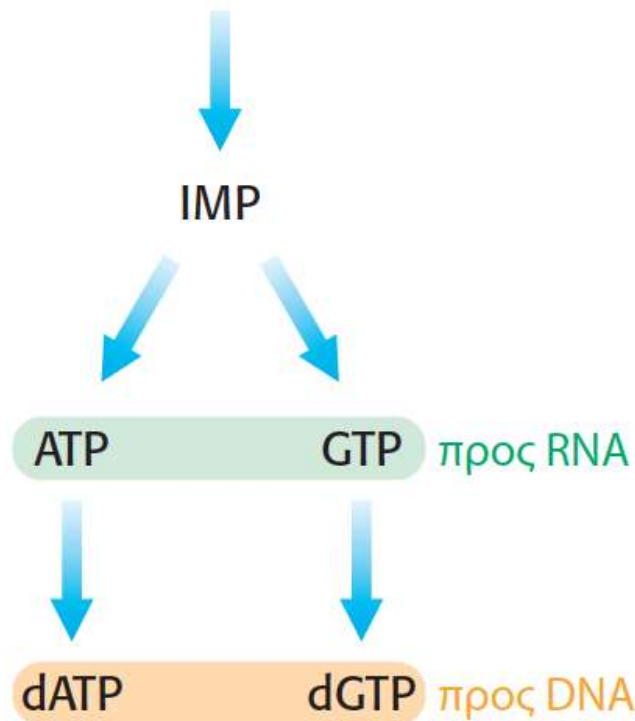
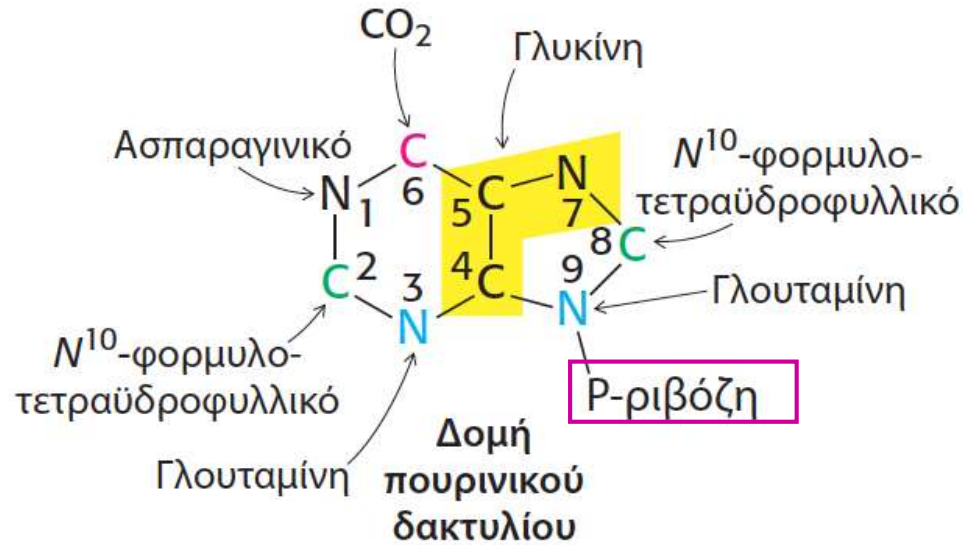


Ε. Σύνθεση τριφωσφορικής κυτιδίνης (CTP)

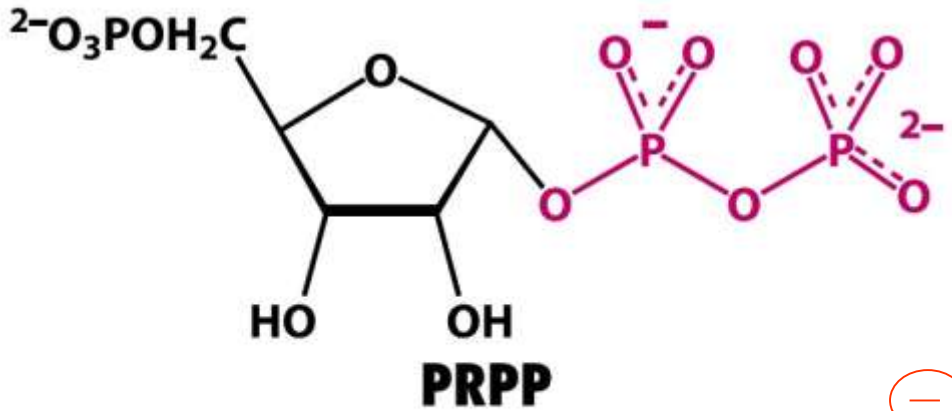


CTP → CDP, CMP

Σύνθεση de novo νουκλεοτιδίων πουργίνης (ATP, GTP)

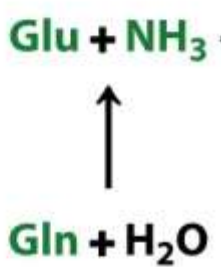


Συναρμολόγηση του πουρινικού δακτυλίου στην φωσφορική ριβόζη



IMP, AMP, GMP

⊖

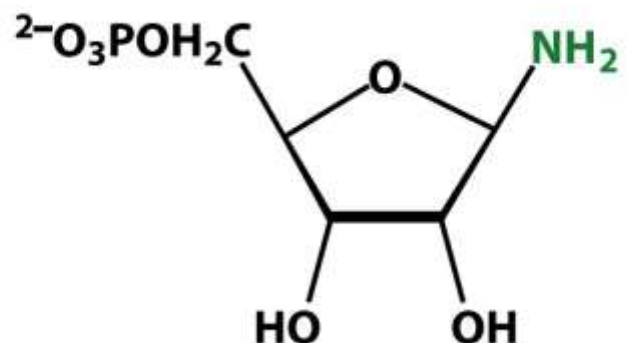


Φωσφοριβοζυλοαμιδομεταφοράση της γλουταμίνης

PP_i

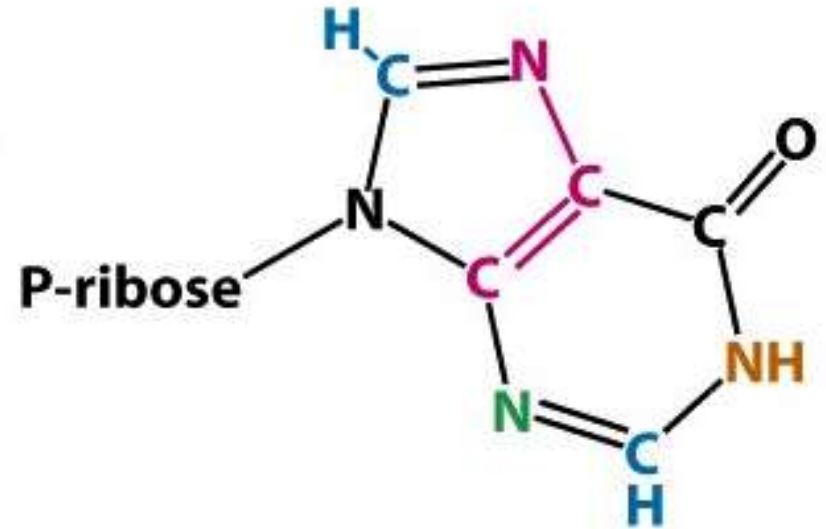
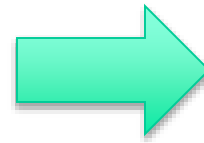
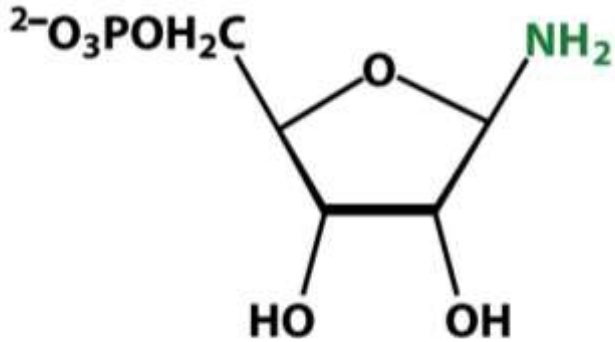
⊕

PRPP

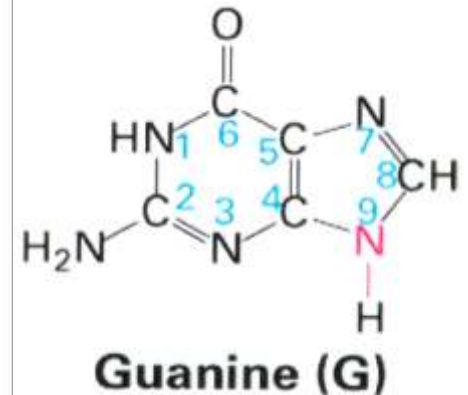
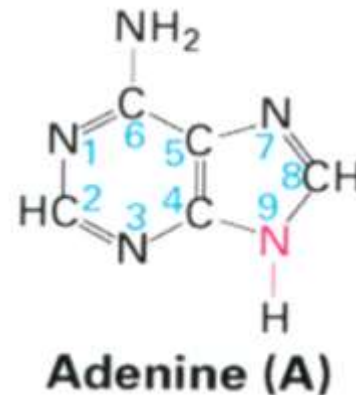
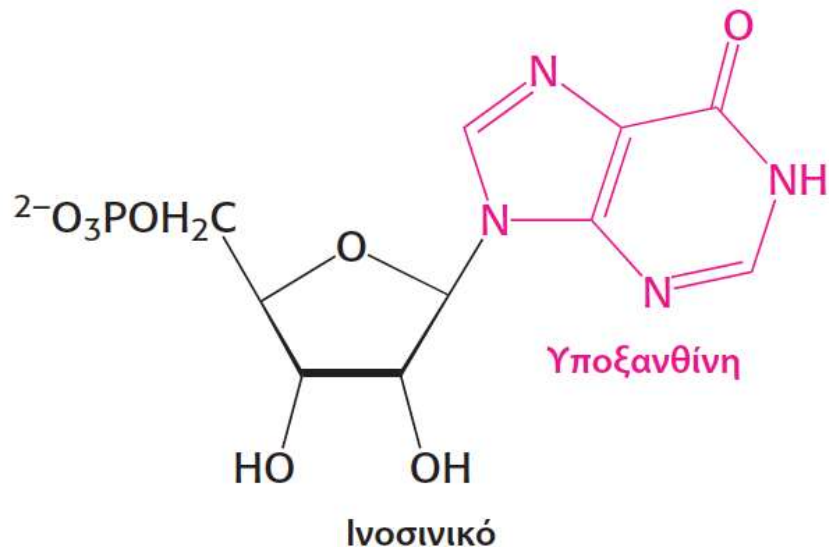


