

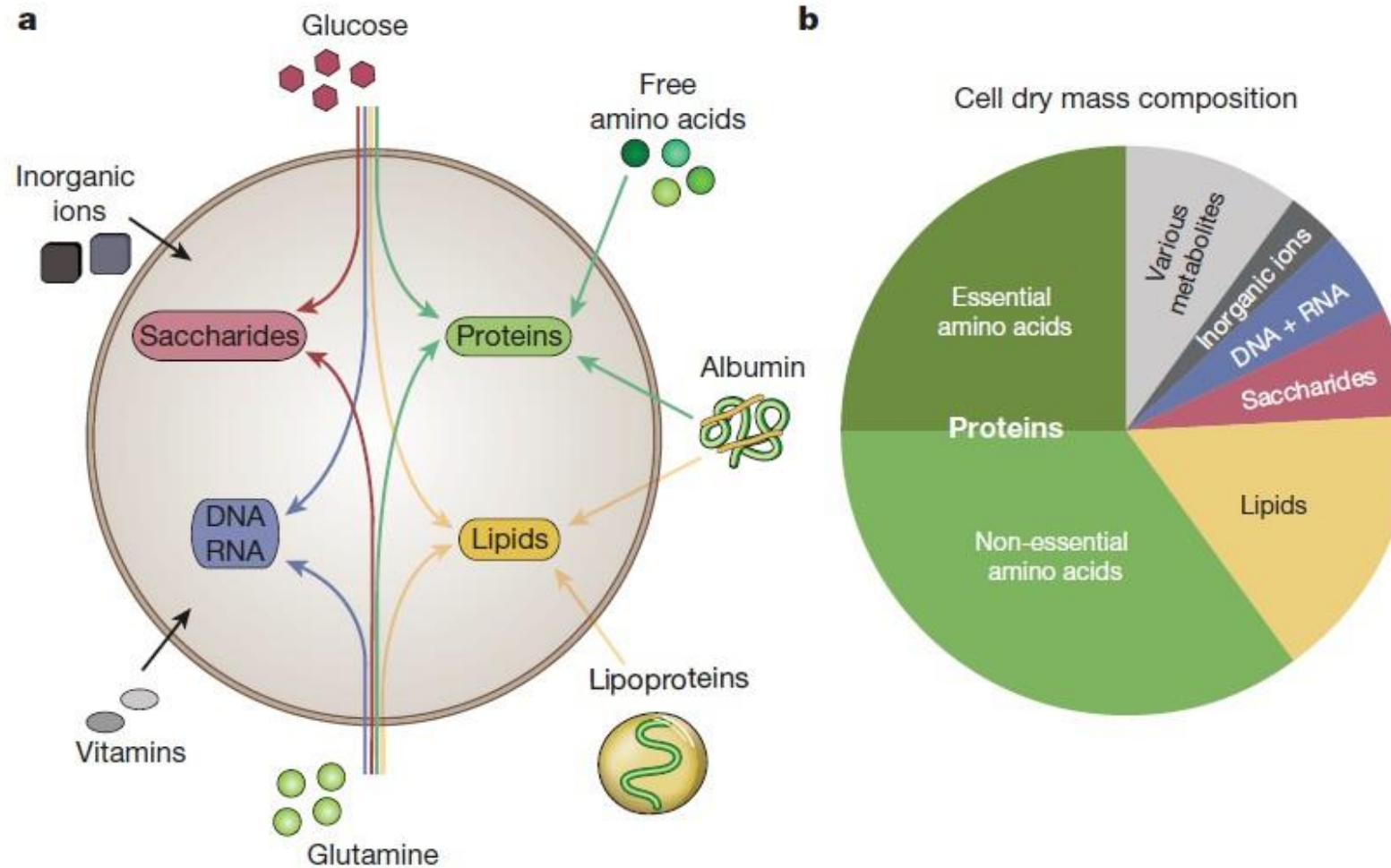
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΑΝΔΡΗΣ
ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΡΙΑΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΔΠΘ



Ο ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΩΣ ΔΙΚΤΥΟ: ΑΠΟ ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΕΩΣ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ

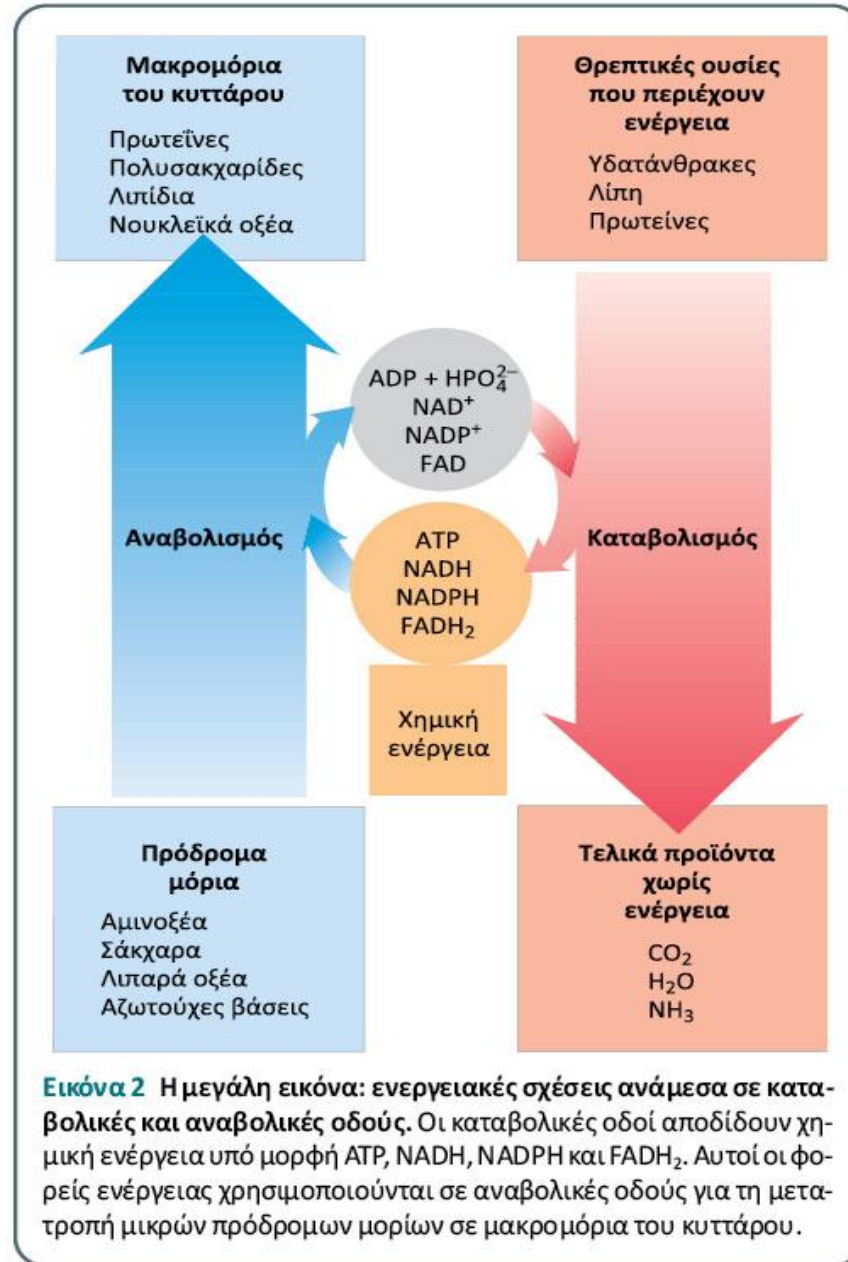
ΜΕ ΠΟΙΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΠΡΟΣΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ



ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

ΑΝΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ



ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ:

- Οι αντιδράσεις μετατροπής των καύσιμων μορίων σε ενέργεια θρεπτικά συστατικά => προς απλούστερες ενώσεις ελευθερώνοντας παράλληλα ελεύθερη **ενέργεια** και **αναγωγικά ισοδύναμα** (**ATP** και **NADH / NADPH**)

ΑΝΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

- Οι αντιδράσεις μετατροπής μικρών μορίων σε πιο πολύπλοκα μόρια
- Απαιτεί την προσφορά ενέργειας και αναγωγικών ισοδυνάμων ($\text{ATP} \rightarrow \text{ADP}$, $\text{NAD(P)H} \rightarrow \text{NAD(P)}^+$)

Είναι ίδιος ο μεταβολισμός σε διαφορετικούς οργανισμούς;

ΠΙΝΑΚΑΣ 17.1 Μεταβολική ταξινόμηση των οργανισμών με βάση τις ανάγκες τους για άνθρακα και ενέργεια				
Ταξινόμηση	Πηγή άνθρακα	Πηγή ενέργειας	Δότες ηλεκτρονίων	Παραδείγματα
Φωτοαυτότροφα	CO ₂	Φως	H ₂ O, H ₂ S, S, άλλες ανόργανες ενώσεις	Φυτά, φύκη, κυανοβακτήρια, φωτοσυνθετικά βακτήρια
Φωτοετερότροφα	Οργανικές ενώσεις	Φως	Οργανικές ενώσεις	Mn θειούχα ροδοβακτήρια
Χημειοαυτότροφα	CO ₂	Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις	Ανόργανες ενώσεις: H ₂ , H ₂ S, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺	Νιτροποιητικά βακτήρια, υδρογόνο, θείο, και σιδηροβακτήρια
Χημειοετερότροφα	Οργανικές ενώσεις	Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις	Οργανικές ενώσεις (π.χ. γλυκόζη)	Όλα τα ζώα, οι περισσότεροι μικροοργανισμοί, μη-φωτοσυνθετικοί ιστοί φυτών π.χ. οι ρίζες, φωτοσυνθετικά κύτταρα στο σκοτάδι.

Οι αυτότροφοι χρησιμοποιούν CO₂

- οι ετερότροφοι χρησιμοποιούν οργανικό άνθρακα· οι φωτότροφοι χρησιμοποιούν το φως
- οι χημειότροφοι χρησιμοποιούν οργανικούς και ανόργανους δότες ηλεκτρονίων.

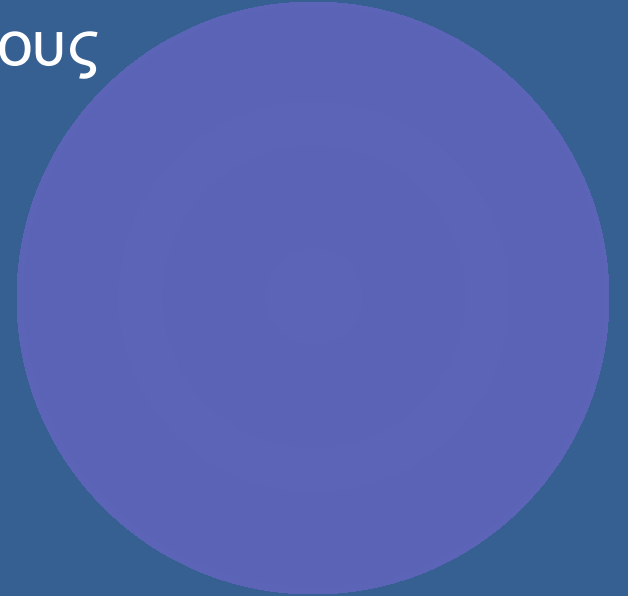
ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ

- ΣΑΚΧΑΡΑ (ΜΟΝΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ, ΔΙΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ, ΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ)
- ΛΙΠΙΔΙΑ (ΦΩΣΦΟΛΙΠΙΔΙΑ, ΣΦΙΓΓΟΛΙΠΙΔΙΑ, ΣΤΕΡΟΛΕΣ. ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ)
- ΑΜΙΝΟΞΕΑ
- ΑΖΩΤΟΥΧΕΣ ΒΑΣΕΙΣ (ΠΥΡΙΝΕΣ, ΠΥΡΙΜΙΔΙΝΕΣ)

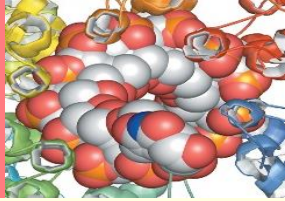
(Η ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΙΣΤΑ ΕΙΝΑΙ ΜΑΚΡΟΣΚΕΛΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΟΡΜΟΝΕΣ, ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ, Κ.Α. ΜΕ ΠΟΛΛΑ ΑΠΟ ΑΥΤΑ ΤΑ ΜΟΡΙΑ ΝΑ ΑΝΗΚΟΥΝ ΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ ΜΙΑ ΟΜΑΔΕΣ)

ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ

- Ύπαρξη κοινών μεταβολικών οδών και μεταβολιτών σε εξελικτικά απομακρυσμένους οργανισμούς
- Τα καταβολικά μονοπάτια μπορούν να συγκλίνουν σε κάποιον κοινό ενδιάμεσο μεταβολίτη (π.χ. α-κετογλουταρικό). (Αναπλήρωση)
- Τα αναβολικά μονοπάτια μπορούν να αποκλίνουν ξεκινώντας από έναν κοινό μεταβολίτη (π.χ. τη γλυκόζη).

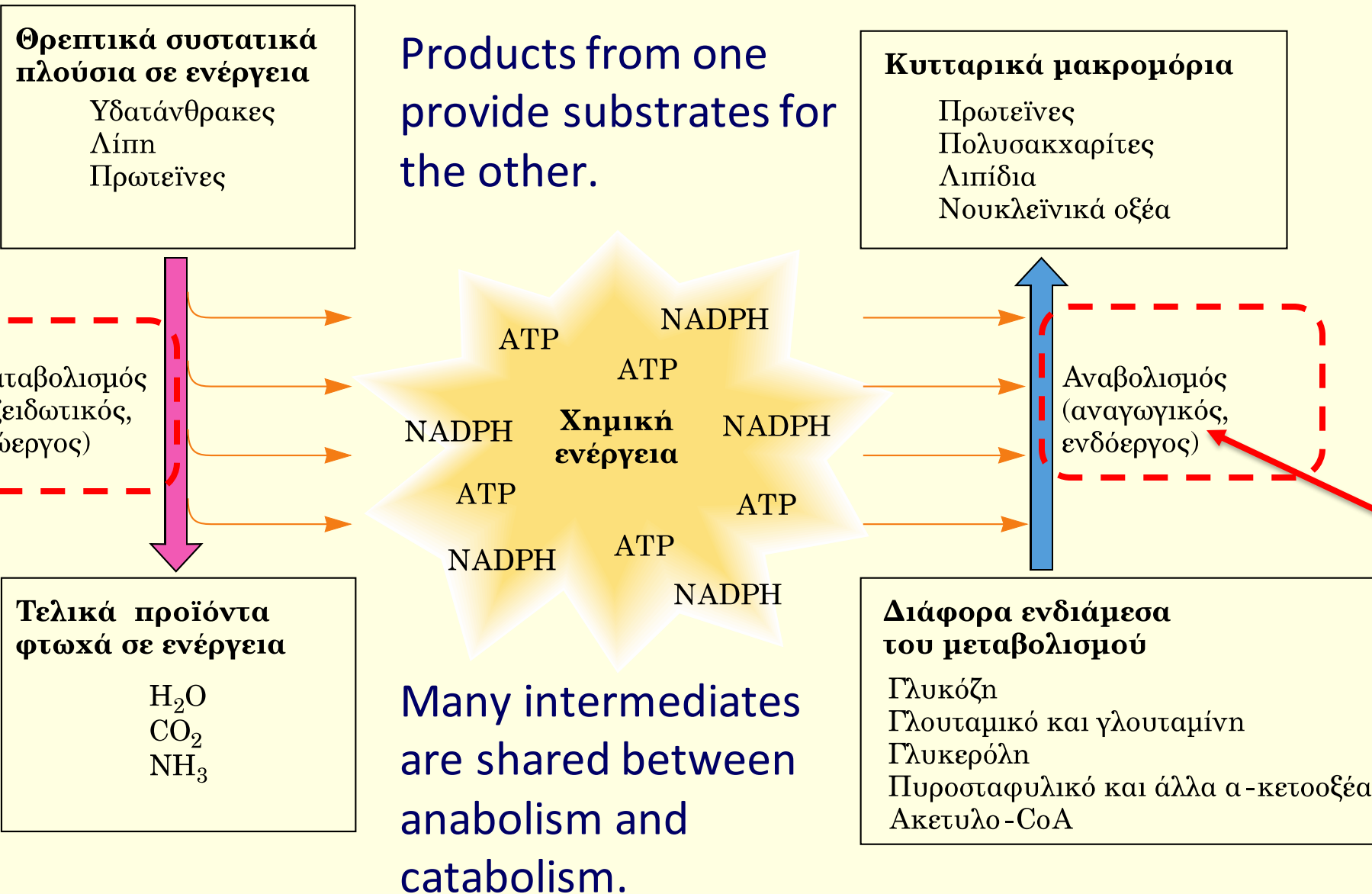
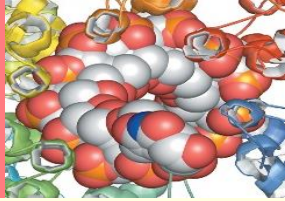


Ο αναβολισμός και ο καταβολισμός δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες διεργασίες

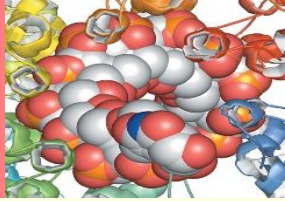


- Τα καταβολικά μονοπάτια συγκλίνουν σε λίγα τελικά προϊόντα
- Τα αναβολικά μονοπάτια αποκλίνουν συνθέτοντας μια εκπληκτική ποικιλία βιομορίων από ένα περιορισμένο σύνολο δομικών προβαθμίδων
- Μερικά μονοπάτια συμμετέχουν και στον καταβολισμό και στον αναβολισμό
- *Αυτού του είδους τα μονοπάτια είναι αμφιβολικά (π.χ. κύκλος KREBS!)*