5-Φωσφοριβοζυλο-1-αμίνη

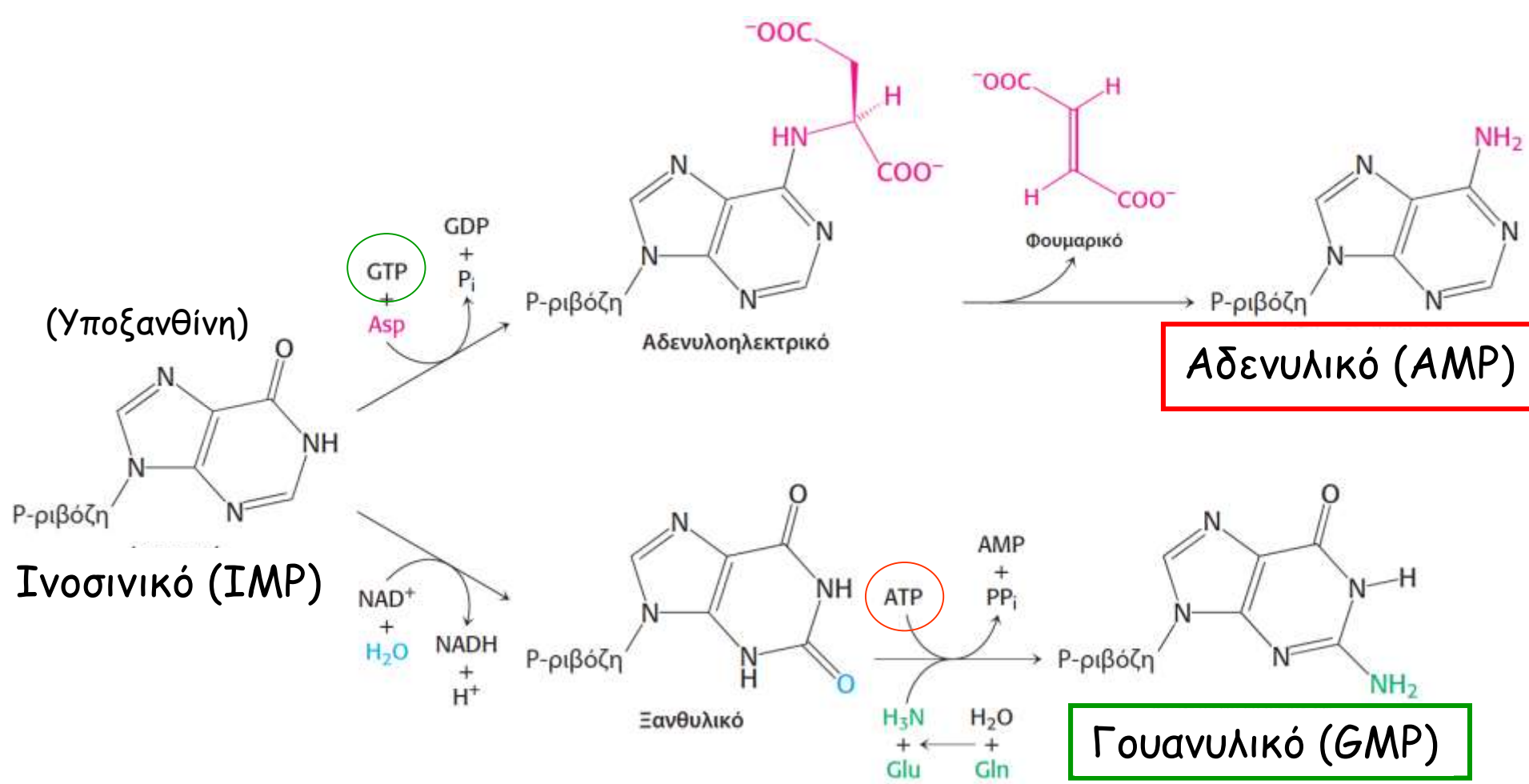
Σύνθεση ινοσινικού



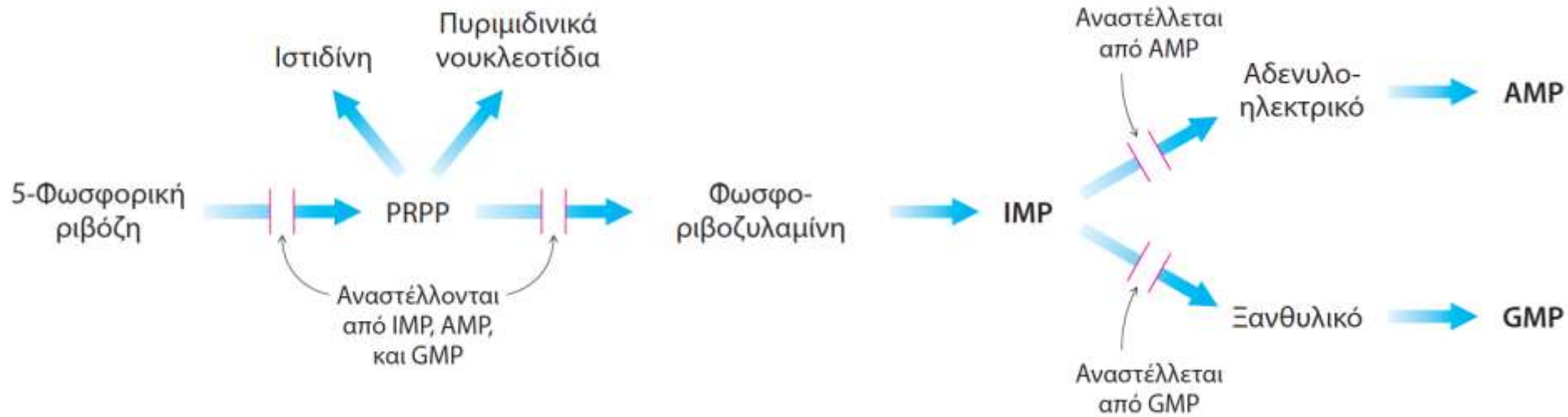
Ινοσινικό (IMP)



Σύνθεση AMP και GMP από IMP



Ρύθμιση της σύνθεσης των πουρινικών νουκλεοτιδίων



Πορείες πέρισωσης πουργινοκλεοτιδίων

HGPRT



HGPRT



APRT



HGPRT: Hypoxanthine - guanine phosphoribosyltransferase

APRT: Adenine phosphoribosyltransferase

Ανεπάρκεια HGPRT: σύνδρομο Lesch-Nyhan

Ανεπάρκεια ΗGPRΤ

- ❖ Υπολειπόμενη φυλοσύνδετη ψυχιατρική νόσος
- ❖ Καταναγκαστική συμπεριφορά αυτοκαταστροφής
- ❖ Εχθρική συμπεριφορά
- ❖ Νοητική καθυστέρηση
- ❖ Σπαστικότητα
- ❖ Υψηλά επίπεδα PRPP, de novo βιοσύνθεσης πουρινών, ουρικού
- ❖ Θάνατος την πρώτη ή δεύτερη δεκαετία ζωής

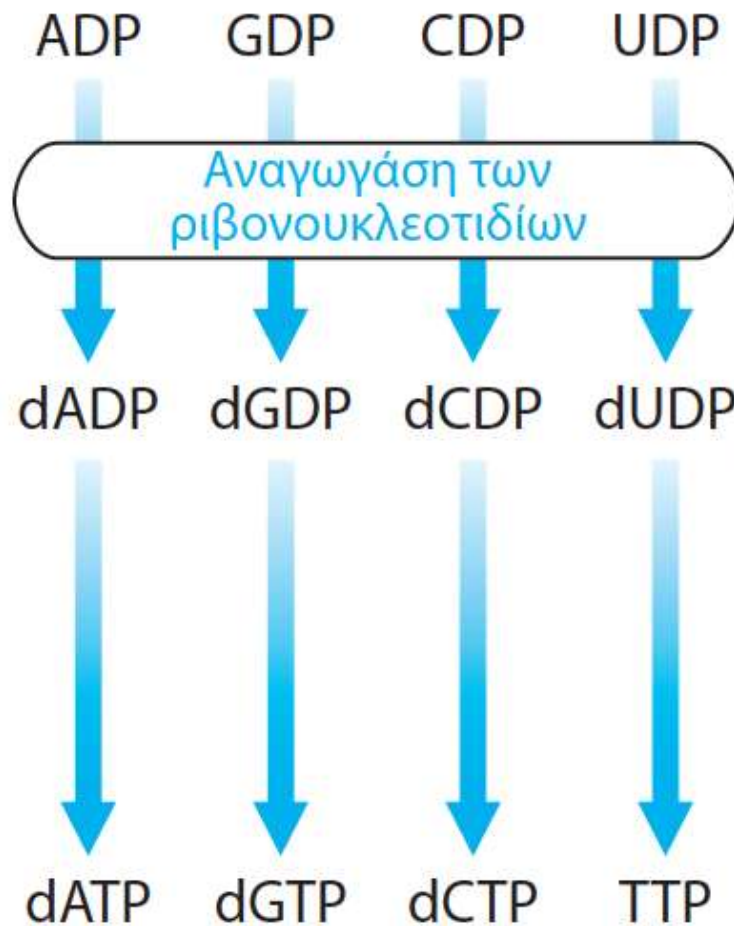
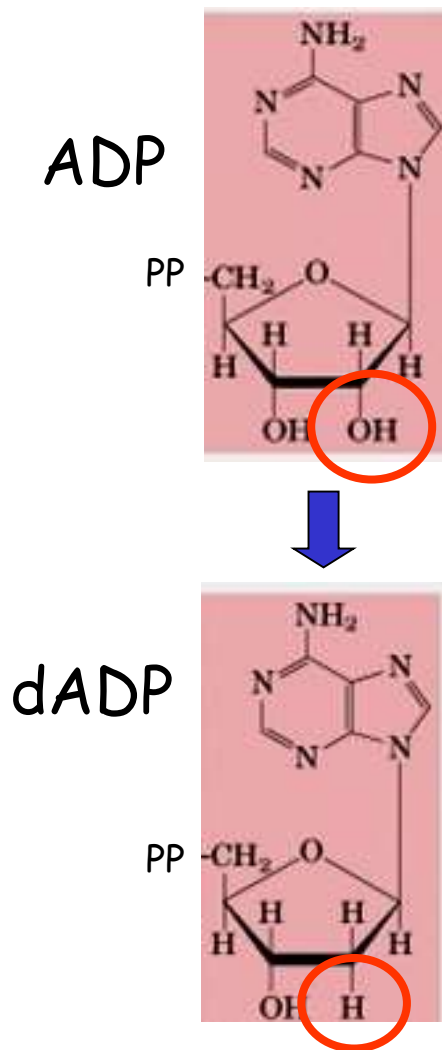
Σύνδρομο Lesch-Nyhan