Ο αναβολισμός και ο καταβολισμός είναι αλληλένδετοι

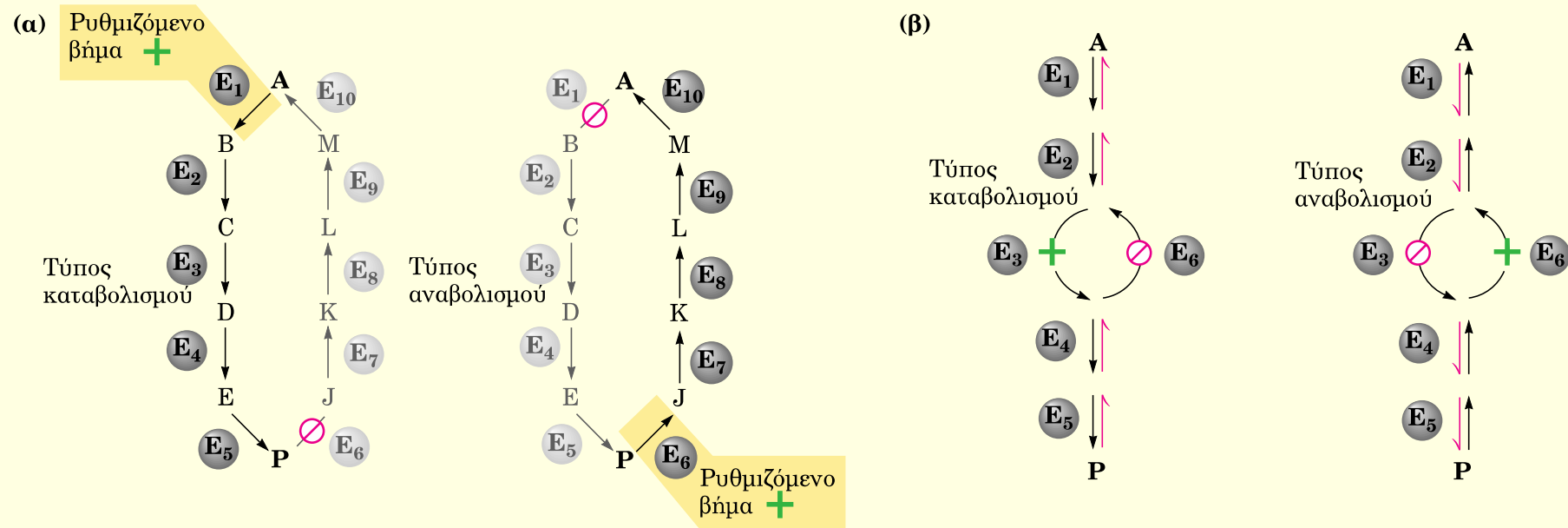
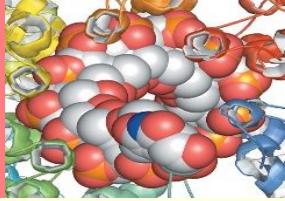


Αντιπαραβαλλόμενα μεταβολικά μονοπάτια



- Τα αναβολικά και τα καταβολικά μονοπάτια που περιλαμβάνουν το ίδιο προϊόν δεν είναι τα ίδια
- Κάποια βήματα μπορεί να είναι κοινά και στα δύο μονοπάτια
- Άλλα πρέπει να είναι διαφορετικά – για να διασφαλιστεί ότι κάθε μονοπάτι είναι αυθόρμητο, δηλ., θερμοδυναμικά ευνοϊκό
- Αυτό επιτρέπει επίσης στους ρυθμιστικούς μηχανισμούς να ενεργοποιούν ένα μονοπάτι και να απενεργοποιούν ένα άλλο

Η μεταβολική ρύθμιση απαιτεί ξεχωριστά μονοπάτια για αντίστροφες μεταβολικές πορείες



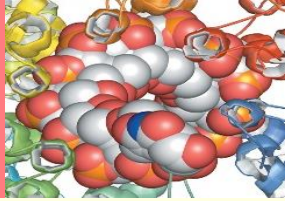
Η ενεργοποίηση του ενός τύπου συνοδεύεται από την αναστολή του άλλου τύπου.

Εικόνα 17.8 Τα παράλληλα μονοπάτια του καταβολισμού και του αναβολισμού πρέπει να διαφέρουν σε ένα τουλάχιστο μεταβολικό βήμα έτσι ώστε να μπορούν να ρυθμίζονται ανεξάρτητα. Εδώ παρουσιάζονται δύο πιθανές διευθετήσεις αντίθετων καταβολικών και αναβολικών ακολουθιών μεταξύ των A και P.

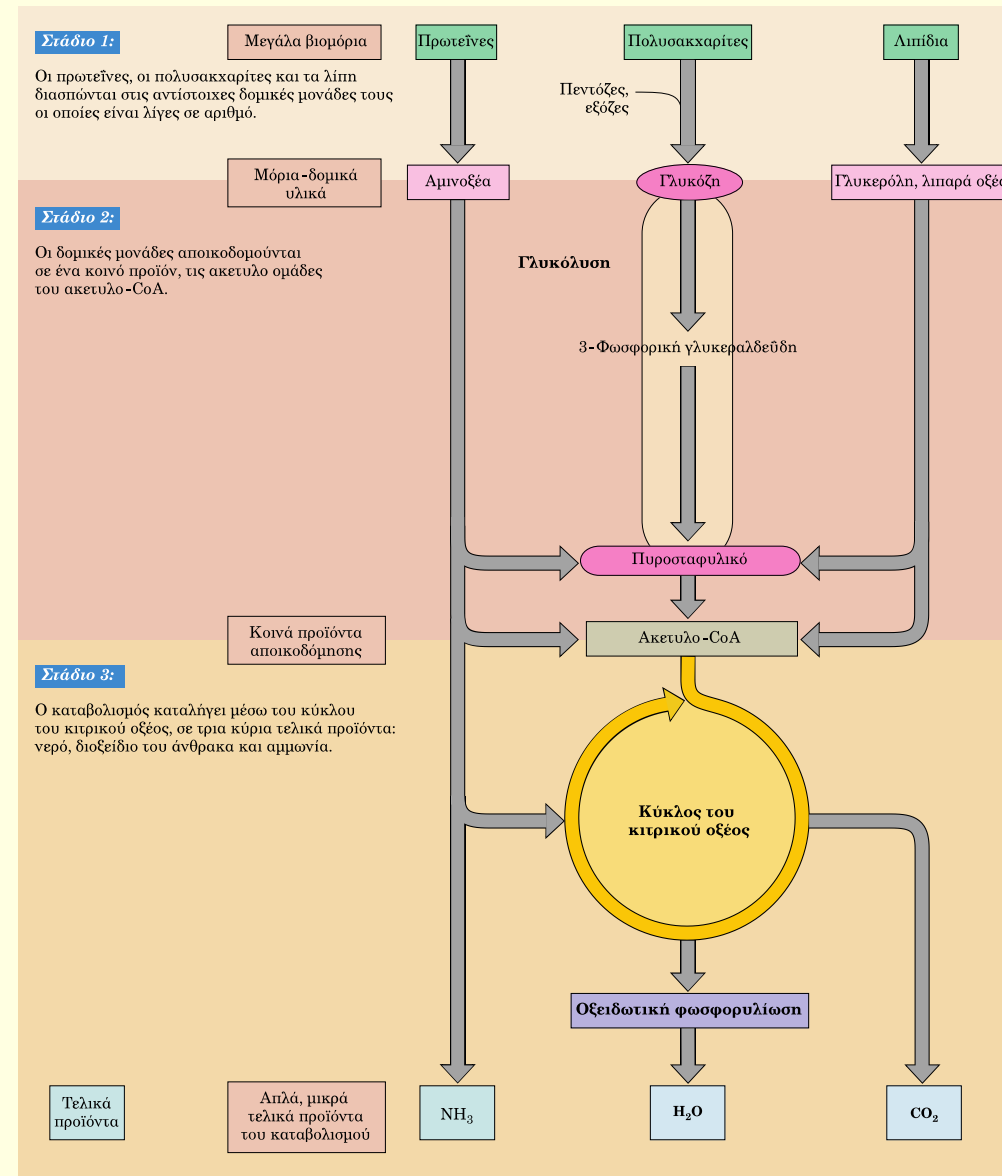
(α) Οι παράλληλες ακολουθίες εξελίσσονται μέσω ανεξάρτητων οδών.

(β) Μόνο μία αντίδραση καταλύεται από δύο διαφορετικά ένζυμα.

Τα μονοπάτια του καταβολισμού συγκλίνουν σε λίγα τελικά προϊόντα



Τα τρία στάδια του καταβολισμού. **Στάδιο 1:** οι πρωτεΐνες, οι πολυσακχαρίτες και τα λιπίδια διασπώνται στα δομικά του συστατικά. **Στάδιο 2:** Τα δομικά συστατικά αποικοδομούνται σε κοινό προϊόν, τις ακετυλομάδες του ακετυλο-CoA. **Στάδιο 3:** Ο καταβολισμός καταλήγει μέσω του κύκλου του κιτρικού οξέος, σε τρία κύρια τελικά προϊόντα: νερό, διοξείδιο του άνθρακα και αμμωνία.



ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

- Η αυθορμητικότητα οποιασδήποτε βιοχημικής αντίδρασης στο εσωτερικό ενός κυττάρου διέπεται από την εξίσωση της ελεύθερης ενέργειας Gibbs.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

- ΔG (Μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας Gibbs): Καθορίζει αν μια αντίδραση μπορεί να πραγματοποιηθεί αυθόρμητα
- ΔH (Μεταβολή ενθαλπίας): Αντικατοπτρίζει τη μεταβολή του θερμικού περιεχομένου (ενέργειες δεσμών που διασπώνται έναντι αυτών που σχηματίζονται).
- T (Απόλυτη Θερμοκρασία): Μετράται σε Kelvin (K).
- ΔS (Μεταβολή Εντροπίας): Μετρά τη μεταβολή της αταξίας ή της τυχαιότητας του συστήματος.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

- ΚΑΤΑ ΣΥΝΘΗΚΗ, Η ΔH ΕΧΕΙ ΑΡΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΣΗΜΟ
- Η ΔS ΘΕΤΙΚΟ ΟΤΑΝ ΑΥΞΑΝΕΙ Η ΕΝΤΡΟΠΙΑ
- **ΣΥΝΕΠΩΣ ΟΤΑΝ ΜΙΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΕΙΝΑΙ ΑΥΘΟΡΜΗΤΗ Η ΔG ΕΙΝΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΗ**

ΤΙ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ ΟΤΑΝ ΜΙΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΑΠΟ ΜΟΝΗ ΤΗΣ **ΔE_N** ΕΧΕΙ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΔG ?

ΤΡΟΠΟΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΜΕ ΘΕΤΙΚΟ ΔG

1. Μεταβολή των Συγκεντρώσεων (Αρχή Le Chatelier): Η πραγματική ελεύθερη ενέργεια (ΔG) εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων και των προϊόντων.

Αν απομακρύνονται συνεχώς τα προϊόντα (π.χ. καταναλώνονται αμέσως σε μια επόμενη αντίδραση) ή αν αυξηθεί πολύ η συγκέντρωση των αντιδρώντων, το ΔG μπορεί να γίνει αρνητικό, επιτρέποντας στην αντίδραση να προχωρήσει.

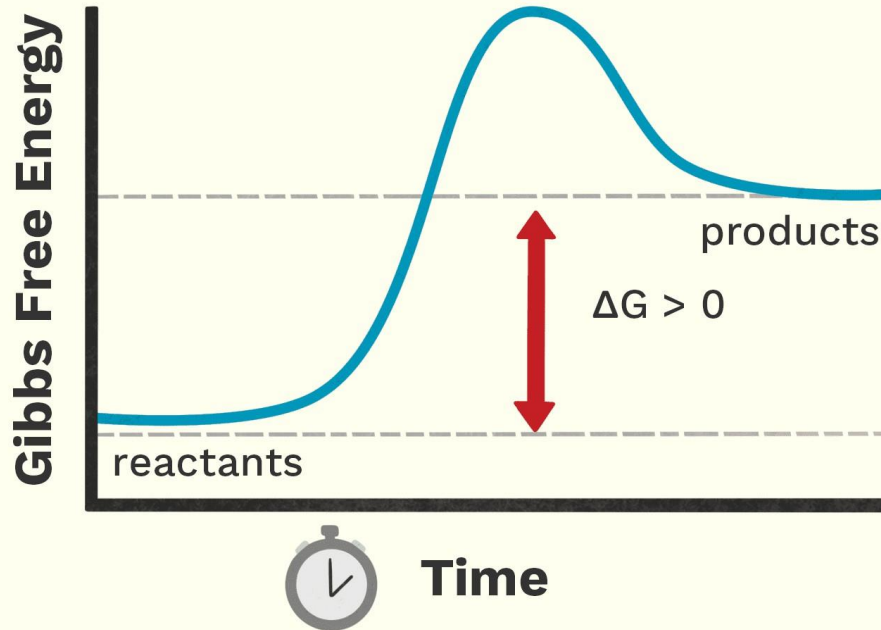
2. Μεταβολή της Θερμοκρασίας: Επειδή $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, μια αλλαγή στη θερμοκρασία (T) μπορεί να μεταβάλει το πρόσημο του ΔG , ανάλογα με τις τιμές της ενθαλπίας (ΔH) και της εντροπίας (ΔS).

3. Ενεργειακή Σύζευξη (Reaction Coupling): Η μη αυθόρμητη αντίδραση «συνδέεται» χημικά με μια άλλη, εξαιρετικά αυθόρμητη αντίδραση (με μεγάλο αρνητικό ΔG).

Αν το άθροισμα των ΔG των δύο αντιδράσεων είναι αρνητικό, η συνολική διαδικασία προχωρά κανονικά. Στα κύτταρα, αυτό επιτυγχάνεται συνήθως με την υδρόλυση του ATP.

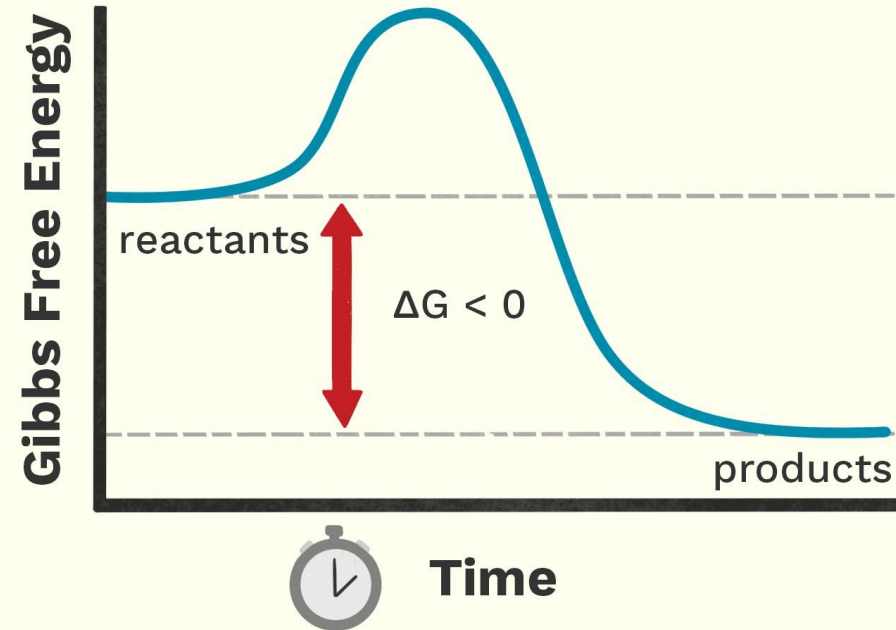
ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

Endergonic Reactions



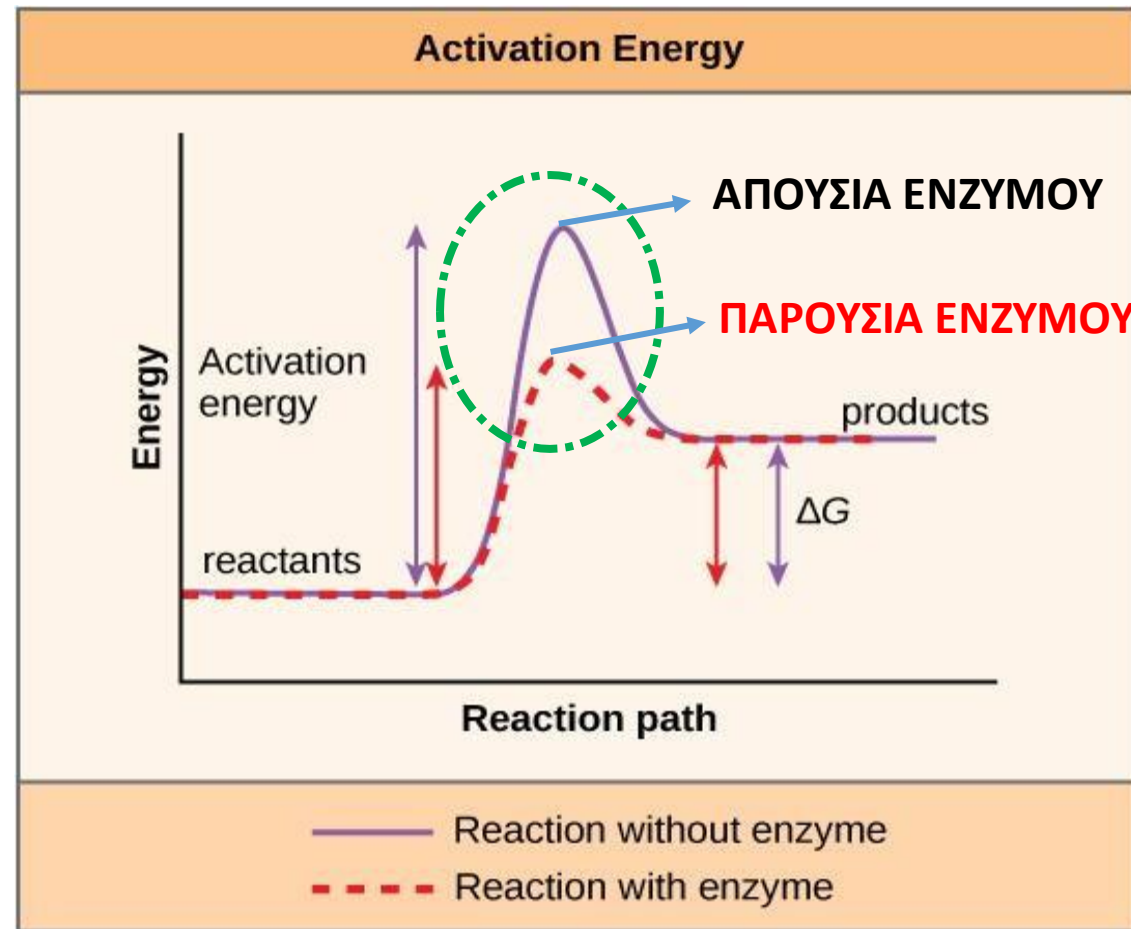
- Reaction is not spontaneous
- Energy is absorbed
- $\Delta G > 0$