- Σημασία πορείας περίπτωσης
- νευρικά κύτταρα;
 - ενδιάμεσοι μεταβολίτες;

Μεταβολική βάση ψυχιατρικής νόσου

Σύνθεση δεοξυριβονουκλεοτιδίων

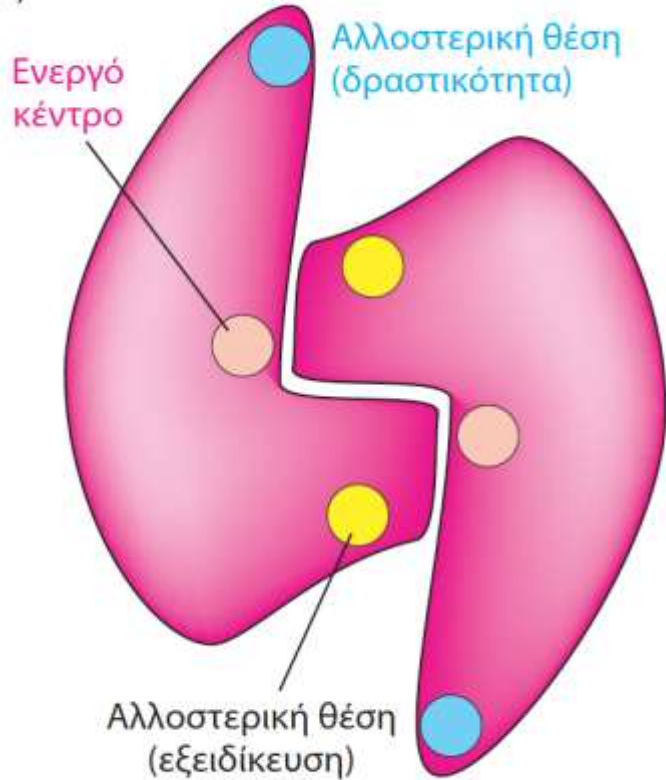


Προϊόντα της αναγωγής των ριβονουκλεοτιδίων

Με περαιτέρω επεξεργασία παράγονται dNTP

Ρύθμιση της αναγωγής των ριβονουκλεοτιδίων

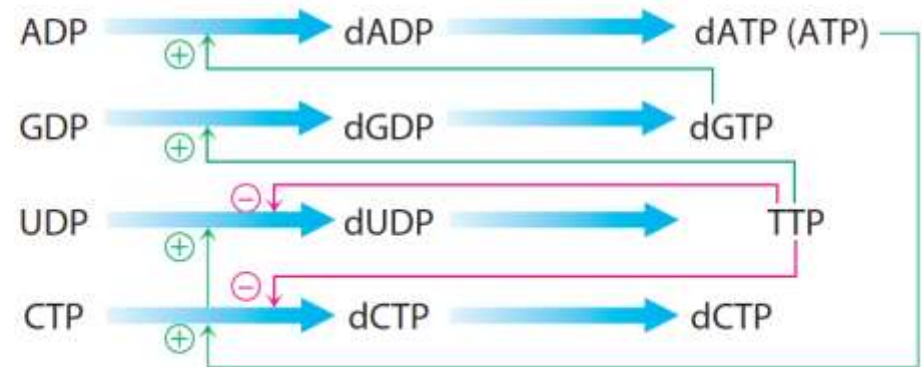
(A)



(B) Ρύθμιση της συνολικής δραστηκότητας

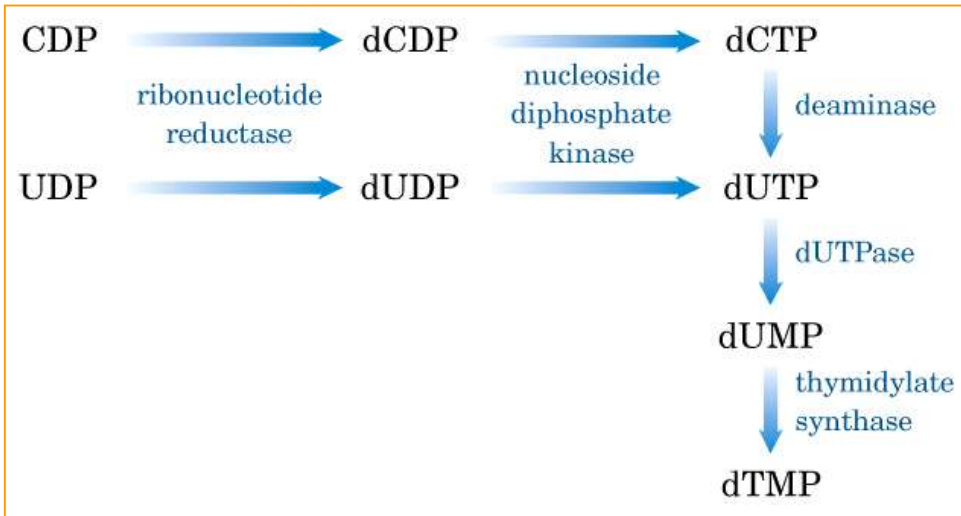


Ρύθμιση της εξειδίκευσης υποστρώματος



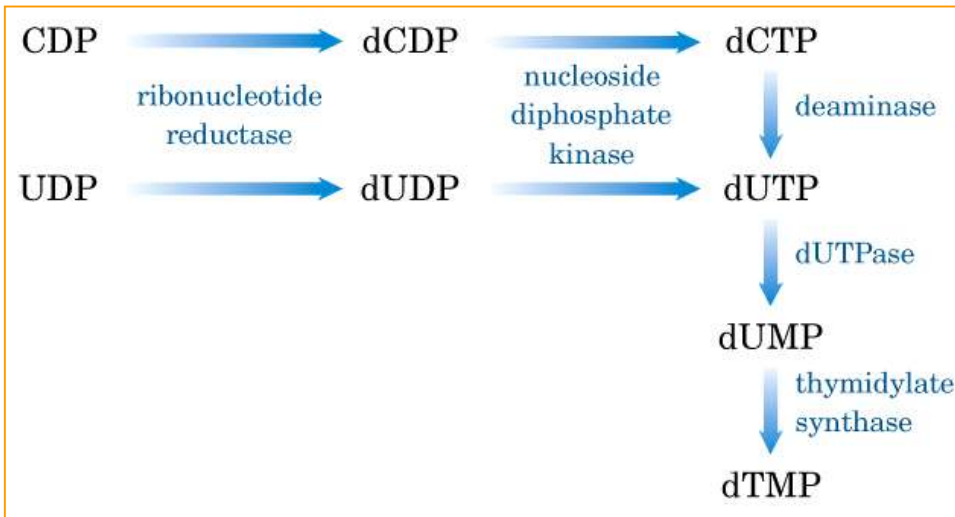
Σύνθεση του θυμιδικικού (TMP)

Απαραίτητη για την σύνθεση DNA

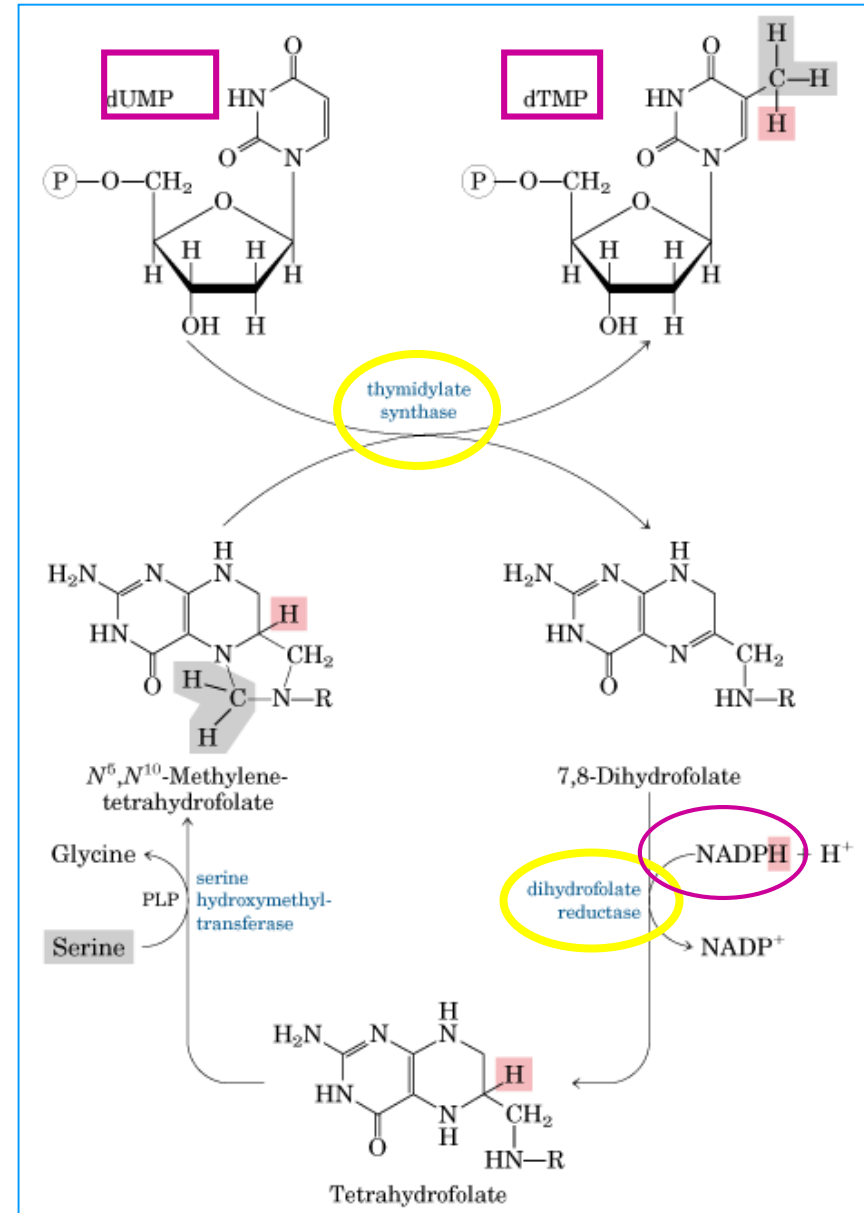


Σύνθεση του θυμιδυλικού (TMP)

Απαραίτητη για την σύνθεση DNA



Η συνθάση του θυμιδυλικού μεθυλιώνει το δεοξουριδυλικό χρησιμοποιώντας ως δότη της μεθυλομάδας το **μεθυλενοτετραϋδροφυλλικό**. Το **διυδροφυλλικό** που προκύπτει πρέπει να μετατραπεί σε **τετραϋδροφυλλικό** από την αναγωγή του διυδροφυλλικού με τη χρήση NADPH.