Exergonic Reactions



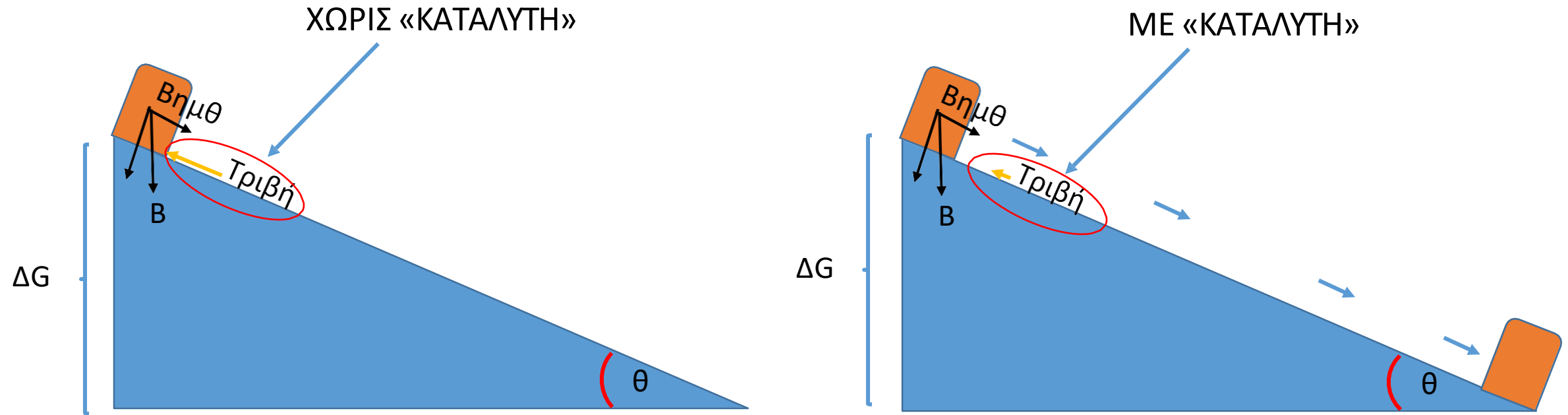
- Reaction is spontaneous
- Energy is released
- $\Delta G < 0$

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ENZYMΩΝ ΣΤΙΣ ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



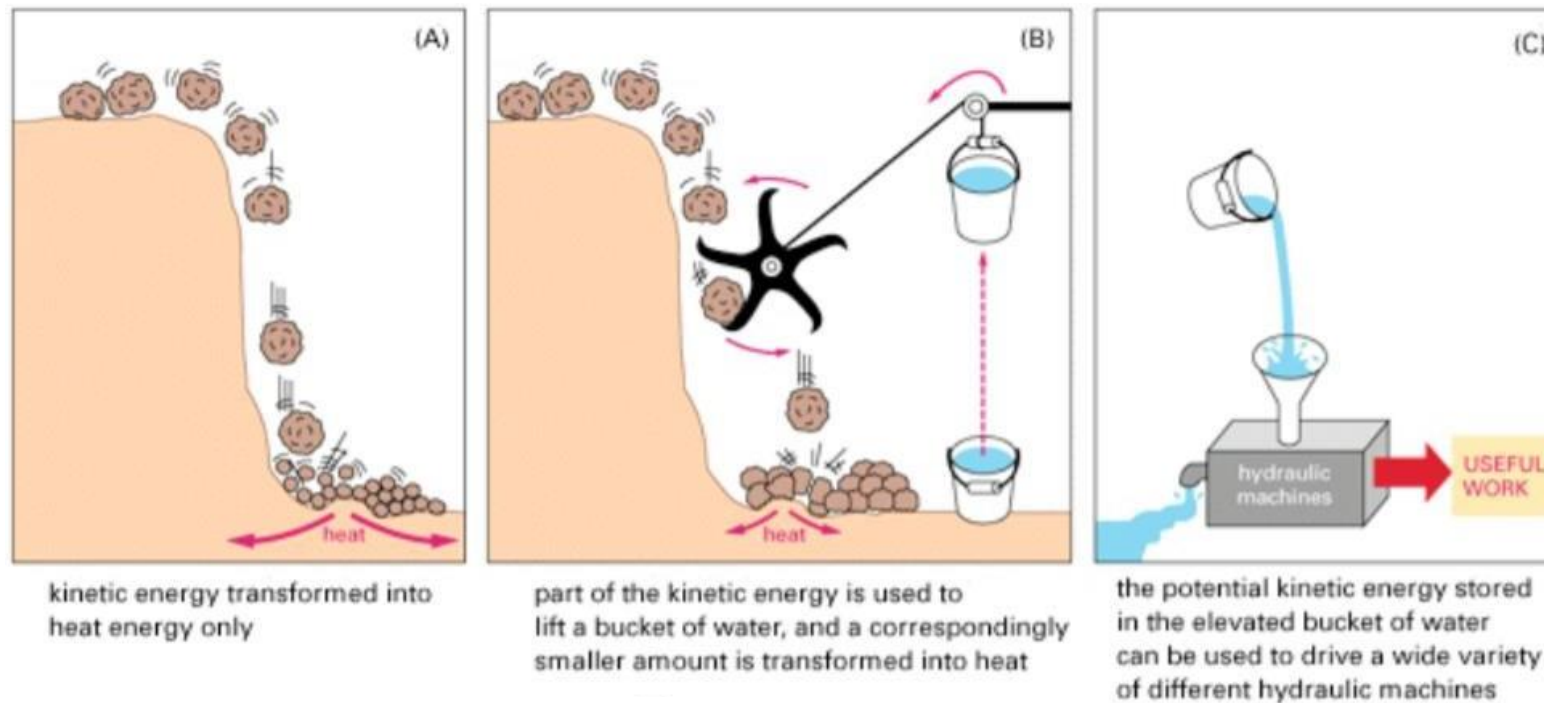
SOS: ΤΑ ENZYMA **ΔEN** ΜΕΤΑΒΑΛΟΥΝ ΤΟ ΔG . ΧΑΜΗΛΩΝΟΥΝ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ!

ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΑΝΑΛΟΓΟ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΖΥΜΩΝ ΣΤΙΣ ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



ΤΟ ΔG ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΙΔΙΟ. ΑΥΤΟ ΠΟΥ ΑΛΛΑΖΕΙ ΕΙΝΑΙ Η ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (ΤΡΙΒΗ ΕΝ ΠΡΟΚΕΙΜΕΝΩ) ΩΣΤΕ ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΝΑ ΑΡΧΙΣΕΙ ΤΗΝ ΟΛΙΣΘΗΣΗ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΝΟΝΤΑΣ ΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. ΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΙΟΝ ΒΡΙΚΕΤΑΙ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.

**ΣΥΖΕΥΓΜΕΝΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ
ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ!!
ΤΗ ΣΥΝΑΝΤΑΜΕ ΠΟΛΥ ΣΥΧΝΑ ΣΤΟΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ**



ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ

Oxidized species can gain O or lose H. Substance that becomes ***oxidized*** gives up energy

Reduced species can gain H or lose O. Substance that becomes ***reduced*** receives energy

Essential part of cellular respiration

Many metabolic pathways use
a series of small Redox reactions
to minimize energy loss.

Energy is transferred in the form of **electrons (e⁻)**

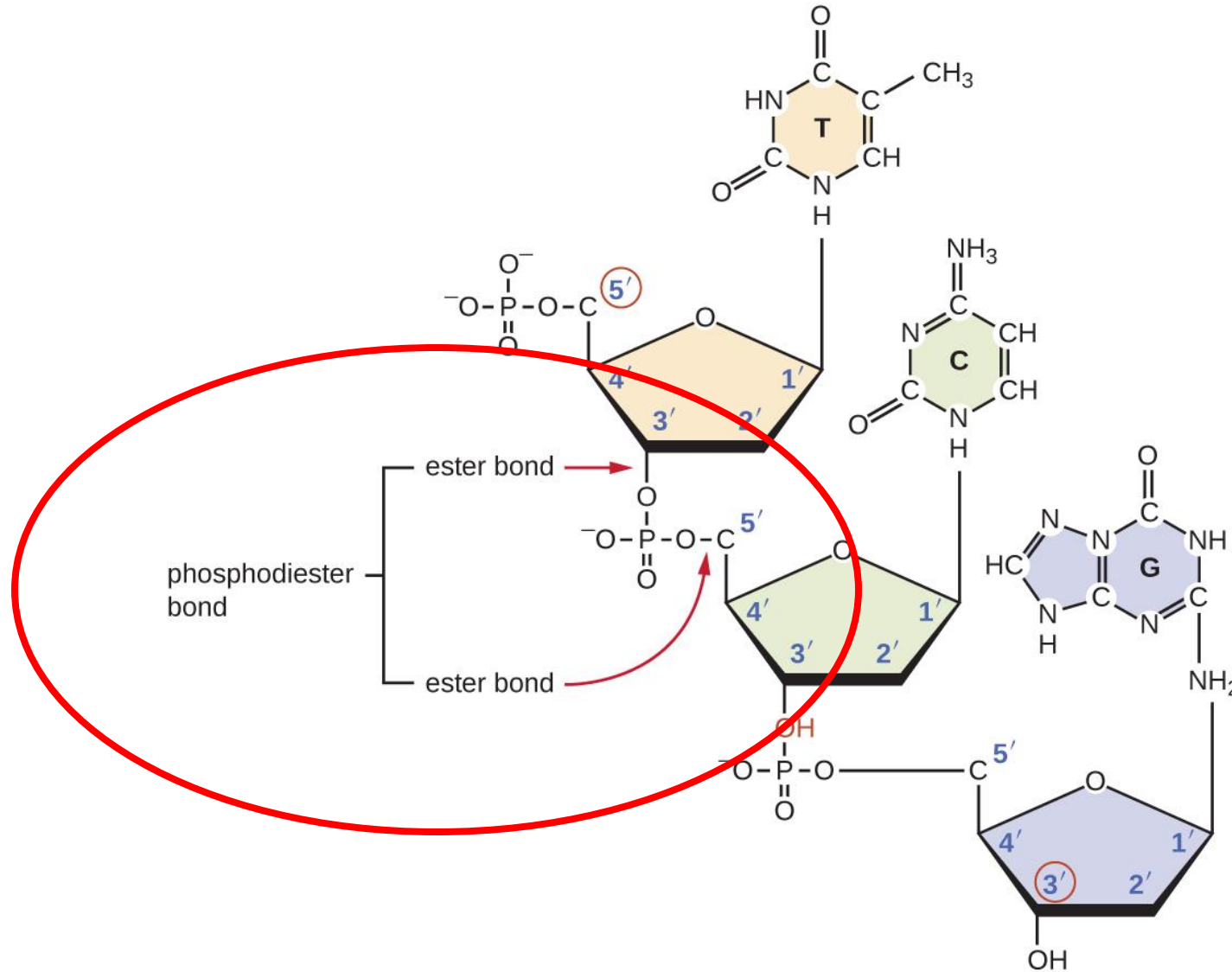
ΠΥΡΟΦΩΣΦΟΡΙΚΟΣ
ΔΕΣΜΟΣ



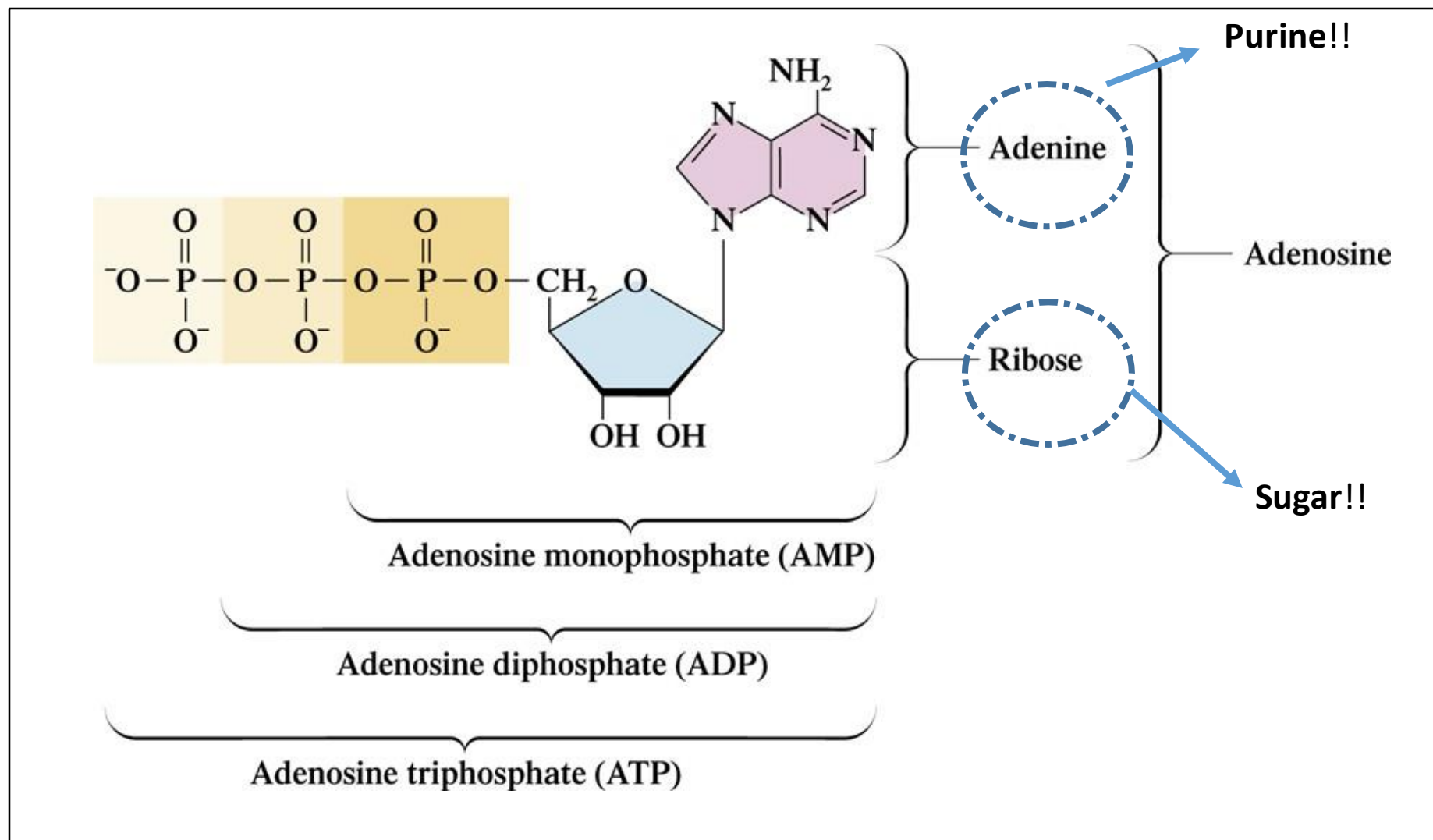
energy transfer agent:
In **reduced state** has more
free energy;
less in its **oxidized state**.