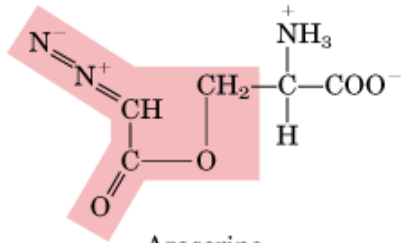
Αντικαρκινικά φάρμακα

Αντικαρκινικά φάρμακα

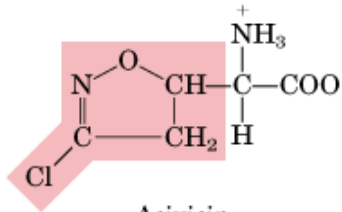
Τα καρκινικά κύτταρα πολλαπλασιάζονται με υψηλούς ρυθμούς και άρα έχουν μεγαλύτερη ανάγκη για σύνθεση DNA. Έτσι, πολλά αντικαρκινικά φάρμακα είναι **αναστολείς** της **σύνθεσης νουκλεοτιδίων**.

Αντικαρκινικά φάρμακα

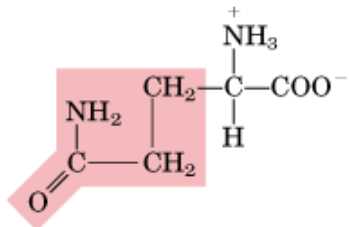
Τα καρκινικά κύτταρα πολλαπλασιάζονται με υψηλούς ρυθμούς και άρα έχουν μεγαλύτερη ανάγκη για σύνθεση DNA. Έτσι, πολλά αντικαρκινικά φάρμακα είναι **αναστολείς** της **σύνθεσης νουκλεοτιδίων**.



Azaserine



Acivicin

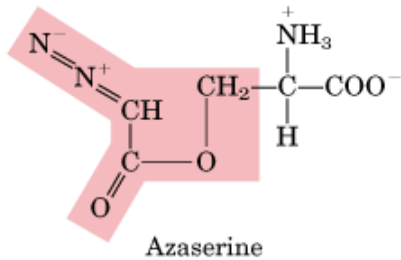


Glutamine

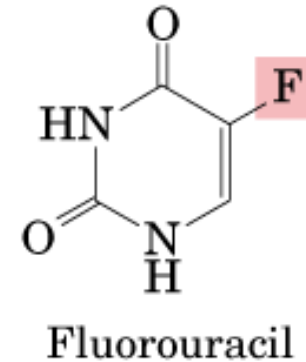
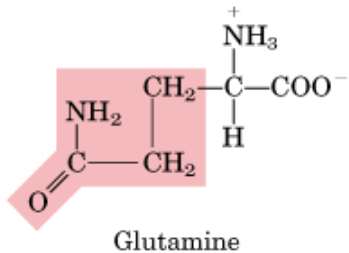
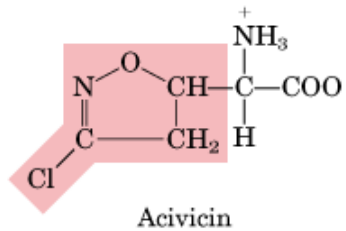
Αναστολείς των
ενζύμων που
χρησιμοποιούν
γλουταμίνη ως
δότη αζώτου.

Αντικαρκινικά φάρμακα

Τα καρκινικά κύτταρα πολλαπλασιάζονται με υψηλούς ρυθμούς και άρα έχουν μεγαλύτερη ανάγκη για σύνθεση DNA. Έτσι, πολλά αντικαρκινικά φάρμακα είναι **αναστολείς** της **σύνθεσης νουκλεοτιδίων**.



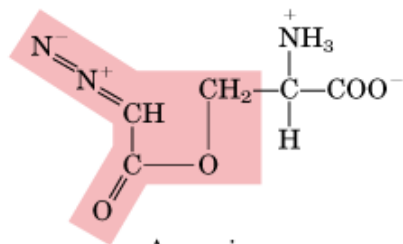
Αναστολέας
«αυτοκτονίας»
της συνθάσης
του
θυμιδικού



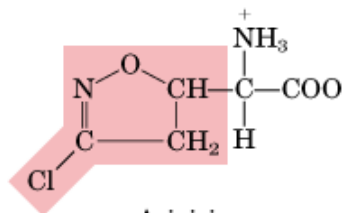
Αναστολείς των
ενζύμων που
χρησιμοποιούν
γλουταμίνη ως
δότη αζώτου.

Αντικαρκινικά φάρμακα

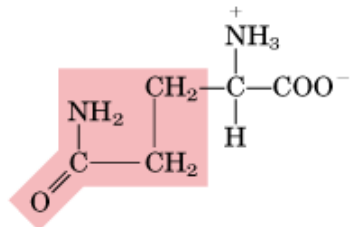
Τα καρκινικά κύτταρα πολλαπλασιάζονται με υψηλούς ρυθμούς και άρα έχουν μεγαλύτερη ανάγκη για σύνθεση DNA. Έτσι, πολλά αντικαρκινικά φάρμακα είναι **αναστολείς** της **σύνθεσης νουκλεοτιδίων**.



Azaserine



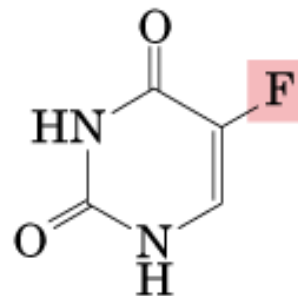
Acivicin



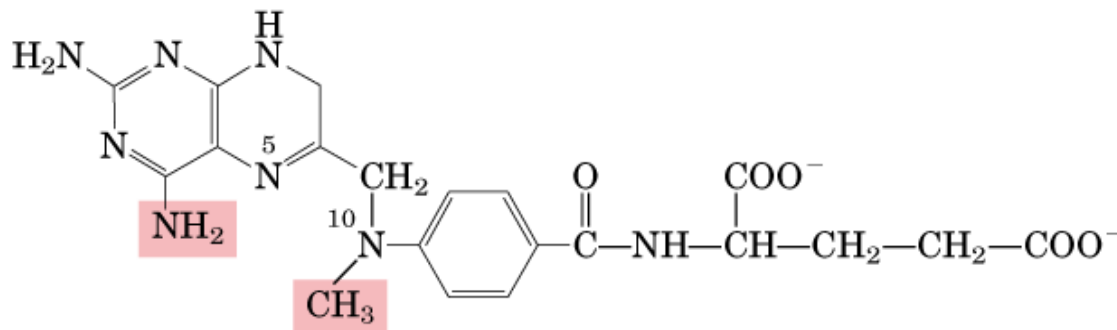
Glutamine

Αναστολείς των ενζύμων που χρησιμοποιούν γλουταμίνη ως δότη αζώτου.

Αναστολέας «αυτοκτονίας» της συνθάσης του θυμιδικού



Fluorouracil

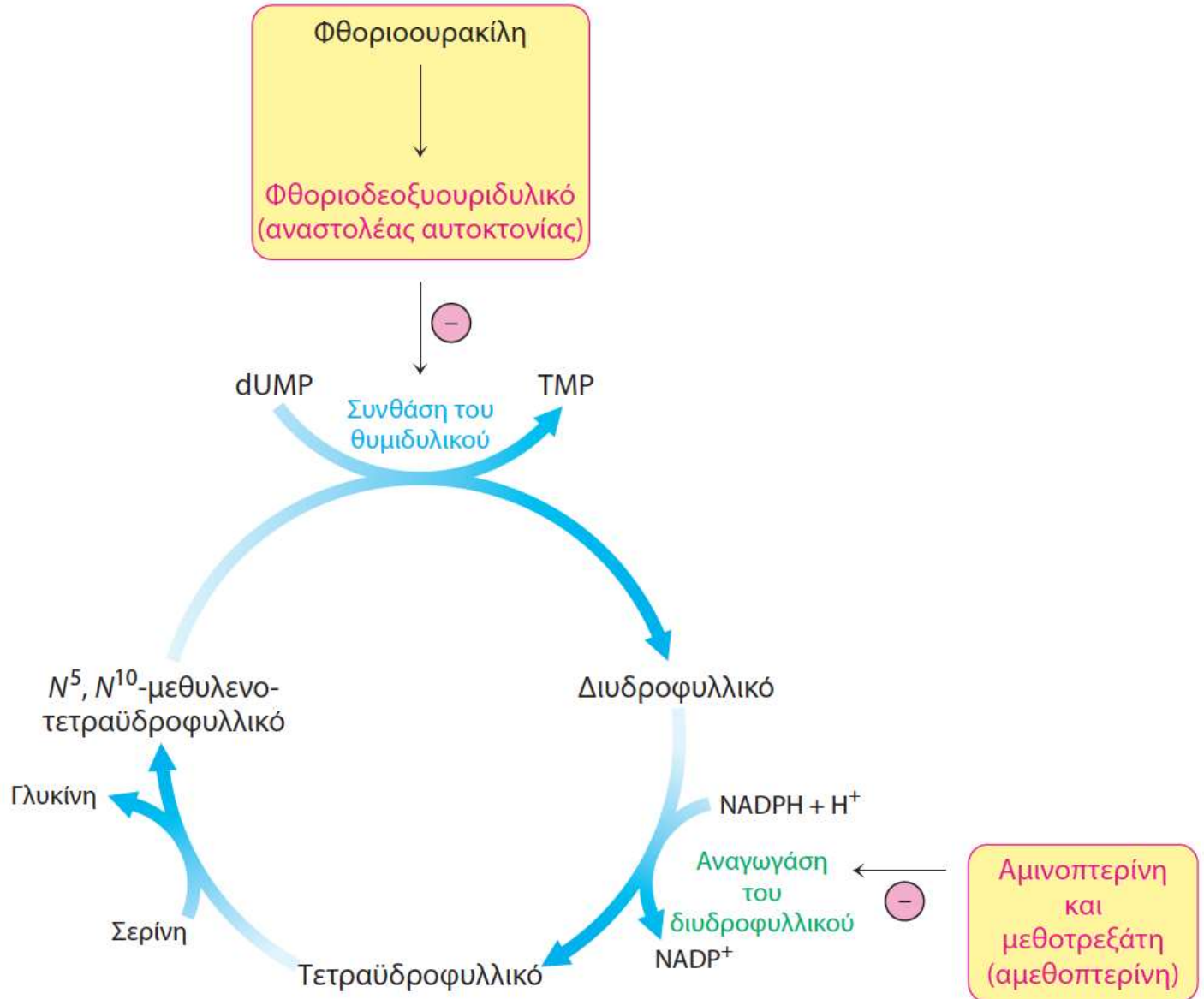


Methotrexate

Ανάλογο του διϋδροφολικού, ισχυρός ανταγωνιστικός αναστολέας της αναγωγής του διϋδροφολικού