In NADPH (H) is PO_3^{2-}

ΣΕ ΑΝΤΙΔΙΑΣΤΟΛΗ ΜΕ ΤΟΝ ΦΩΣΦΟΔΙΕΣΤΕΡΙΚΟ ΔΕΣΜΟ ΠΟΥ ΣΥΝΑΝΤΑΜΕ ΣΕ DNA/RNA

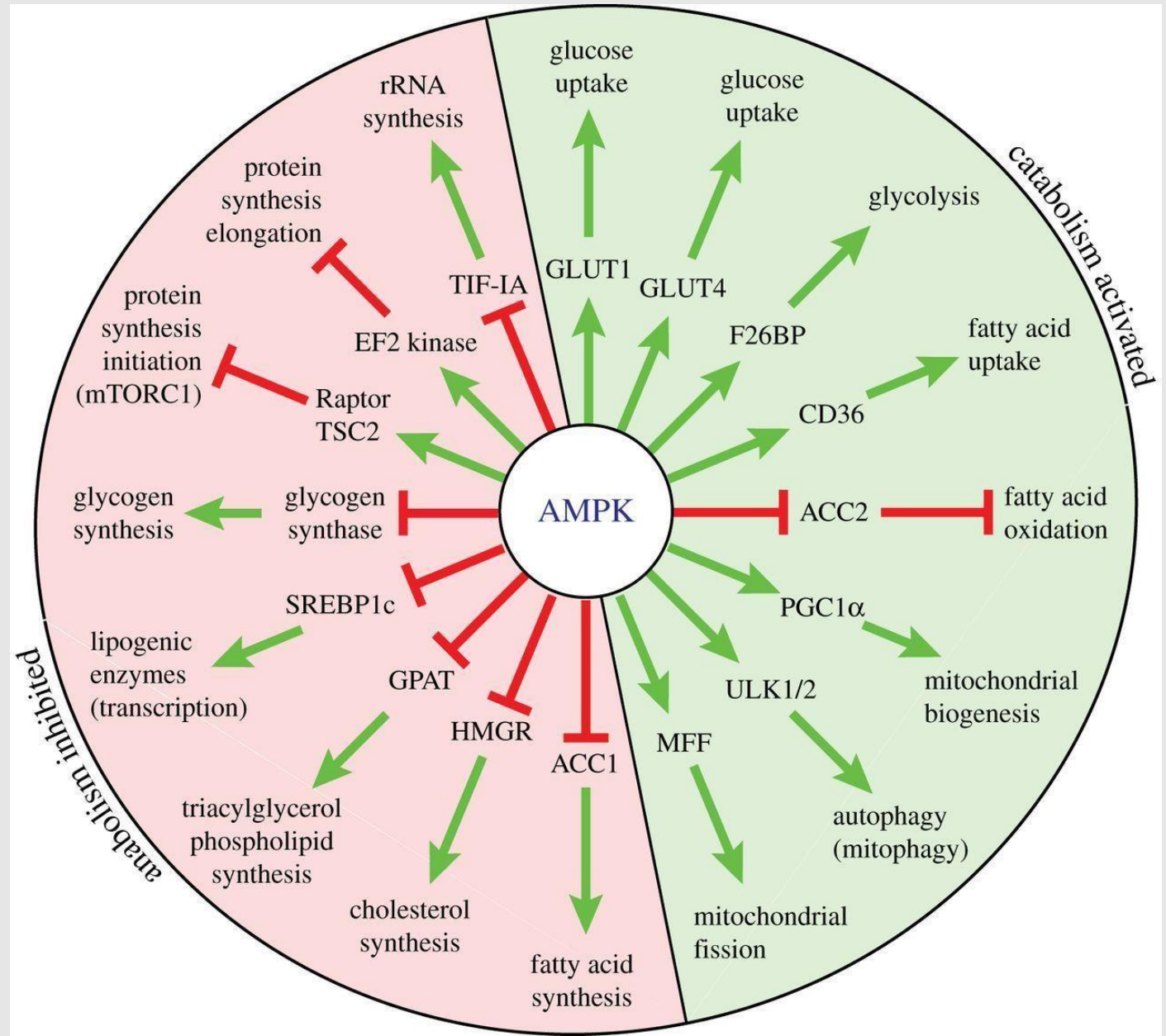
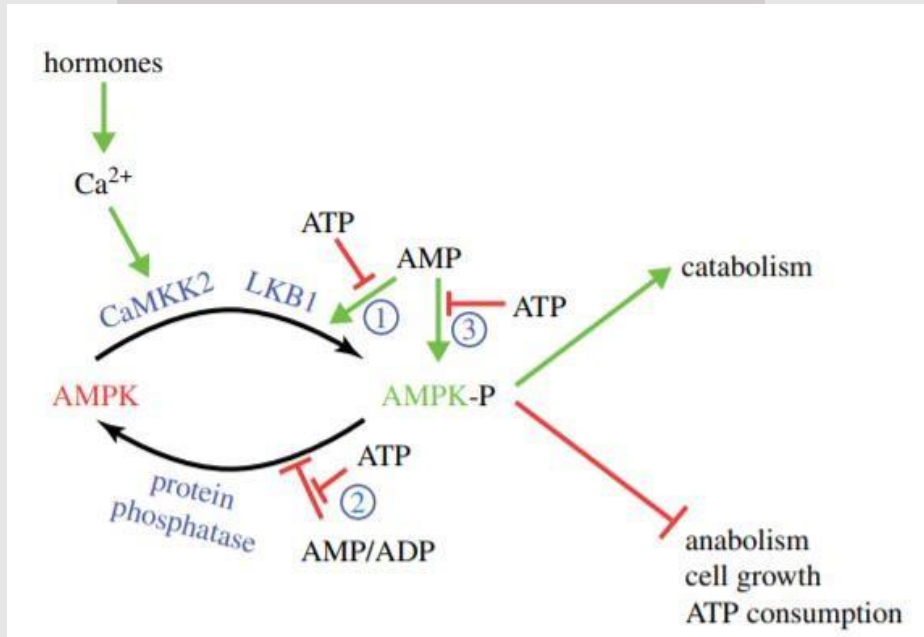


ΤΟ ΑΤΡ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΚΥΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΝΟΜΙΣΜΑ:
ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΤΗ ΣΥΖΕΥΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ-ΔΟΜΙΚΟΥ
ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ!!



ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ ΑΤΡ ΕΙΝΑΙ ΚΥΡΙΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ!

HIGH ATP: AMPK INACTIVE
ELEVATED AMP: AMPK ACTIVE



ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΙ ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ

<http://www.metpath.teithe.gr/?lang=el&insidelink=1>

<http://biochemical-pathways.com/#/map/1>

<https://metabolicatlas.org/>

ΠΩΣ ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΟΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ?



“ΟΜΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ” (ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΥΤΤΑΡΙΚΩΝ/ΙΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ)

- ΜΕΤΑΒΟΛΟΜΙΚΗ
- ΠΡΩΤΕΟΜΙΚΗ
- ΛΙΠΙΔΟΜΙΚΗ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

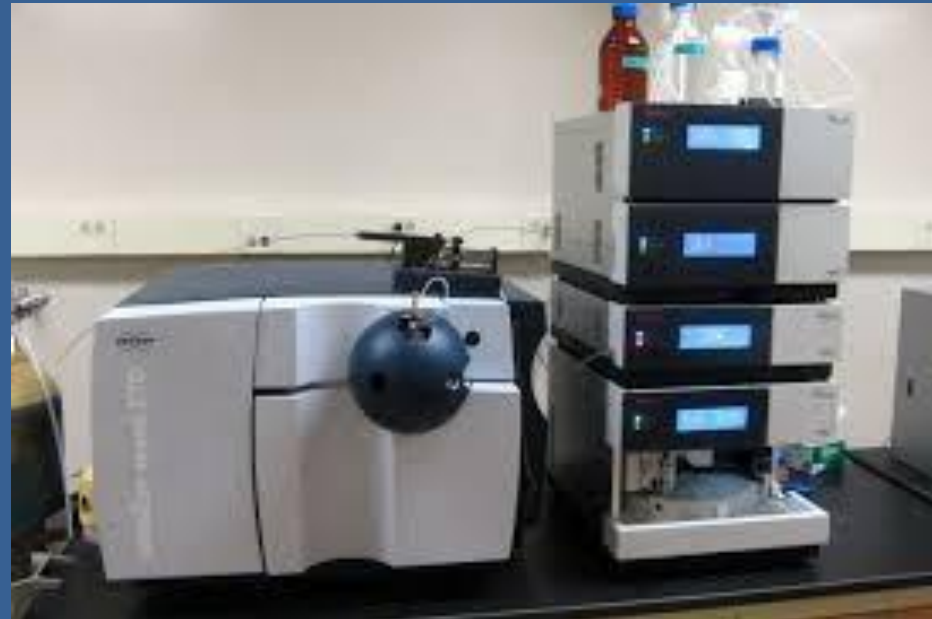
- ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ/ΜΑΚΡΟΜΟΡΙΩΝ
- ΥΨΗΛΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

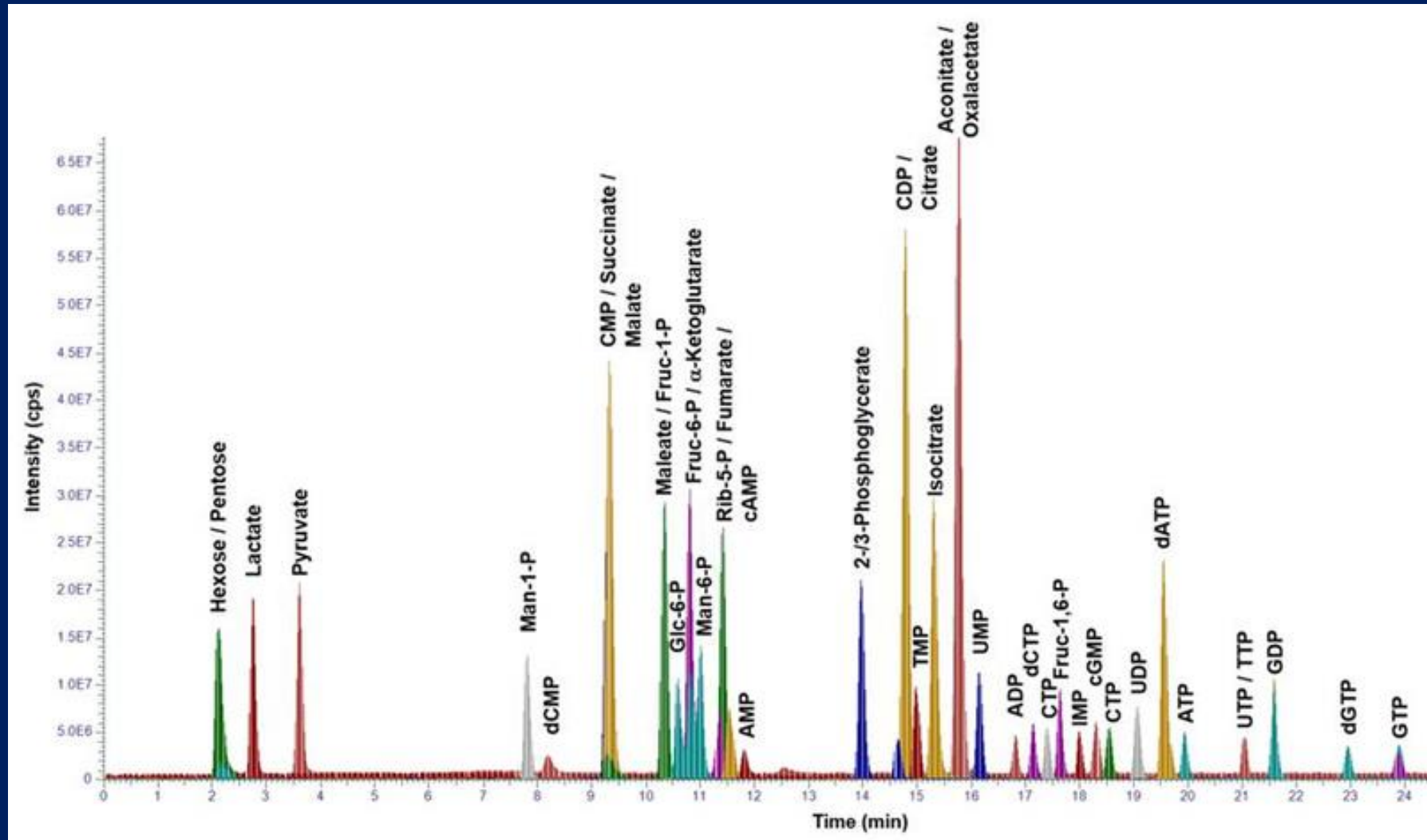
- ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΙΝΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΕΣ
- ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΔΥΣΚΟΛΗ Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ
- ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΓΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΕΣ/ΜΟΡΙΑ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΕΝΤΟΠΙΖΕΤΑΙ ΣΕ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΑ ΕΠΙΠΕΔΑ

ΤΟ ΚΥΡΙΟΤΕΡΟ «ΕΡΓΑΛΕΙΟ» «ΟΜΙΚΩΝ» ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΩΝ: ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΑΣ (MASS SPECTROMETRY)

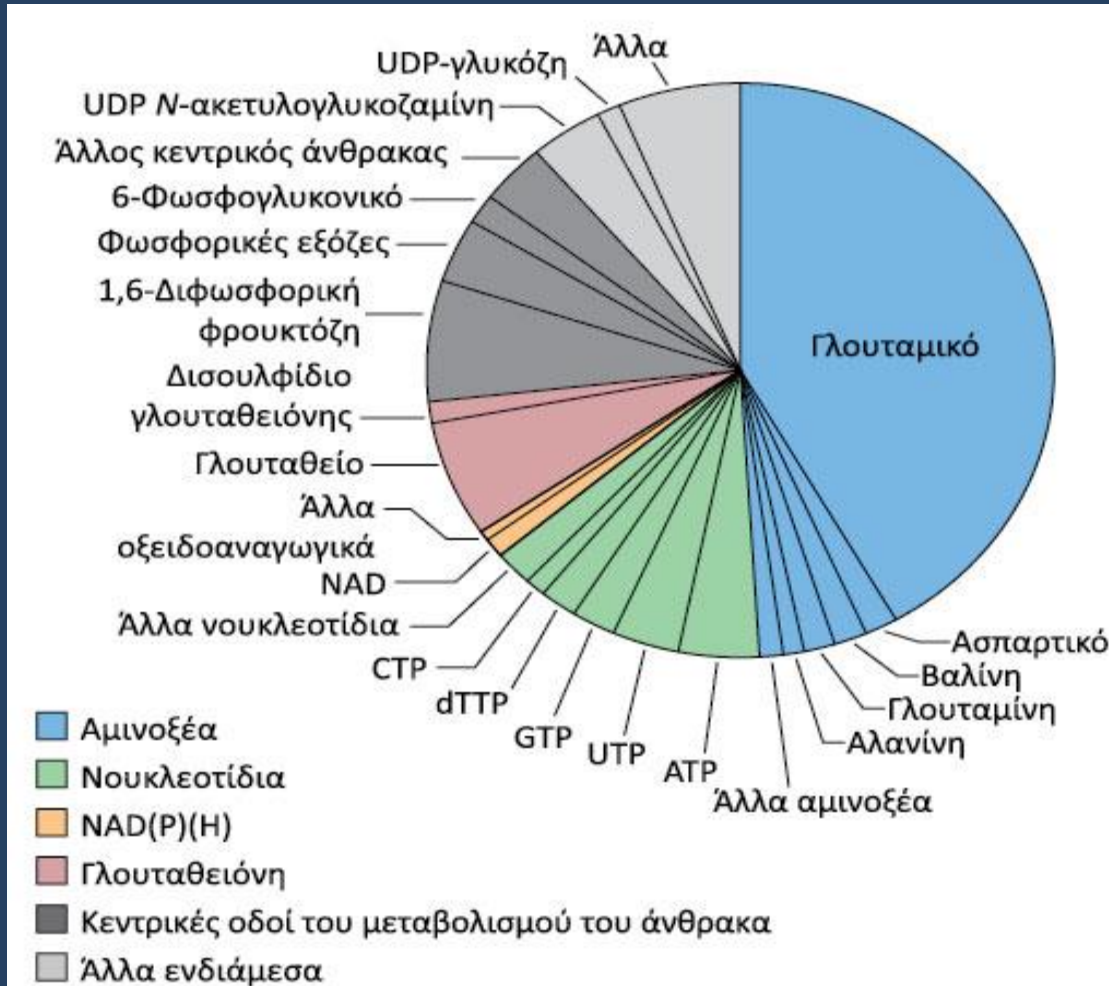
Η βασική αρχή της φασματομετρίας μάζας (MS) είναι η παραγωγή ιόντων από ανόργανες ή οργανικές ενώσεις με οποιαδήποτε κατάλληλη μέθοδο, ο διαχωρισμός αυτών των ιόντων με βάση τον λόγο μάζας προς φορτίο (m/z) *και η ανίχνευσή τους, ποιοτικά και ποσοτικά, με βάση τον αντίστοιχο λόγο m/z και την αφθονία τους.*



ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ ΑΠΟ ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑΣ ΜΑΖΑΣ

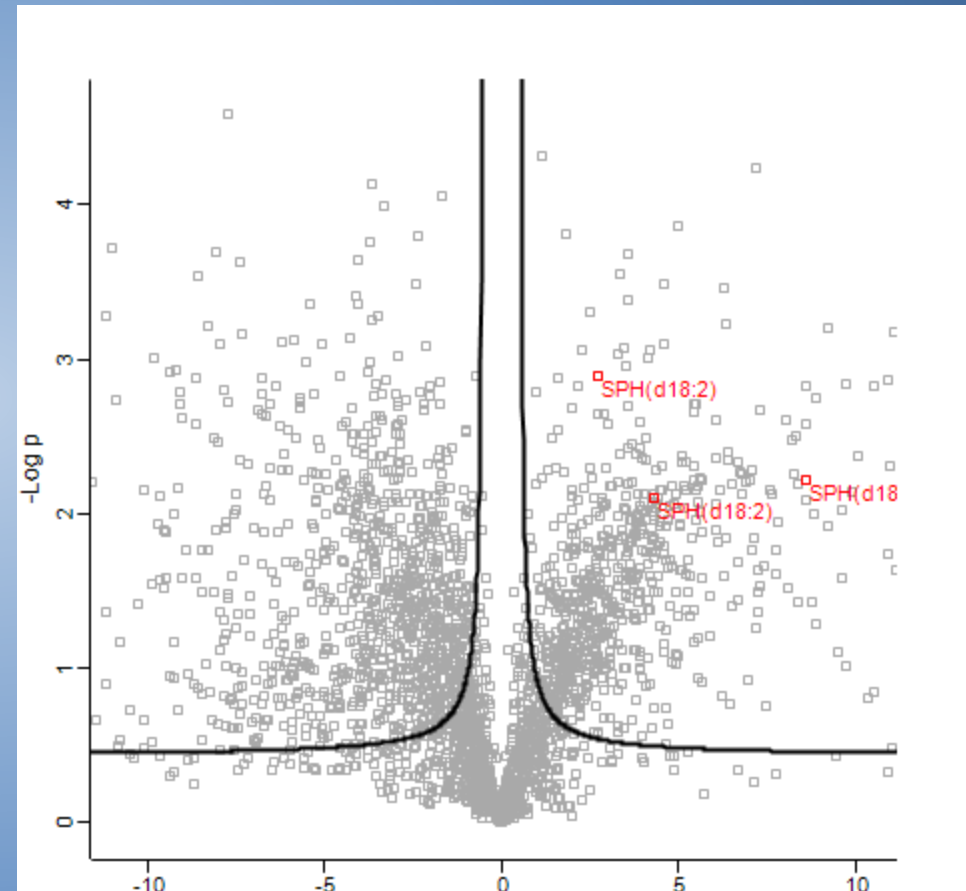
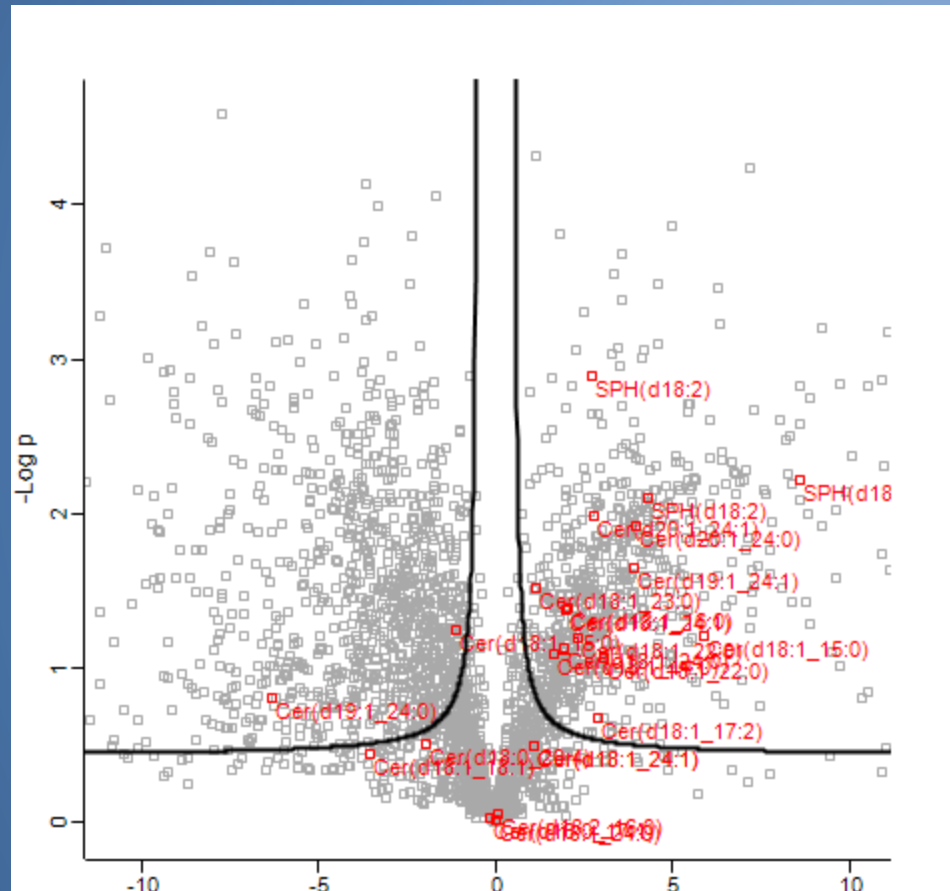


ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΑΣ



Εικόνα 13-30 Το μεταβόλωμα του *E. coli* που αναπτύσσεται σε γλυκόζη. Σύνοψη της σχετικής μοριακής αφθονίας 103 μεταβολιτών όπως μετρήθηκε με συνδυασμό υγρής χρωματογραφίας και φασματομετρίας μάζας εν σειρά (LC-MS/MS). Για λόγους αναφοράς, η απόλυτη συγκέντρωση του γλουταμικού σε ζωντανά κύτταρα είναι 9,6 mM. [Δεδομένα από B. D. Bennett et al., *Nature Chem. Biol.* 5:593, 2009, Εικ. 1].

ΛΙΠΙΔΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΑΣ



ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ (IMAGING APPROACHES)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- ΥΨΗΛΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΓΙΑ ΣΤΟΧΕΥΜΕΝΑ ΜΟΡΙΑ
- ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ, ΓΟΝΙΔΙΑΚΗΣ ΕΚΦΡΑΣΗΣ, ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ RNA Η ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ (ΥΨΗΛΗ ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ)

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΙΧΝΗΘΕΤΗΣ! (ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΝΑΙ ΣΤΟΧΕΥΜΕΝΕΣ)
- Η ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΖΕΤΑΙ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΙΣΤΩΝ/ΟΡΓΑΝΩΝ (ΕΚΤΟΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΟΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΣ ΙΧΝΗΘΕΤΗΣ. π.χ. PET IMAGING)

DECISIONS IN BIOLOGICAL SYSTEMS....

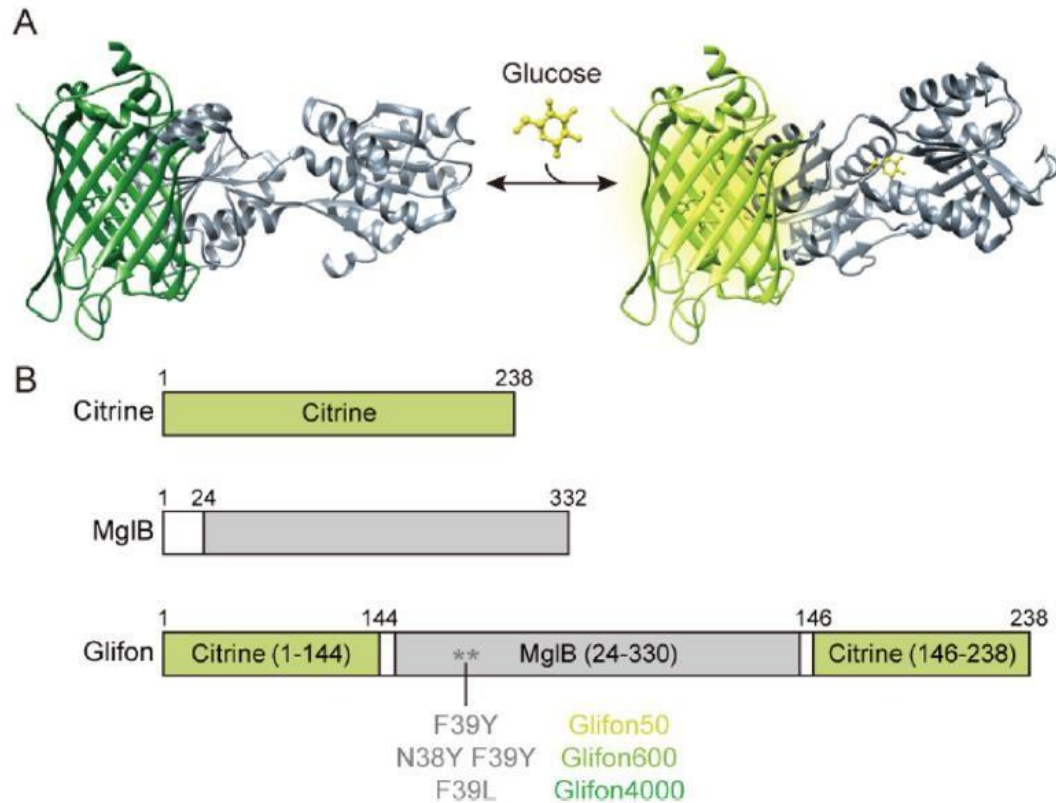
- ☐ TO BUILD
- ☐ NOT TO BUILD
- ☐ ALL OF THE ABOVE
- ☐ NONE OF THE ABOVE



ANY CHANCE
WE MOVE
FASTER??...



ΧΡΗΣΗ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΙΧΝΗΘΕΤΩΝ ΓΛΥΚΟΖΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΥΝ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΤΗΣ ΣΕ ΖΩΝΤΑΝΑ ΚΥΤΤΑΡΑ



ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ...

ΣΥΝΗΘΩΣ
ΒΛΕΠΟΥΜΕ
ΑΥΤΟ.....

OMICS APPROACHES

ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ/ΜΟΡΙΑΚΕΣ
ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ



OMICS APPROACHES

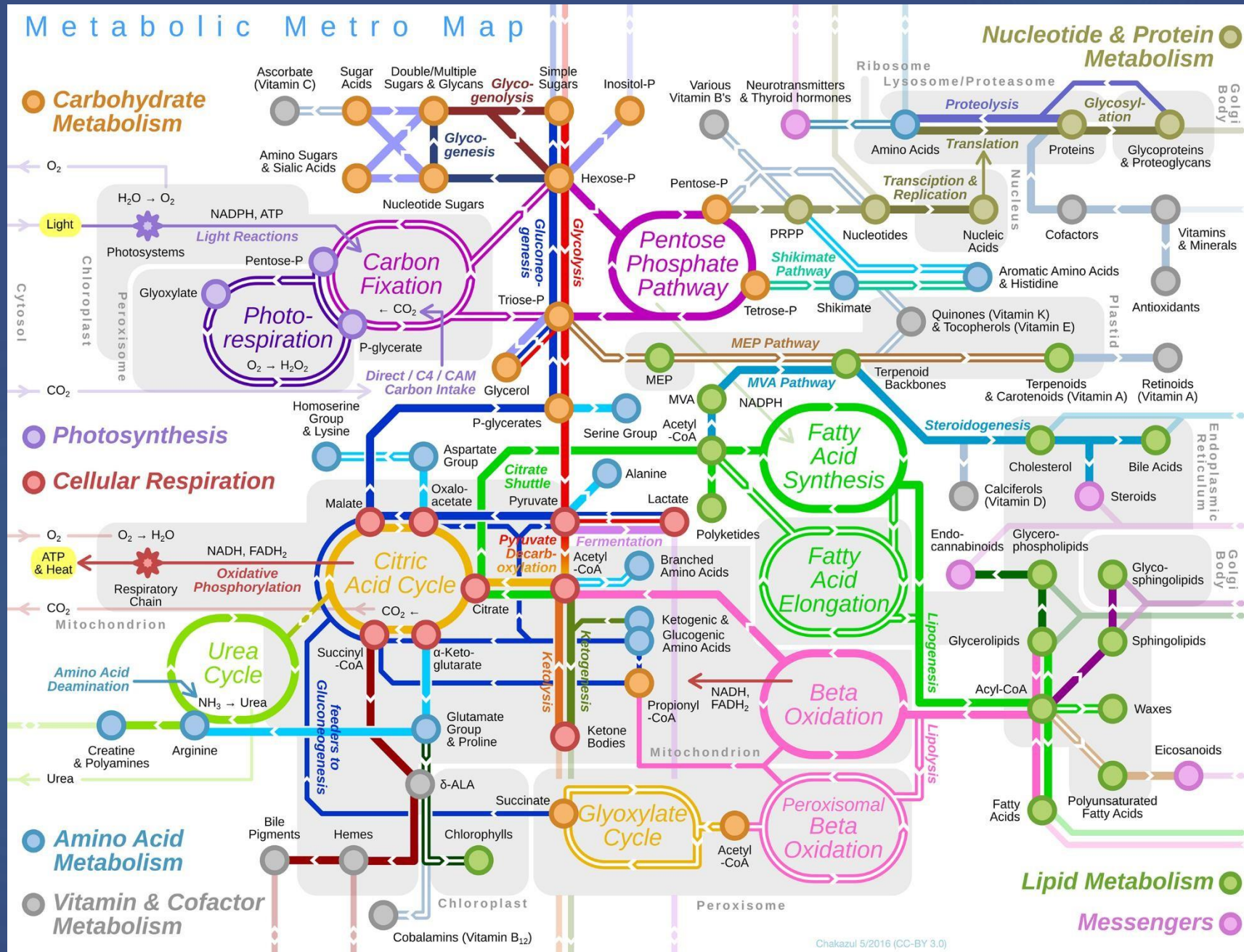
ΑΝΤΙΓΙΑΥΤΟ....



GENETICS MOLECULAR
APPROACHES

PART B: THE “WHERE ABOUT”...

BASIC METABOLIC MAP (PRETTY CLEAR RIGHT?....)



THE USUAL SUSPECT REGARDING METABOLISM....

— JUST OUTSIDE THE BOX —



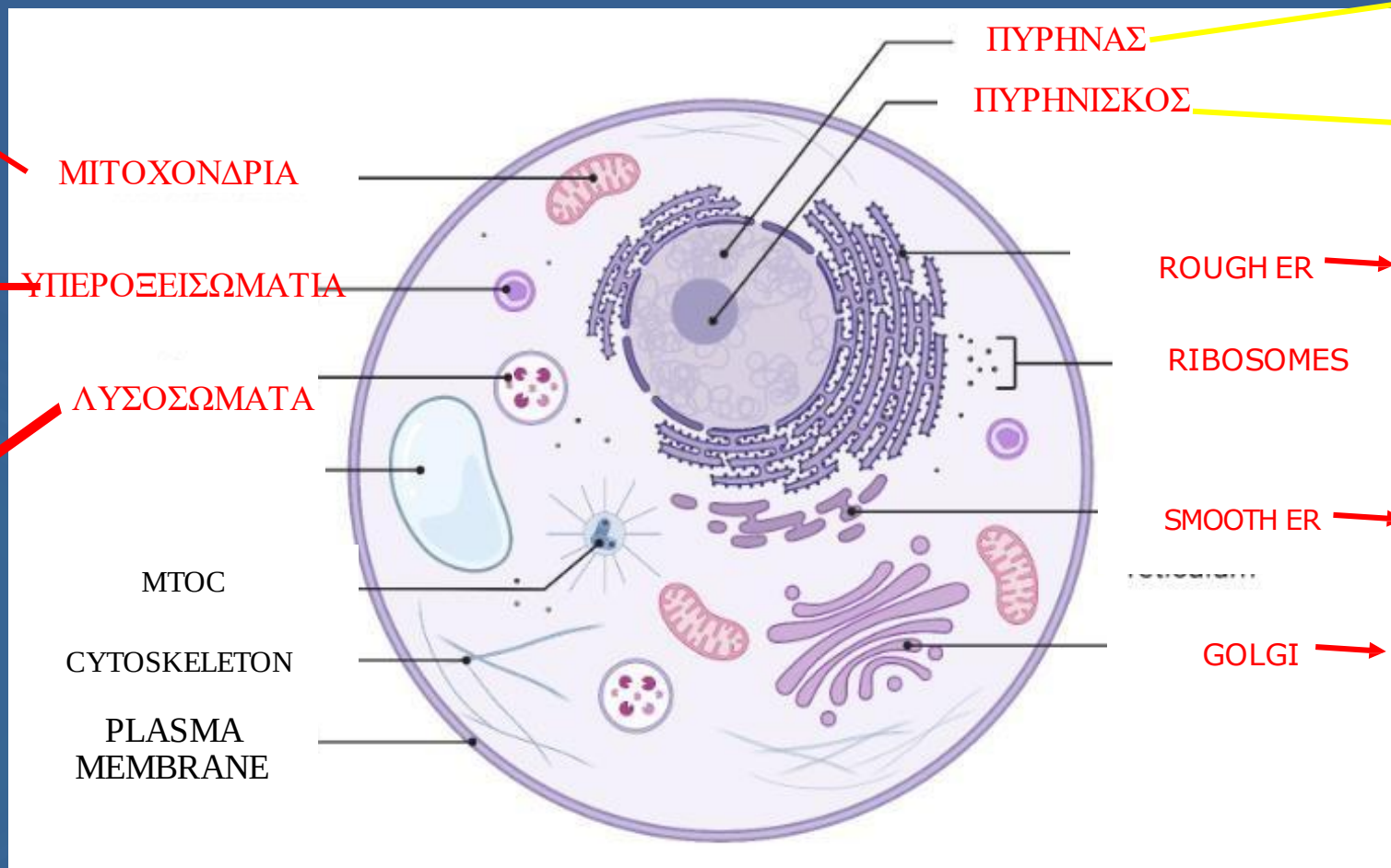
Take your mind back to the evening of the 24th December.
Which person did you see breaking and entering your house?

ΟΥΣΙΑΣΤΙΚΑ ΟΛΑ ΤΑ ΥΠΟΚΥΤΤΑΡΙΚΑ ΟΡΓΑΝΙΔΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΥΝ ΣΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ

- ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΦΩΣΦΟΡΥΛΩΣΗ
- ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΚΡΕΒΣ
- Β-ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ
- ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΤΡ
- ...

- ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΡΙΖΩΝ
- β-ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ (VLCFA)
- ΣΥΝΘΕΣΗ ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗΣ ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΣΤΕΡΟΕΙΔΩΝ

- ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟ ΜΑΚΡΟΜΟΡΙΩΝ
- ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ



ΣΥΝΘΕΣΗ RNA
ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?