Η δράση της φθοροουρακίλης και της μεθοτρεξάτης

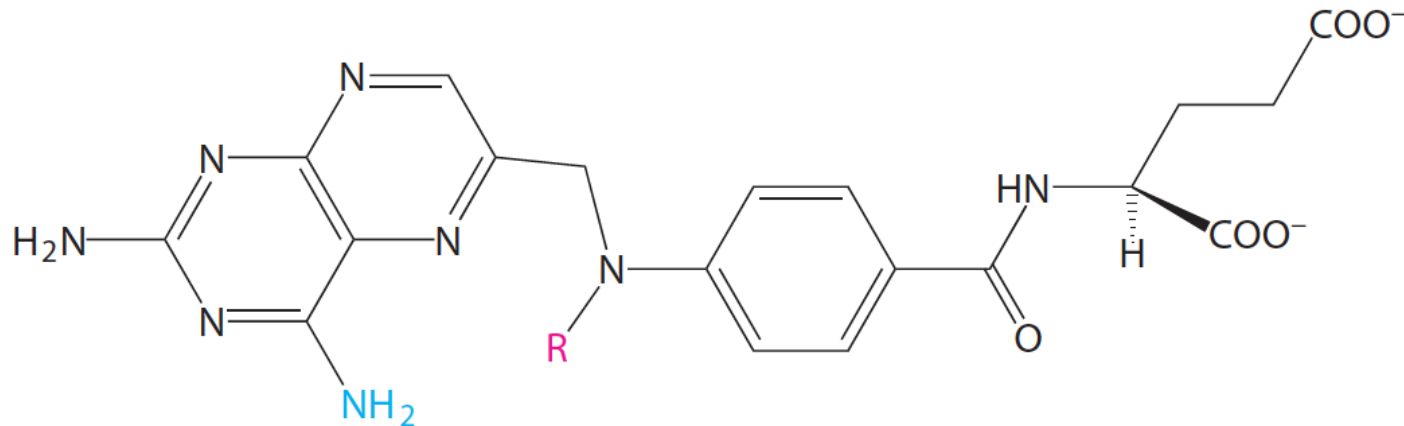
Η φθοροουρακίλη μετατρέπεται in vivo σε φθοροδεοξουριδυλικό (F-dUMP) που είναι **αναστολέας αυτοκτονίας** της συνθάσης του θυμιδυλικού



Αμινοπτερίνη και μεθοτρεξάτη (αμεθοπτερίνη):

Ανάλογα του διυδροφυλλικού και συναγωνιστικοί αναστολείς της **αναγωγάσης** του.

Χρησιμοποιούνται στη θεραπεία ταχέως αναπτυσσομένων όγκων (οξεία λευχαιμία, χοριοκαρκίνωμα).

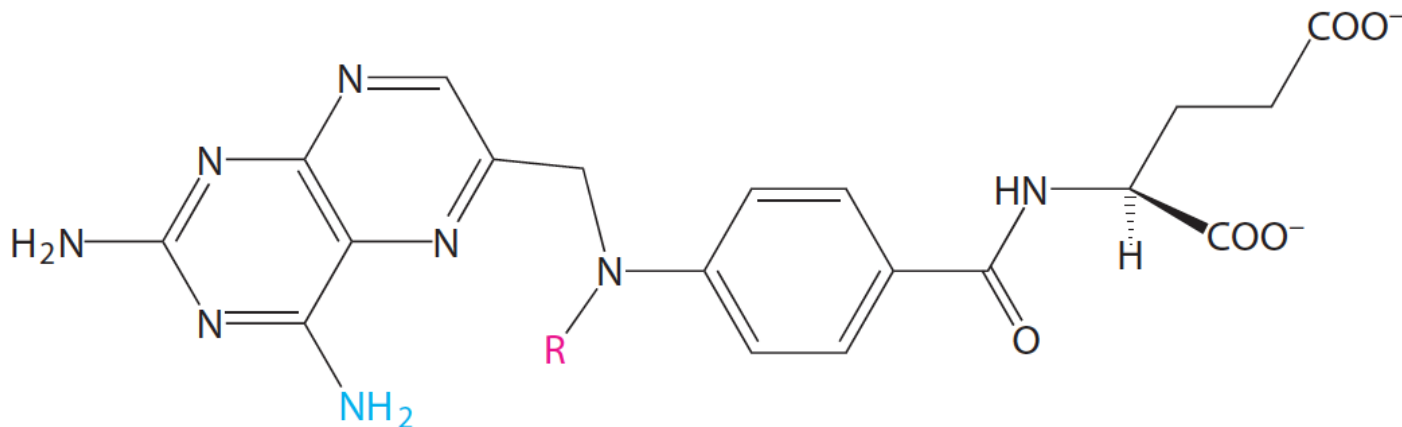


Αμινοπτερίνη ($R = H$) ή μεθοτρεξάτη ($R = CH_3$)

Αμινοπτερίνη και μεθοτρεξάτη (αμεθοπτερίνη):

Ανάλογα του διυδροφυλλικού και συναγωνιστικοί αναστολείς της **αναγωγάσης** του.

Χρησιμοποιούνται στη θεραπεία ταχέως αναπτυσσομένων όγκων (οξεία λευχαιμία, χοριοκαρκίνωμα).



Αμινοπτερίνη (R = H) ή μεθοτρεξάτη (R = CH₃)

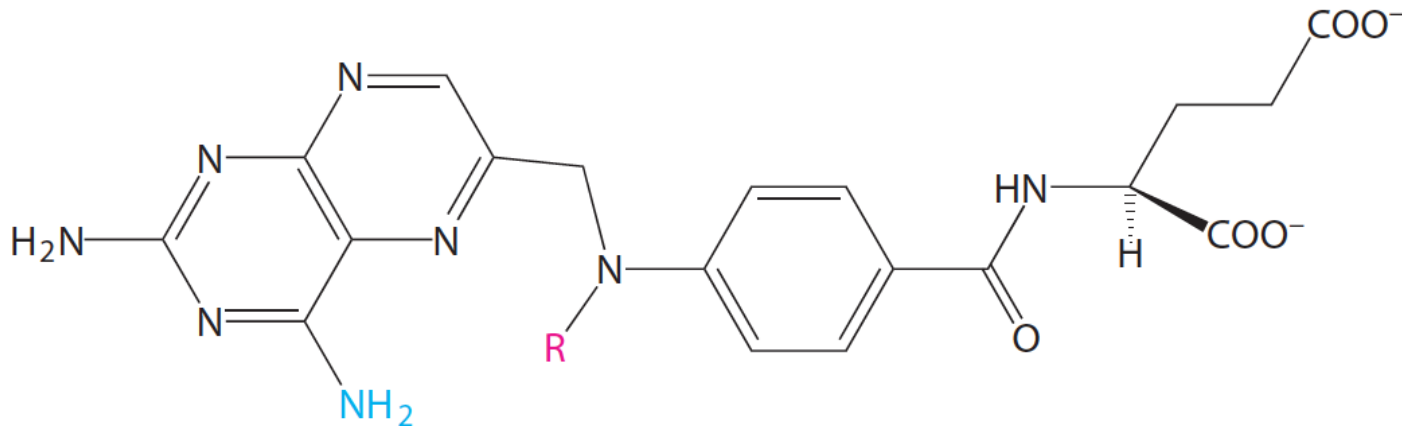
Θανατώνουν και τα γρήγορα πολλαπλασιαζόμενα μη κακοήθη κύτταρα όπως του μυελού των οστών, του βλεννογόνου του εντέρου, του θύλακα των τριχών κ.λπ.

(τοξικές παρενέργειες χημειοθεραπείας: αναιμία, ναυτία, απώλεια μαλλιών)

Αμινοπτερίνη και μεθοτρεξάτη (αμεθοπτερίνη):

Ανάλογα του διυδροφυλλικού και συναγωνιστικοί αναστολείς της αναγωγής του.

Χρησιμοποιούνται στη θεραπεία ταχέως αναπτυσσομένων όγκων (οξεία λευχαιμία, χοριοκαρκίνωμα).



Αμινοπτερίνη (R = H) ή μεθοτρεξάτη (R = CH₃)

Θανατώνουν και τα γρήγορα πολλαπλασιαζόμενα μη κακοήθη κύτταρα όπως του μυελού των οστών, του βλεννογόνου του εντέρου, του θύλακα των τριχών κ.λπ.

(τοξικές παρενέργειες χημειοθεραπείας: αναιμία, ναυτία, απώλεια μαλλιών)

Η μεθοτρεξάτη σε χαμηλές δόσεις χρησιμοποιείται ως ανοσοκατασταλτικό στη θεραπεία αυτοάνοσων ασθενειών (ρευματοειδής αρθρίτιδα, ψωρίαση κλπ).