ΣΥΝΘΕΣΗ rRNA

ROUGH ER

RIBOSOMES

SMOOTH ER

GOLGI

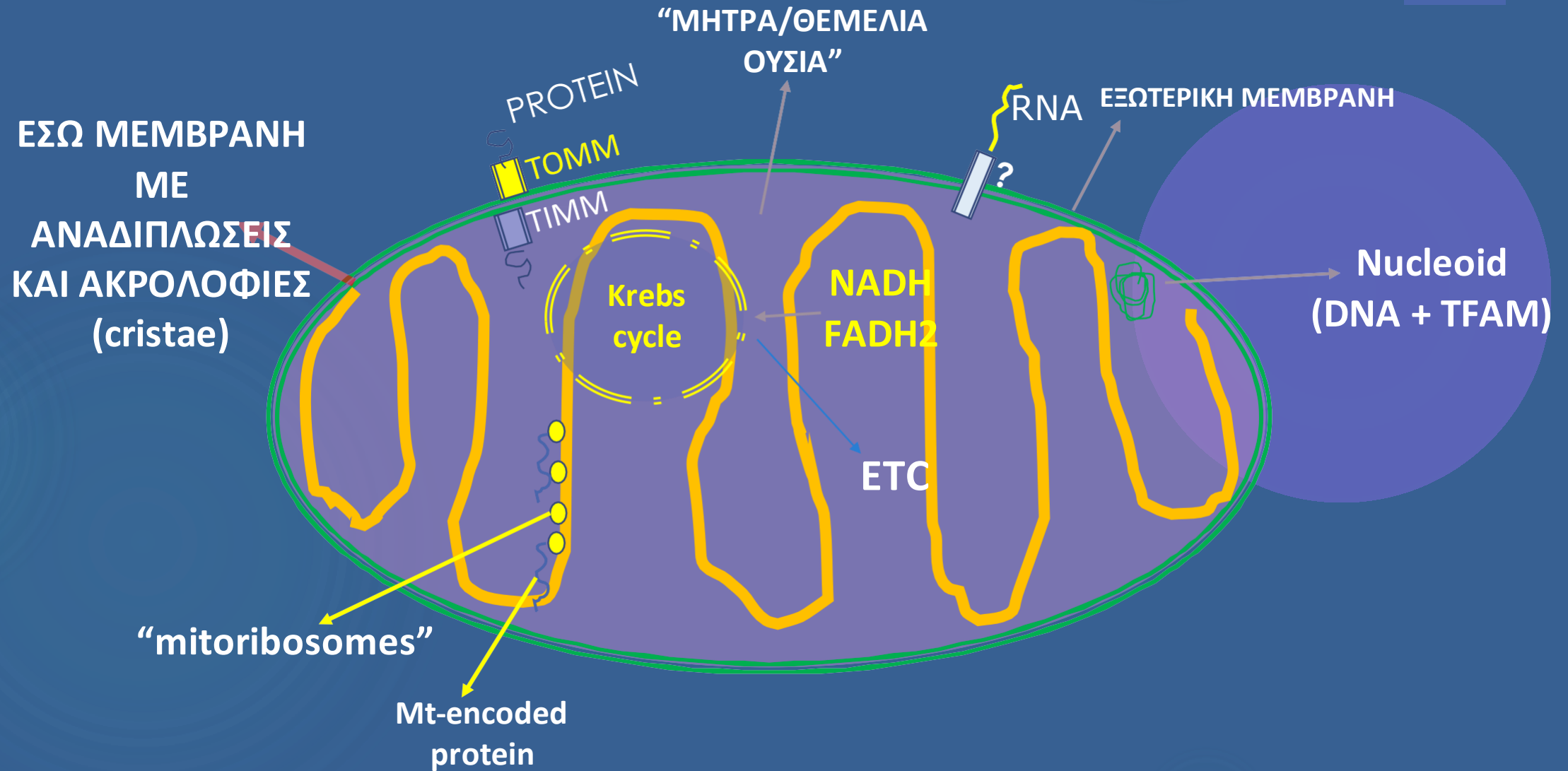
- ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ
- ΓΛΥΚΟΣΥΛΙΩΣΗ / ΣΥΝΘΕΣΗ ΛΙΠΙΔΙΩΝ
- ΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

- ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΛΙΠΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗΣ

- ΓΛΥΚΟΣΥΛΙΩΣΗ ΛΙΠΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ: ΤΑ ΟΡΓΑΝΙΔΙΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΥΝΕΧΩΣ ΚΑΙ ΑΝΤΑΛΛΑΣΟΥΝ ΜΑΚΡΟΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΕΣ!!

ΒΑΣΙΚΟ ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΟΥ (Ο ΣΥΝΗΘΗΣ ΥΠΟΠΤΟΣ)



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΩΝ

- ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΤΡ
- ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ
- ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ
- ΑΠΟΠΤΩΣΗ/ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΣ ΘΑΝΑΤΟΣ
- ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ / ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΔΥΝΑΜΙΑΣ ΤΩΝ ΒΛΑΣΤΟΚΥΤΤΑΡΩΝ
- ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΕΚΦΡΑΣΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΩΝ ΓΟΝΙΔΙΩΝ....

ΤΑ ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΑ ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ ΩΣ ΜΟΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΤΡ.

ΔΙΑΔΡΑΜΑΤΙΖΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΡΟΛΟ ΣΤΗΝ ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΓΟΝΙΔΙΑΚΗΣ ΕΚΦΡΑΣΗΣ!



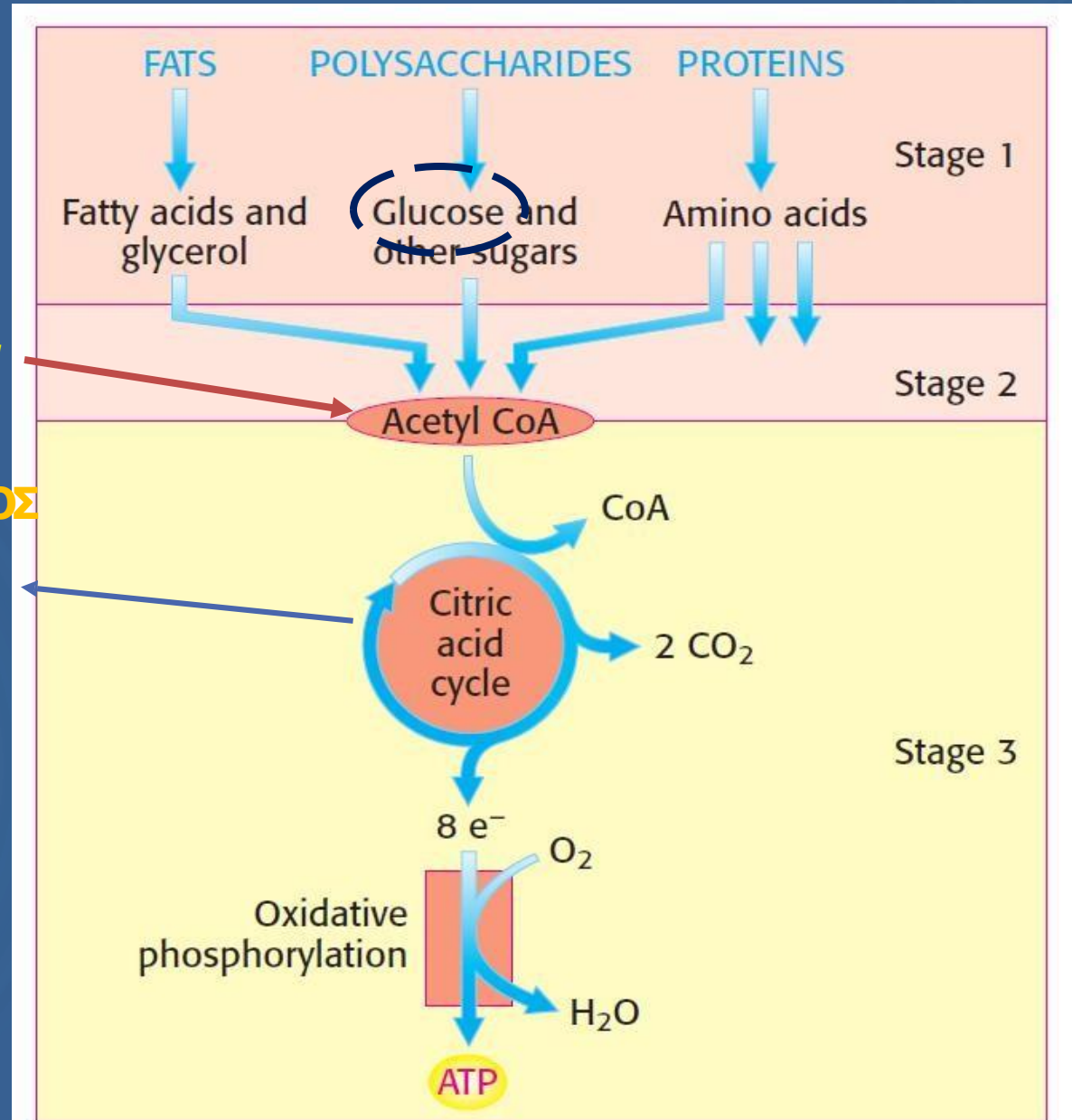
MESSAGE

TextStudio

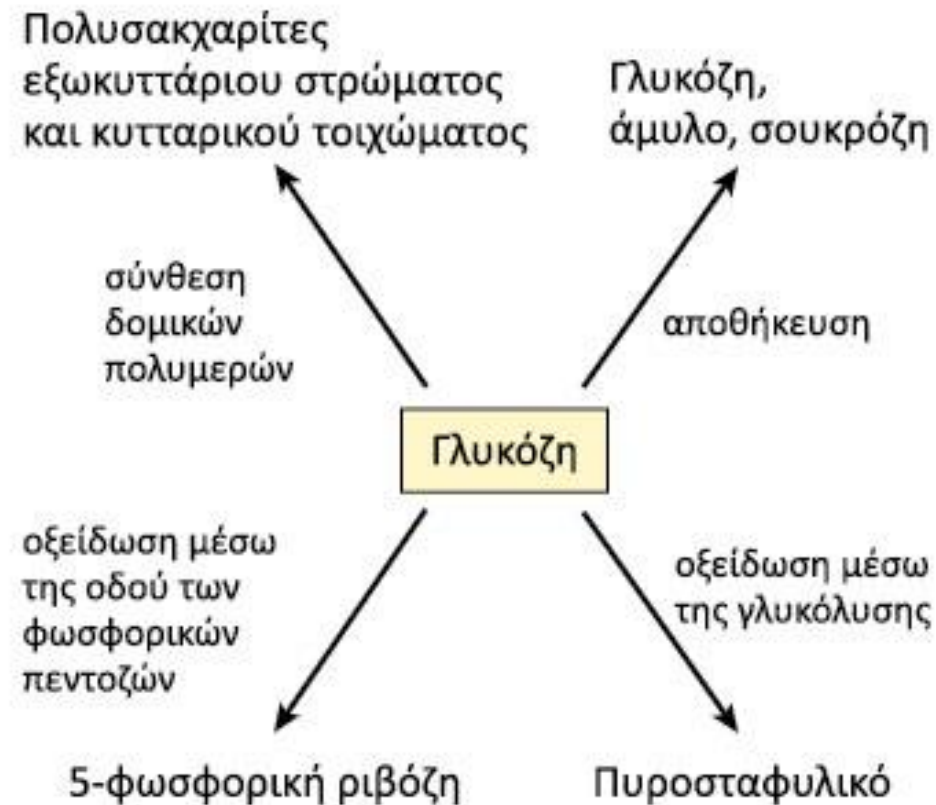
ΒΑΣΙΚΟΙ ΑΞΟΝΕΣ ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ

ΤΑ ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ ΣΥΓΚΛΙΝΟΥΝ

ΚΥΚΛΟΣ ΚΙΤΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ = ΚΥΚΛΟΣ
ΤΡΙΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ
(TCA CYCLE) =
KREBS CYCLE



ΒΑΣΙΚΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ



Εικόνα 14-1 Κύριες οδοί χρησιμοποίησης της γλυκόζης. Παρόλο που δεν είναι τα μόνα πιθανά πεπρωμένα της γλυκόζης, αυτές οι τέσσερις οδοί είναι οι σημαντικότερες στα περισσότερα κύτταρα.

ΠΡΙΝ ΦΤΑΣΟΥΜΕ ΣΤΑ ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΑ.....

**ΓΛΥΚΟΖΗ: Η ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΟΧΙ ΜΟΝΟ....**

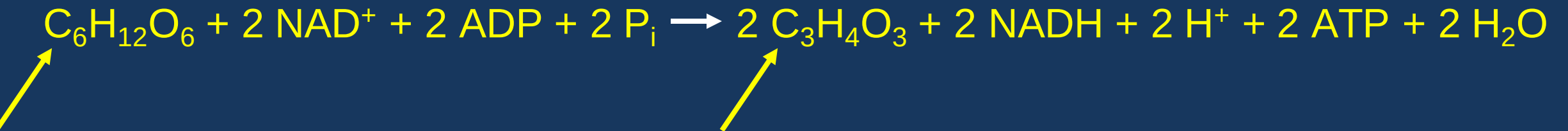
ΠΟΥ ΚΑΙ ΠΩΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΖΕΤΑΙ??

ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ

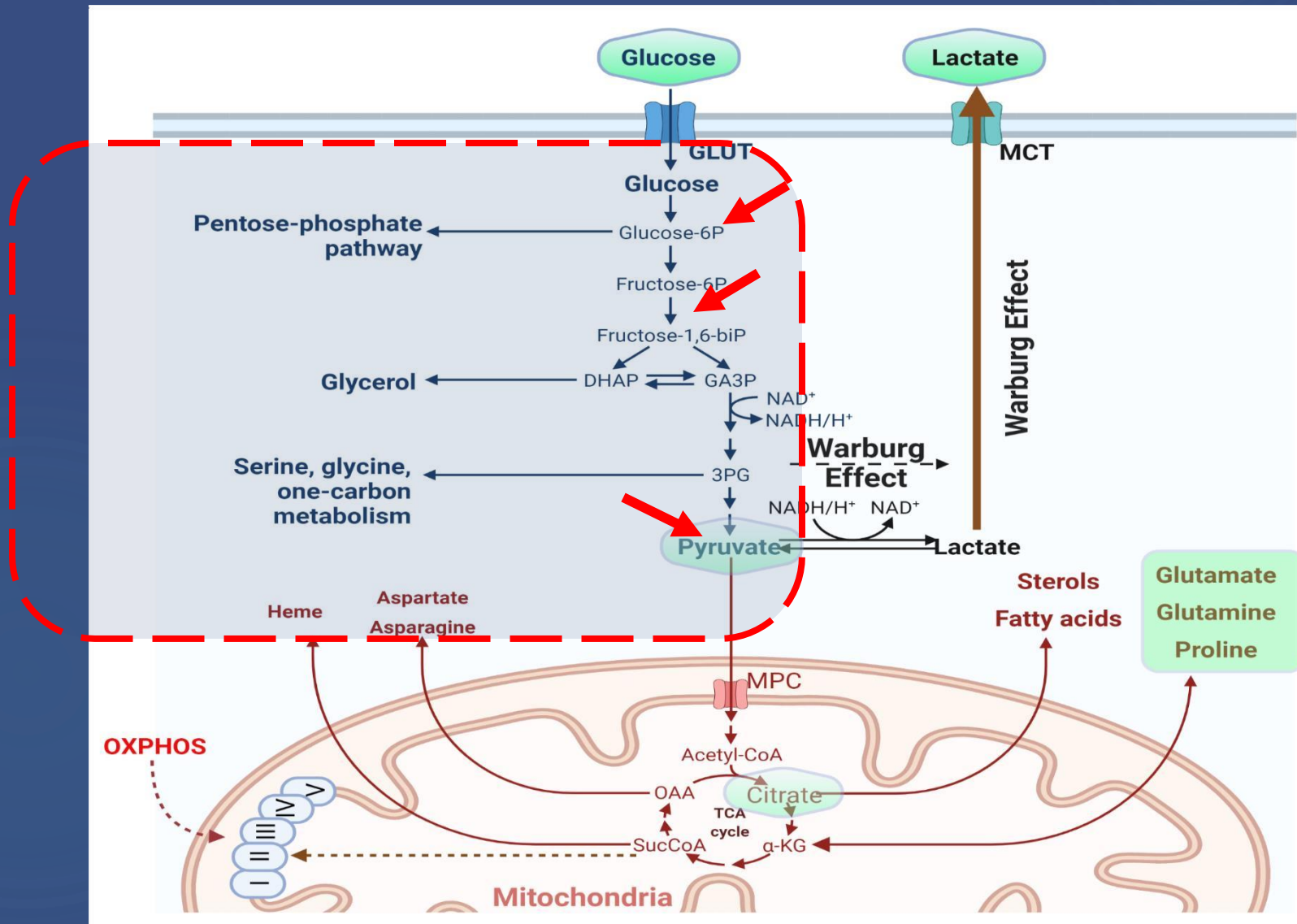
(ΛΥΣΗ=ΚΑΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ)

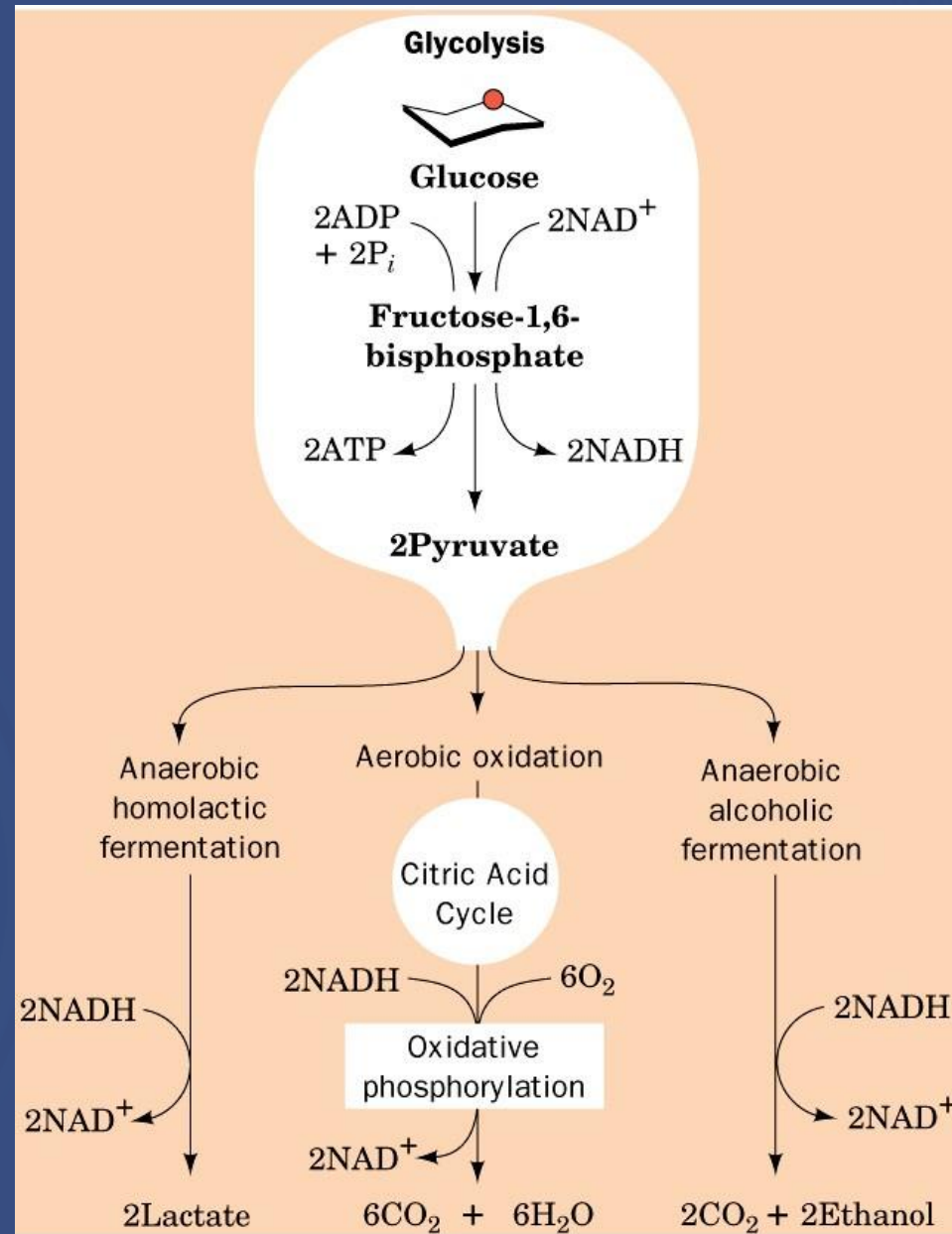
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗΣ

- ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ 10 ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ 3 ΕΚ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ ΕΙΝΑΙ ΜΗ ΑΝΤΙΣΤΡΕΠΤΕΣ
- ΛΑΜΒΑΝΕΙ ΧΩΡΑ ΣΤΟ ΚΥΤΟΠΛΑΣΜΑ
- ΤΟ ΒΑΣΙΚΟ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΙΟΝ ΤΗΣ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΠΥΡΟΣΤΑΦΥΛΙΚΟ
- ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΙΣΩΣΗ

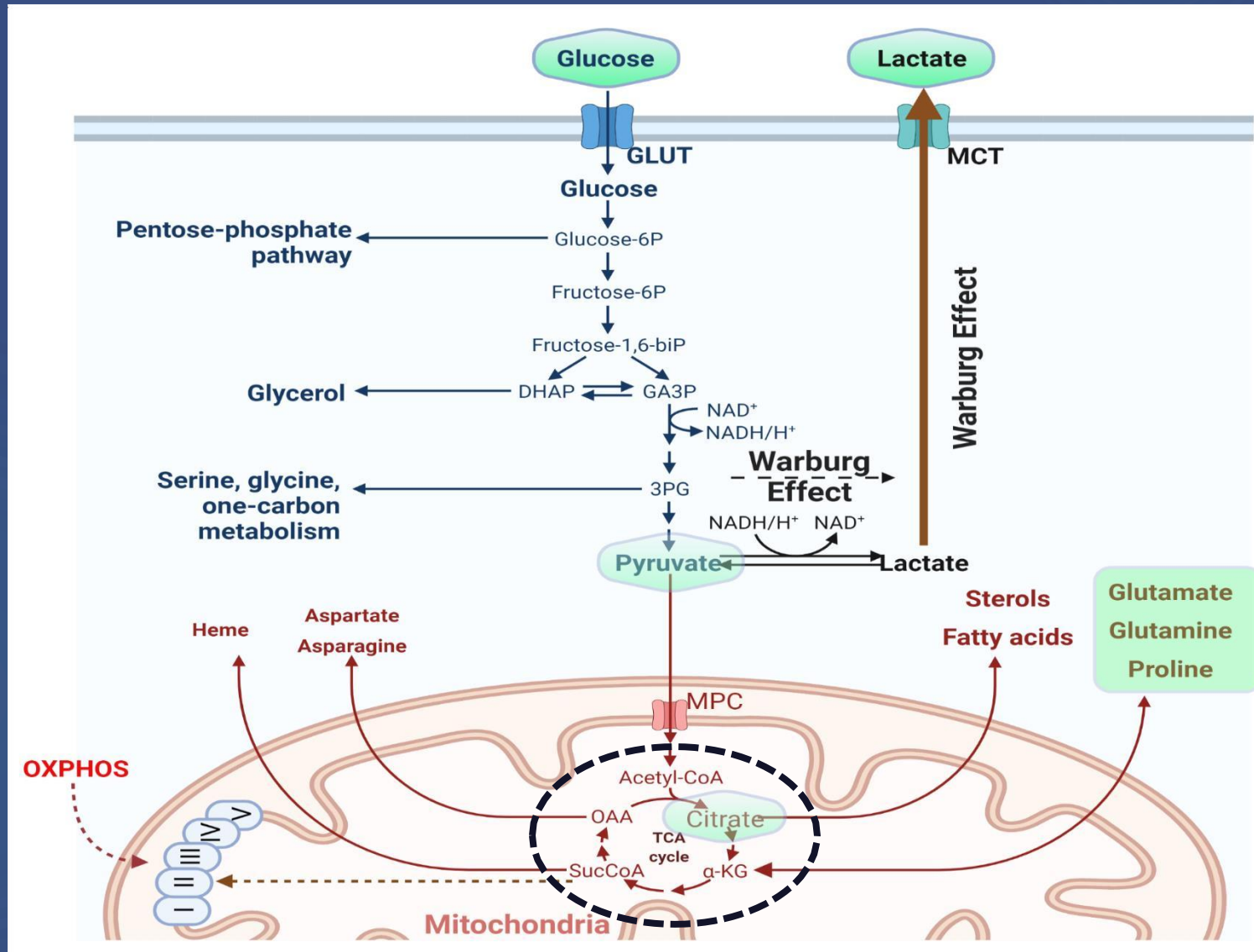


ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΚΑΙ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΕΙ ΧΩΡΑ?



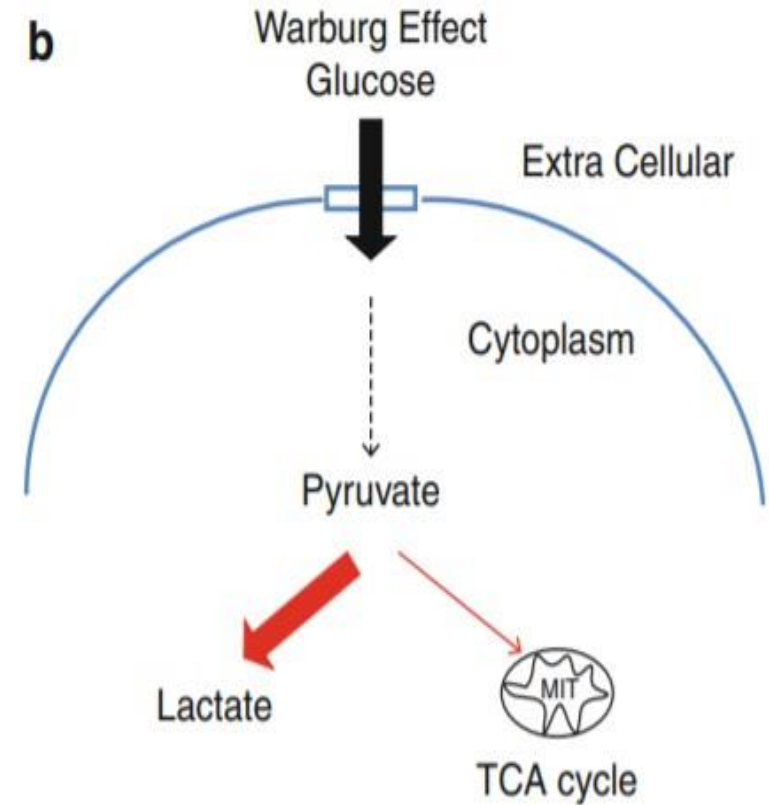
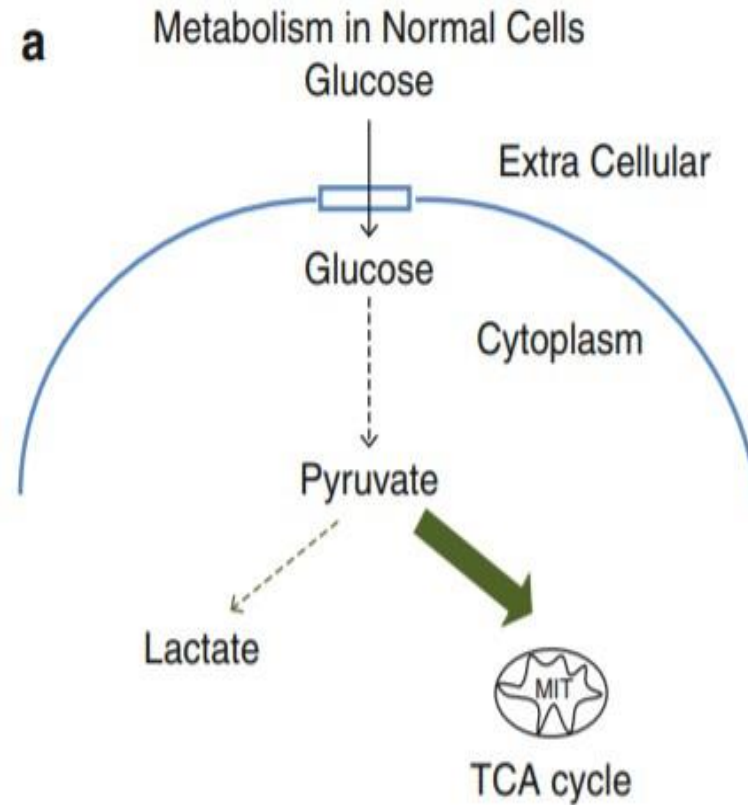


A SIMPLIFIED VIEW OF BASIC CELL METABOLISM

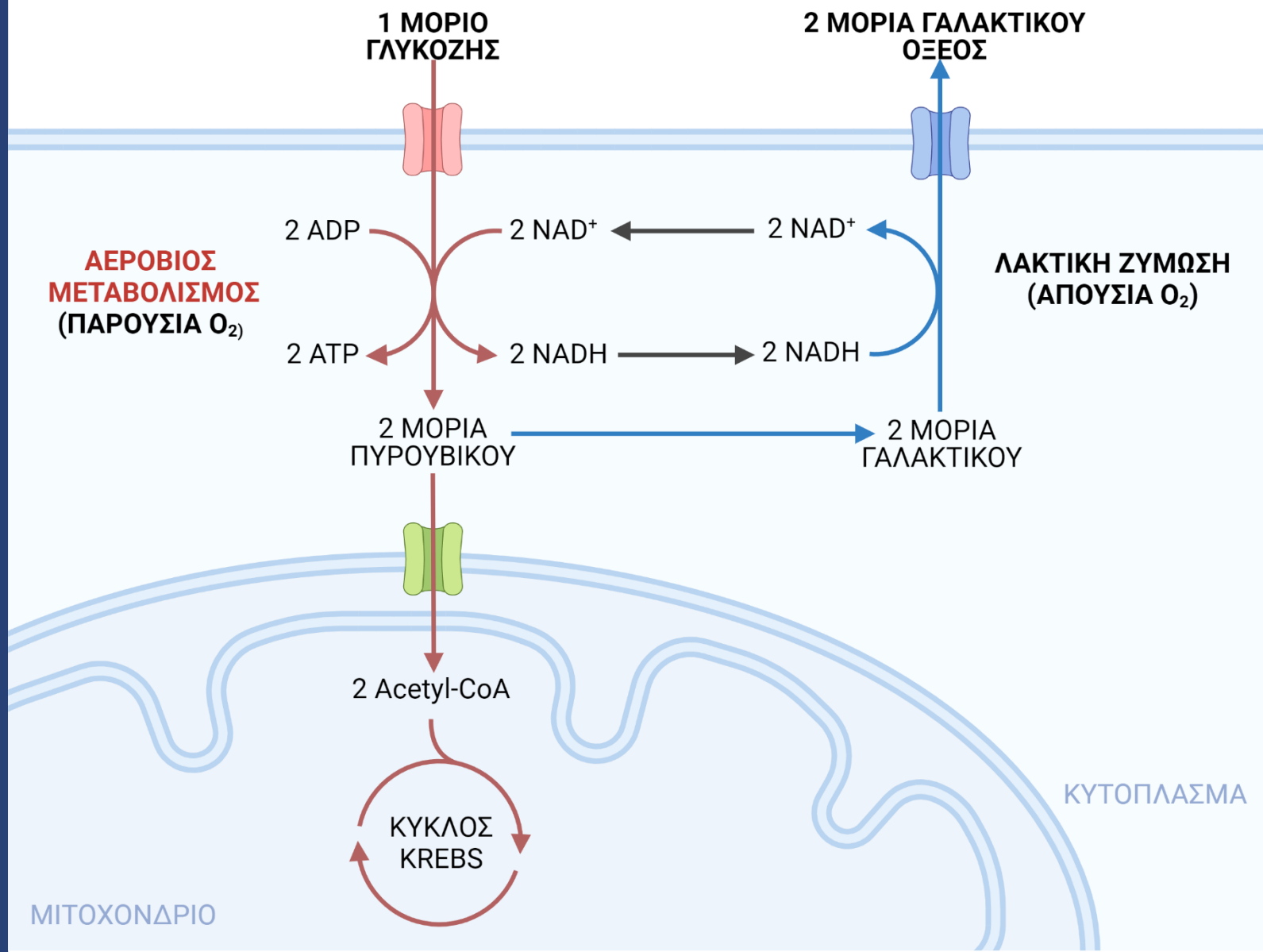




OTTA WARBURG
Nobel prize 1931
(cytochrome c oxidase
Discovery)

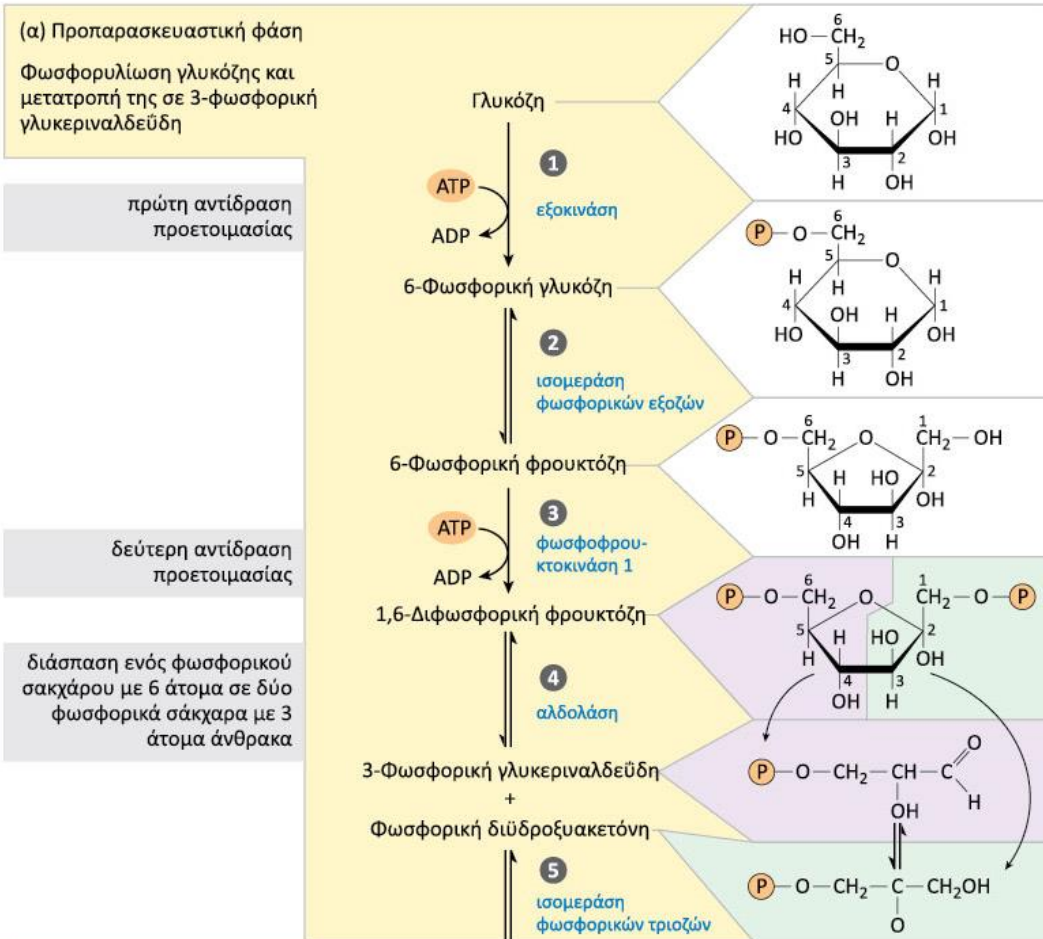


ΑΕΡΟΒΙΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ



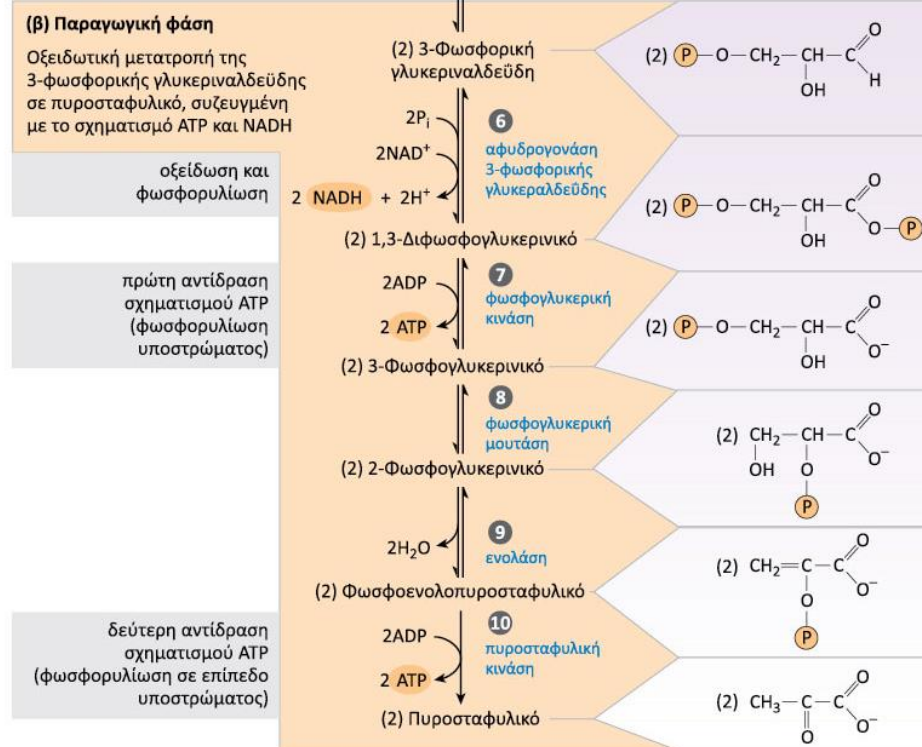
Η ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΤΟ ΚΥΤΟΠΛΑΣΜΑ ΚΑΙ ΕΧΕΙ 2 ΦΑΣΕΙΣ

1. ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ: ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ!!