Η σύνθεση του τετραϋδροφυλλικού ως στόχος αντιβιοτικών

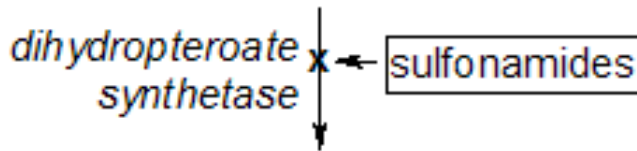
Ανάλογα του φυλλικού όπως η **τριμεθοπρίμη** έχουν ισχυρή αντιβακτηριακή και αντιπρωτοζωική δραστικότητα

Η σύνθεση του τετραϋδροφυλλικού ως στόχος αντιβιοτικών

Ανάλογα του φυλλικού όπως η **τριμεθοπρίμη** έχουν ισχυρή αντιβακτηριακή και αντιπρωτοζωική δραστηριότητα

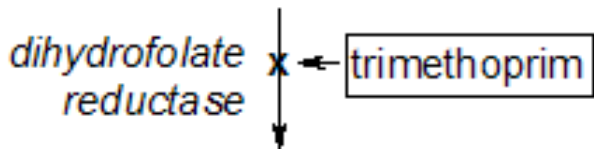
Χρήση **τριμεθοπρίμης** για τη θεραπεία λοιμώξεων του ουροποιητικού και σε συνδυασμό με τον αναστολέα σύνθεσης του φυλλικού **σουλφαμεθοξαζόλη** (*Bactrim*, *Septtrin*) για ειδικές λοιμώξεις

dihydropteroate diphosphate + p-aminobenzoic acid (PABA)

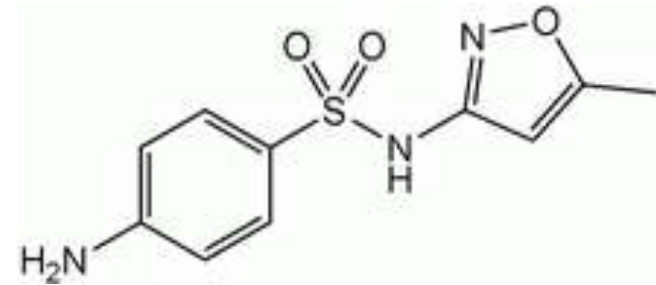


dihydropteroic acid

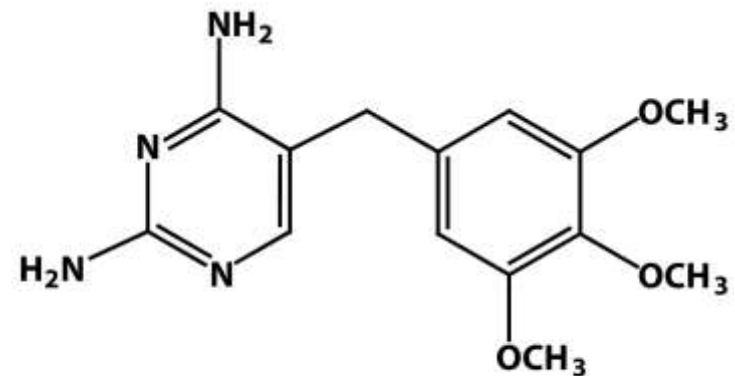
dihydrofolic acid



tetrahydrofolic acid

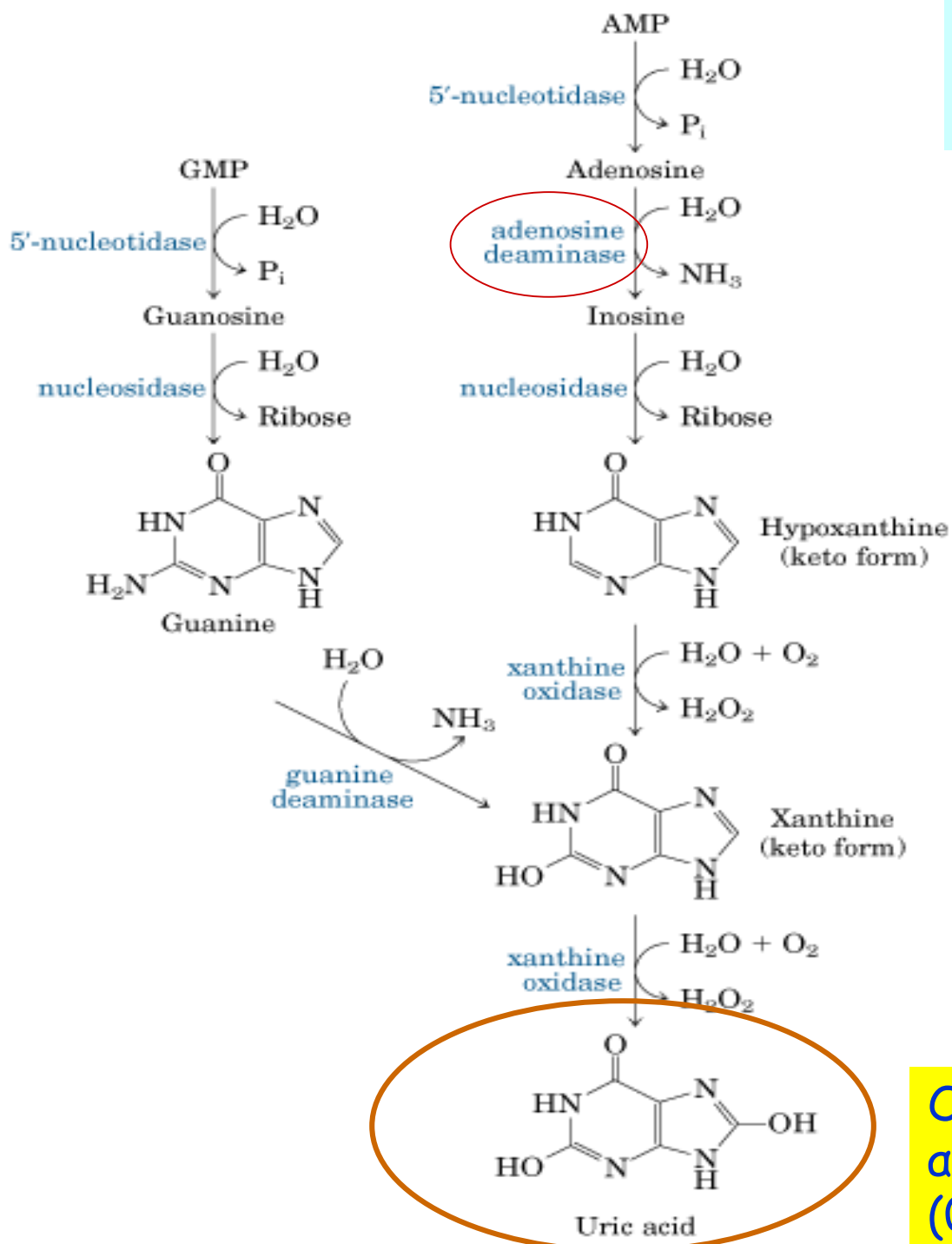


Sulfamethoxazole



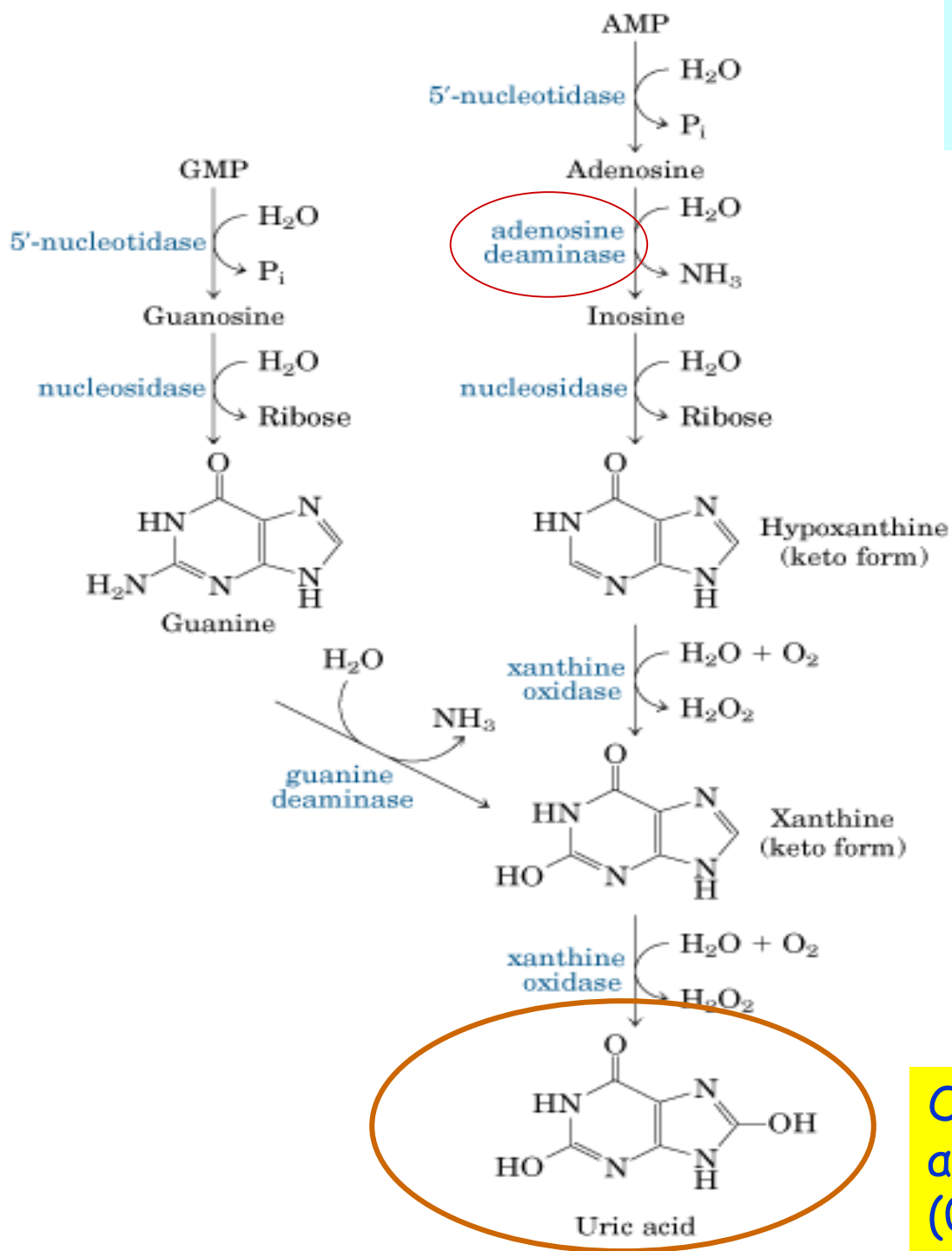
Trimethoprim

Αποικοδόμηση πουρινικών νουκλεοτιδίων



Ουρικό οξύ:
απεκκρίνεται στα ούρα
(0,6 gr/24 h)

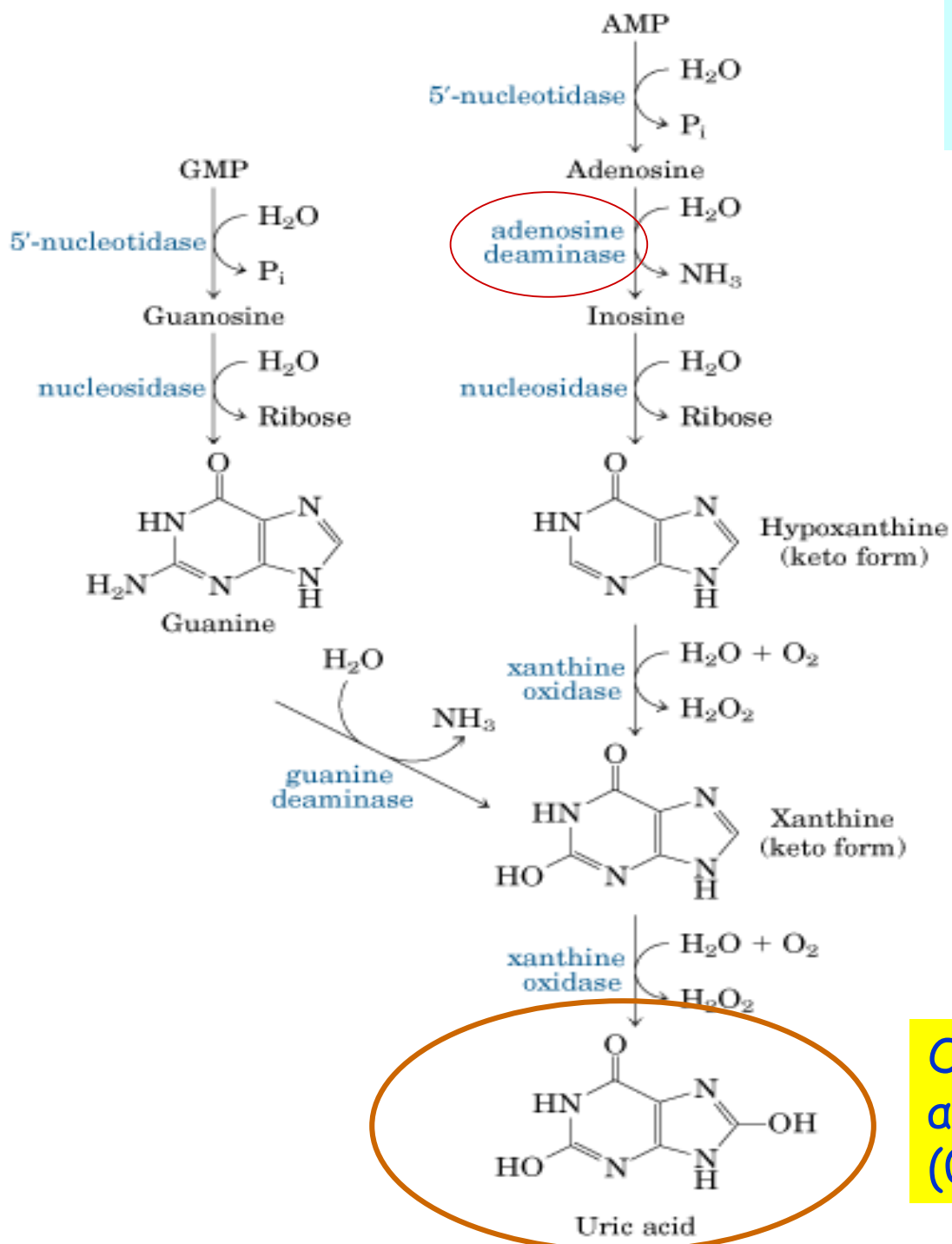
Αποικοδόμηση πουρινικών νουκλεοτιδίων



Ανεπάρκεια της **απαμινάσης της αδενοσίνης** προκαλεί σοβαρή δυσλειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος λόγω καταστροφής T και B λεμφοκυττάρων: **Σύνδρομο σοβαρής συνδυασμένης ανοσοανεπάρκειας (SCIDS, bubble boy disease)**.
Συσσώρευση dATP → αναστολή της σύνθεσης dNTPs.
Αντιμετώπιση: μεταμόσχευση μυελού των οστών.
1^η επιτυχής προσπάθεια γονιδιακής θεραπείας (παρενέργειες: λευχαιμία).

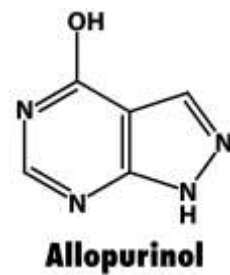
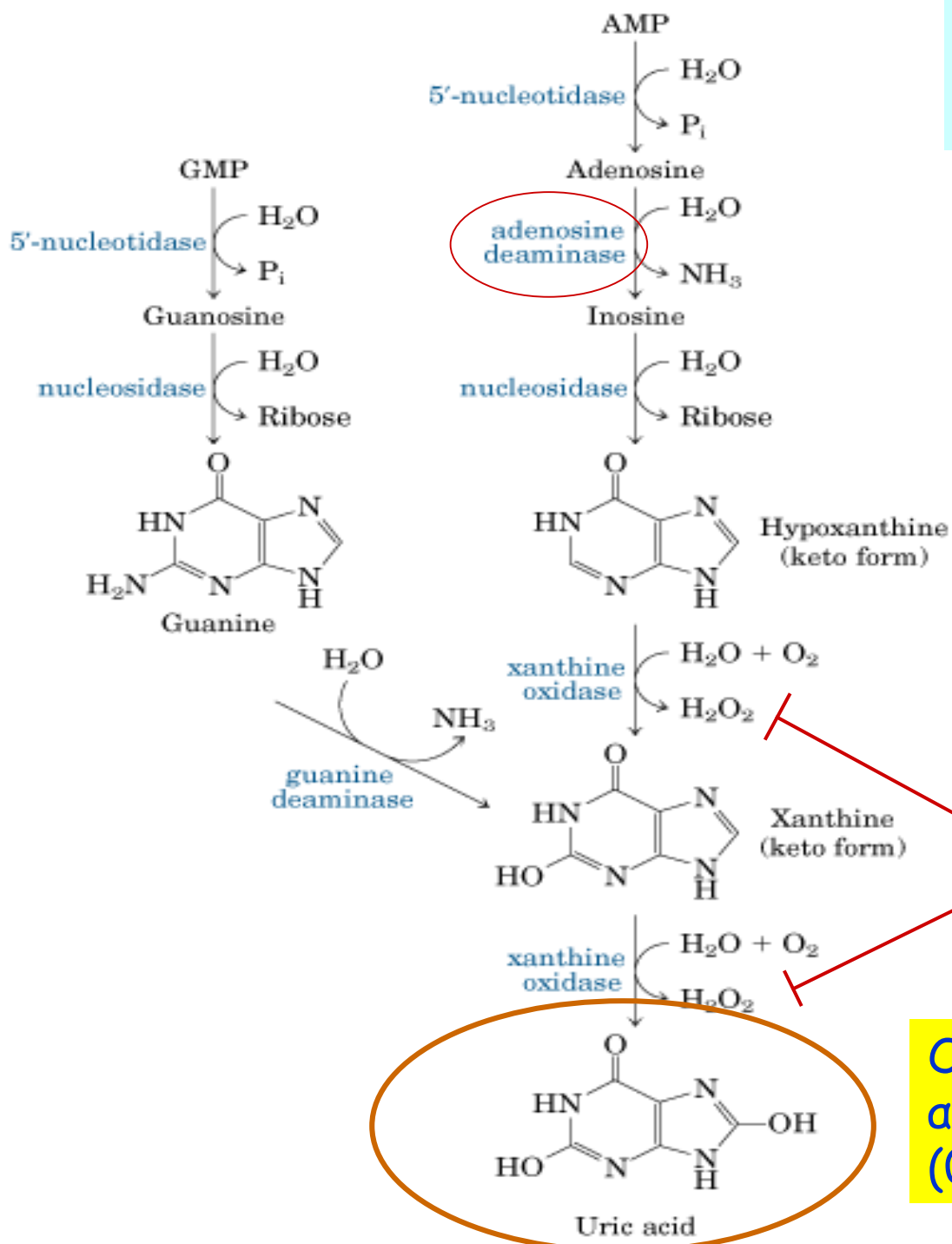
Ουρικό οξύ:
απεκκρίνεται στα ούρα
(0,6 gr/24 h)

Αποικοδόμηση πουρινικών νουκλεοτιδίων



Ουρικό οξύ:
απεκκρίνεται στα ούρα
(0,6 gr/24 h)

Αποικοδόμηση πουρινικών νουκλεοτιδίων



Αλλοπουρινόλη:
αναστολέας της
οξειδάσης της
ξανθίνης

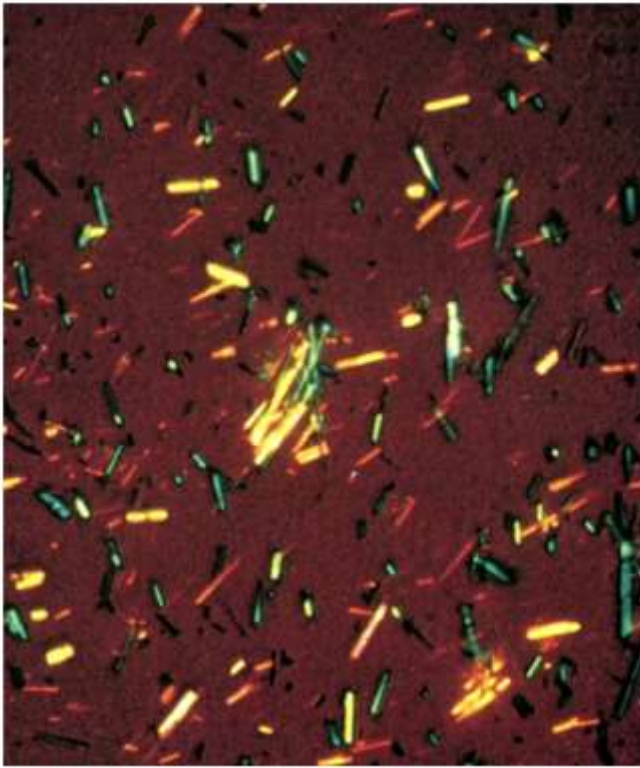
Ουρικό οξύ:
απεκκρίνεται στα ούρα
(0,6 gr/24 h)

Ουρική αρθρίτιδα (ποδάγρα)

Διαλυτότητα ουρικού οξέος: 7mg/dl

Φυσιολογικές τιμές: 3-7mg/dl (σημαντική αντιοξειδωτική δράση)

Ουρική αρθρίτιδα (φλεγμονή αρθρώσεων): εναπόθεση κρυσταλλων ουρικού νατρίου στις αρθρώσεις και ουρικού οξέος στα νεφρά

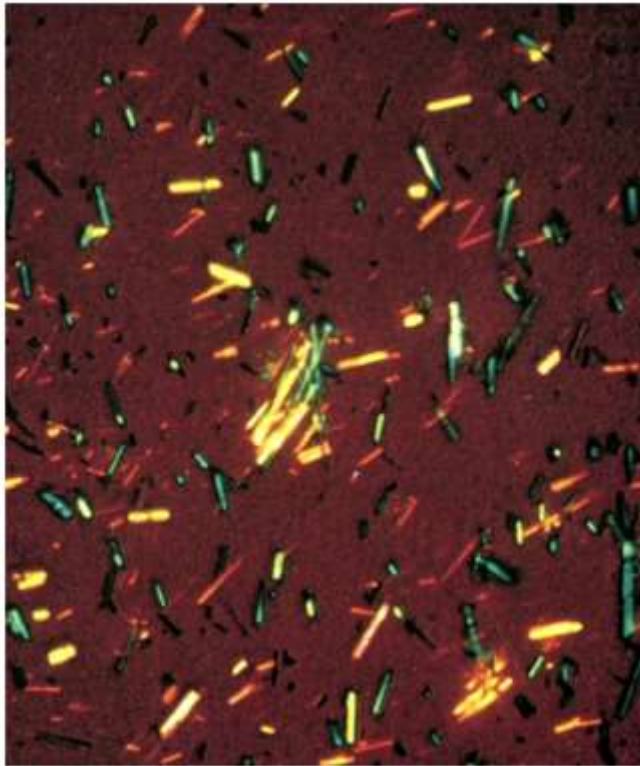


Ουρική αρθρίτιδα (ποδάγρα)

Διαλυτότητα ουρικού οξέος: 7mg/dl

Φυσιολογικές τιμές: 3-7mg/dl (σημαντική αντιοξειδωτική δράση)

Ουρική αρθρίτιδα (φλεγμονή αρθρώσεων): εναπόθεση κρυσταλλων ουρικού νατρίου στις αρθρώσεις και ουρικού οξέος στα νεφρά



Αυξημένη λήψη, σύνθεση και αποικοδόμηση νουκλεοτίδιων (διατροφή, ανεπάρκεια HGPRT, αυξημένη κυτταρική ανακύκλωση: ψωρίαση, αναιμία, καρκίνος, χημειοθεραπεία) → **αυξημένη παραγωγή ουρικού**

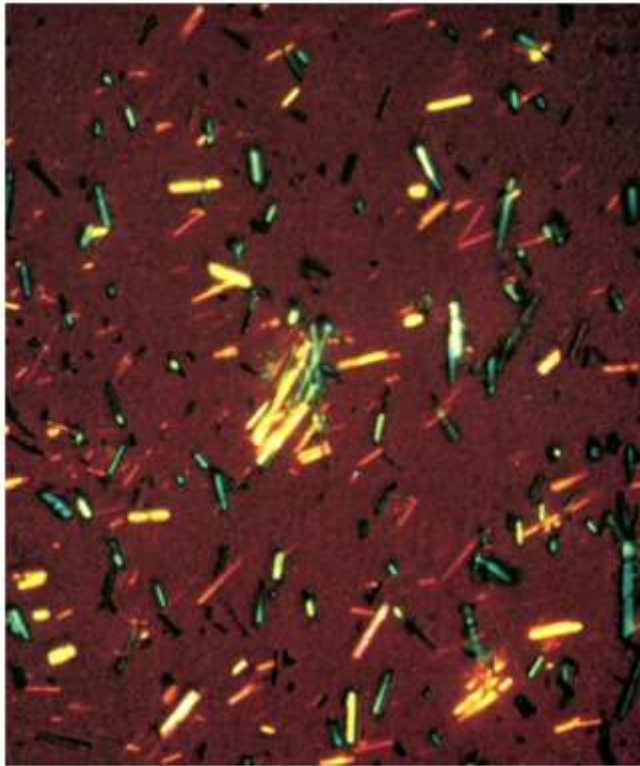
Νεφρική ανεπάρκεια, φάρμακα → **μειωμένη απέκκριση ουρικού**

Ουρική αρθρίτιδα (ποδάγρα)

Διαλυτότητα ουρικού οξέος: 7mg/dl

Φυσιολογικές τιμές: 3-7mg/dl (σημαντική αντιοξειδωτική δράση)

Ουρική αρθρίτιδα (φλεγμονή αρθρώσεων): εναπόθεση κρυσταλλων ουρικού νατρίου στις αρθρώσεις και ουρικού οξέος στα νεφρά



Αυξημένη λήψη, σύνθεση και αποικοδόμηση νουκλεοτίδιων (διατροφή, ανεπάρκεια HGPRT, αυξημένη κυτταρική ανακύκλωση: ψωρίαση, αναιμία, καρκίνος, χημειοθεραπεία) → **αυξημένη παραγωγή ουρικού**

Νεφρική ανεπάρκεια, φάρμακα → **μειωμένη απέκκριση ουρικού**

Αντιμετώπιση:

- διατροφή πτωχή σε πουρίνες
- αύξηση νεφρικής αποβολής ουρικού οξέος
- **αλλοπουρινόλη** (αναστολέας οξειδάσης της ξανθίνης)

Σύνοψη: Μεταβολισμός Νουκλεοτιδίων

Δομή και ονοματολογία

Πορείες περίσωσης

Σύνδρομο Lesch-Nyhan

Πορείες σύνθεσης de novo και ρύθμιση

Νουκλεοτίδια πυριμιδίνης

Νουκλεοτίδια πουρίνης

Σύνθεση δεοξυριβονουκλεοτιδίων

Αναγωγή των ριβονουκλεοτιδίων

Σύνθεση του θυμιδυλικού (dUMP → TMP)

Συνθάση του θυμιδυλικού

Αναγωγή του διυδροφυλλικού

Αντικαρκινικά φάρμακα

Φθοροουρακίλη, Μεθοτρεξάτη

Αποικοδόμηση πουρινικών νουκλεοτιδίων

Απαμινάσης της αδενοσίνης

Ανεπάρκεια = Σύνδρ. σοβαρής συνδυασμ.

ανοσοανεπάρκειας

Οξειδάση της ξανθίνης

Ουρικό οξύ

Ουρική αρθρίτιδα

Allopurinol

Τα δυο πουρινο-νουκλεοτίδια που απαντώνται στο RNA:

A. Σχηματίζονται σε μια επακόλουθη οδό.

B. Πρέπει να προέρχονται από εξωγενείς πηγές.

Γ. Σχηματίζονται μέσω οξειδωσης των δεοξυμορφών.

Δ. Συντίθεται από μη πουρινικούς πρόδρομους μέσω εξ ολοκλήρου ξεχωριστών οδών.

Ε. Σχηματίζονται σε μια διακλαδωμένη οδό από ένα κοινό ενδιάμεσο.

Τα δυο πουρινο-νουκλεοτίδια που απαντώνται στο RNA:

A. Σχηματίζονται σε μια επακόλουθη οδό.

B. Πρέπει να προέρχονται από εξωγενείς πηγές.

Γ. Σχηματίζονται μέσω οξειδωσης των δεοξυμορφών.

Δ. Συντίθεται από μη πουρινικούς πρόδρομους μέσω εξ ολοκλήρου ξεχωριστών οδών.

Ε. Σχηματίζονται σε μια διακλαδωμένη οδό από ένα κοινό ενδιάμεσο.

Τα δυο πουρινο-νουκλεοτίδια που απαντώνται στο RNA:

A. Σχηματίζονται σε μια επακόλουθη οδό.

B. Πρέπει να προέρχονται από εξωγενείς πηγές.

Γ. Σχηματίζονται μέσω οξειδωσης των δεοξυμορφών.

Δ. Συντίθεται από μη πουρινικούς πρόδρομους μέσω εξ ολοκλήρου ξεχωριστών οδών.

E. Σχηματίζονται σε μια διακλαδωμένη οδό από ένα κοινό ενδιάμεσο.

Ποιο είναι **λάθος** σχετικά με την μεθοτρεξάτη;

A. Είναι ανάλογο του διυδροφολικού οξέος

B. Είναι αναστολέας της αναγωγάσης του διυδροφολικού οξέος

Γ. Είναι αντικαρκινικό φάρμακο

Δ. Αναστέλλει την σύνθεση του δεοξυουριδυλικού

E. Αναστέλλει την σύνθεση του DNA

Τα δυο πουρινο-νουκλεοτίδια που απαντώνται στο RNA:

A. Σχηματίζονται σε μια επακόλουθη οδό.

B. Πρέπει να προέρχονται από εξωγενείς πηγές.

Γ. Σχηματίζονται μέσω οξειδωσης των δεοξυμορφών.

Δ. Συντίθεται από μη πουρινικούς πρόδρομους μέσω εξ ολοκλήρου ξεχωριστών οδών.

E. Σχηματίζονται σε μια διακλαδωμένη οδό από ένα κοινό ενδιάμεσο.

Ποιο είναι λάθος σχετικά με την μεθοτρεξάτη;

A. Είναι ανάλογο του διυδροφολικού οξέος

B. Είναι αναστολέας της αναγωγάσης του διυδροφολικού οξέος

Γ. Είναι αντικαρκινικό φάρμακο

Δ. Αναστέλλει την σύνθεση του δεοξυουριδυλικού

E. Αναστέλλει την σύνθεση του DNA