(β) Παραγωγική φάση

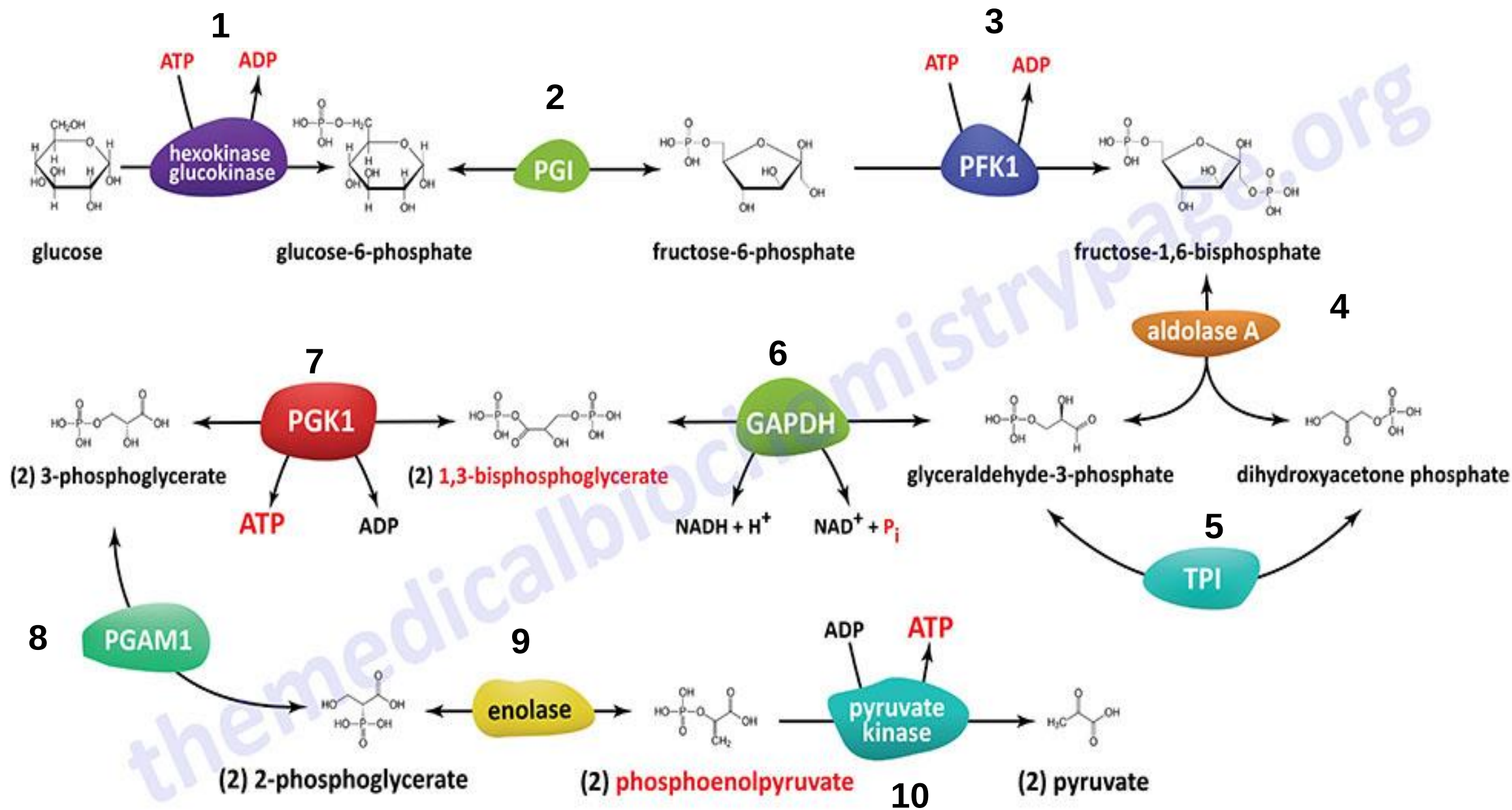
2) ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΗ: ΠΑΡΑΓΕΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ!!



Εικόνα 14-2 Οι δύο φάσεις της γλυκόλυσης. Για κάθε μόριο γλυκόζης που διέρχεται από την προπαρασκευαστική φάση (α), σχηματίζονται δύο μόρια 3-φωσφορικής γλυκεριναλδεΐδης, τα οποία διχοθετούνται στην παραγωγική φάση (β). Τελικό προϊόν της δεύτερης φάσης της γλυκόλυσης είναι το πυροσταφυλικό. Για κάθε μόριο γλυκόζης, δύο μόρια ATP καταναλώνονται στην προπαρασκευαστική φάση, ενώ τέσσερα μό-

ρια παράγονται στην παραγωγική φάση. Έτσι, ο απολογισμός είναι δύο μόρια ATP και δύο μόρια NADH ανά μόριο γλυκόζης που μετατρέπεται σε πυροσταφυλικό. Τ' αριθμημένα βήματα αντιστοιχούν στις αριθμημένες επικεφαλίδες στη συζήτηση του κειμένου. Λάβετε υπόψη ότι κάθε φωσφορυλομάδα, που εδώ αναπαρίσταται ως (P), έχει δύο αρνητικά φορτία ($-PO_3^{2-}$).

Αν και η οδός καταναλώνει πράγματι 2 μόρια ATP κατά τη φάση προετοιμασίας,
παράγει 4 μόρια ATP κατά τη φάση απόδοσης ενέργειας.
Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα καθαρό κέρδος 2 μορίων ATP
για κάθε μόριο γλυκόζης που καταναλώνεται.



ΒΙΝΤΕΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗΣ

<https://www.youtube.com/watch?v=8qij1m7XUhk&t=7s>

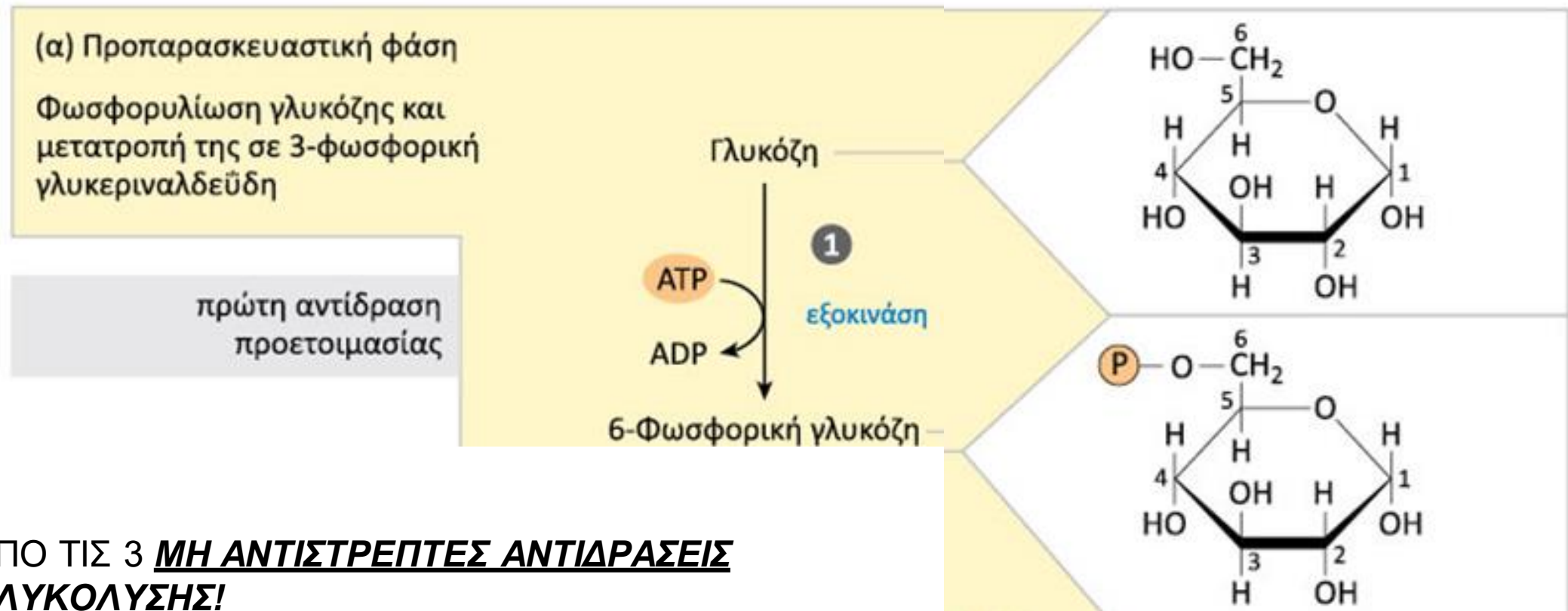
<https://www.youtube.com/watch?v=8Kn6BVGqKd8>

<https://www.youtube.com/watch?v=hDq1rhUkV-g&t=14s>

ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΗΣ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗΣ

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΦΑΣΗ

1. ΦΩΣΦΩΡΥΛΙΩΣΗ ΤΗΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ. Η ΓΛΥΚΟΖΗ ΓΙΑ ΝΑ ΠΑΡΑΜΕΙΝΕΙ ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΦΩΣΦΩΡΥΛΙΩΘΕΙ. ΕΔΩ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ!!



Η 1^η ΑΠΟ ΤΙΣ 3 ΜΗ ΑΝΤΙΣΤΡΕΠΤΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ
ΤΗΣ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗΣ!

ΕΝΖΥΜΑ ΠΟΥ ΦΩΣΦΩΡΥΛΙΩΝΟΥΝ ΤΗ ΓΛΥΚΟΖΗ

Εξοκινάση (Hexokinase): Είναι το βασικό ένζυμο. Βρίσκεται σχεδόν σε **όλους τους ιστούς** του σώματος.

- Έχει μεγάλη συγγένεια για τη γλυκόζη (K_m 0.01 to 0.1 mM), πράγμα που σημαίνει ότι **λειτουργεί αποτελεσματικά ακόμη και όταν τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα είναι χαμηλά**, εξασφαλίζοντας ενέργεια για τα κύτταρα

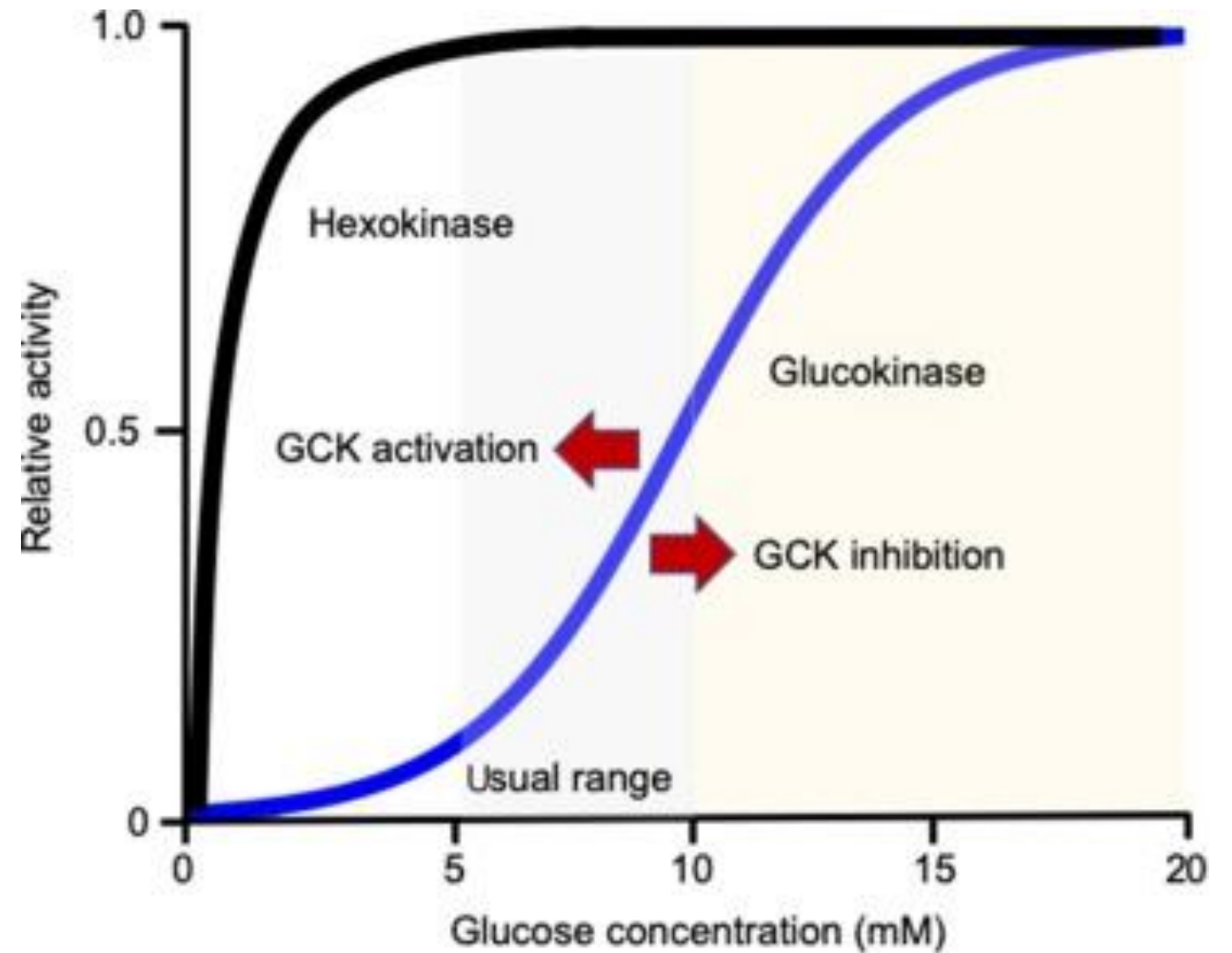
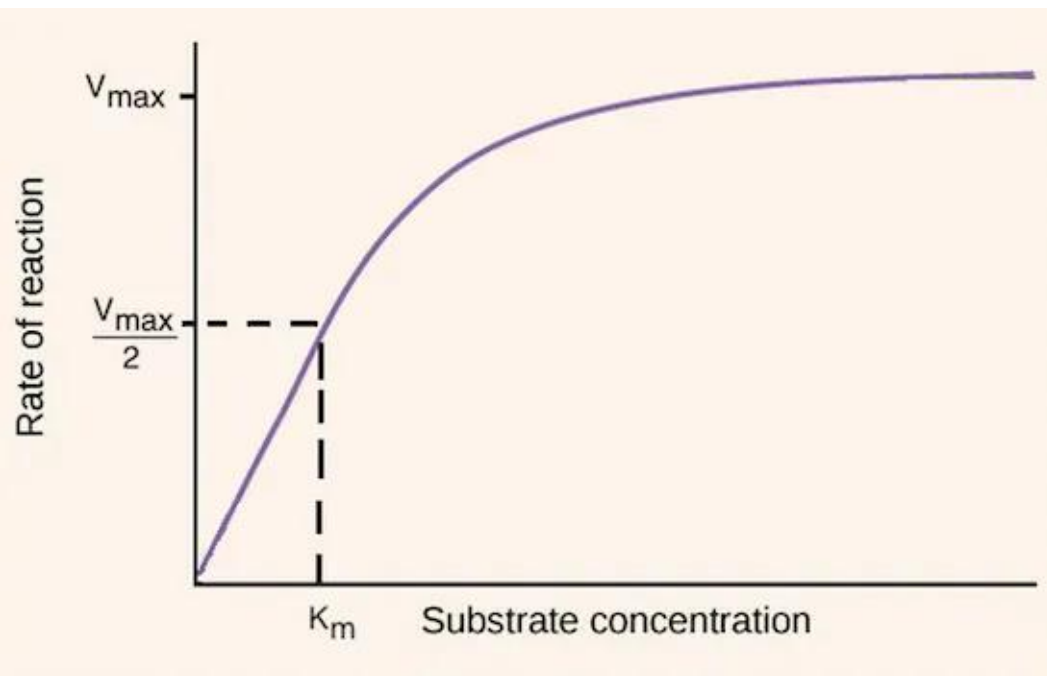
- Η Εξοκινάση αναστέλλεται αλλοστερικά από το προϊόν της αντίδρασης δηλ την 6-φωσφορογλυκόζη

Γλυκοκινάση (Glucokinase ή Hexokinase IV):

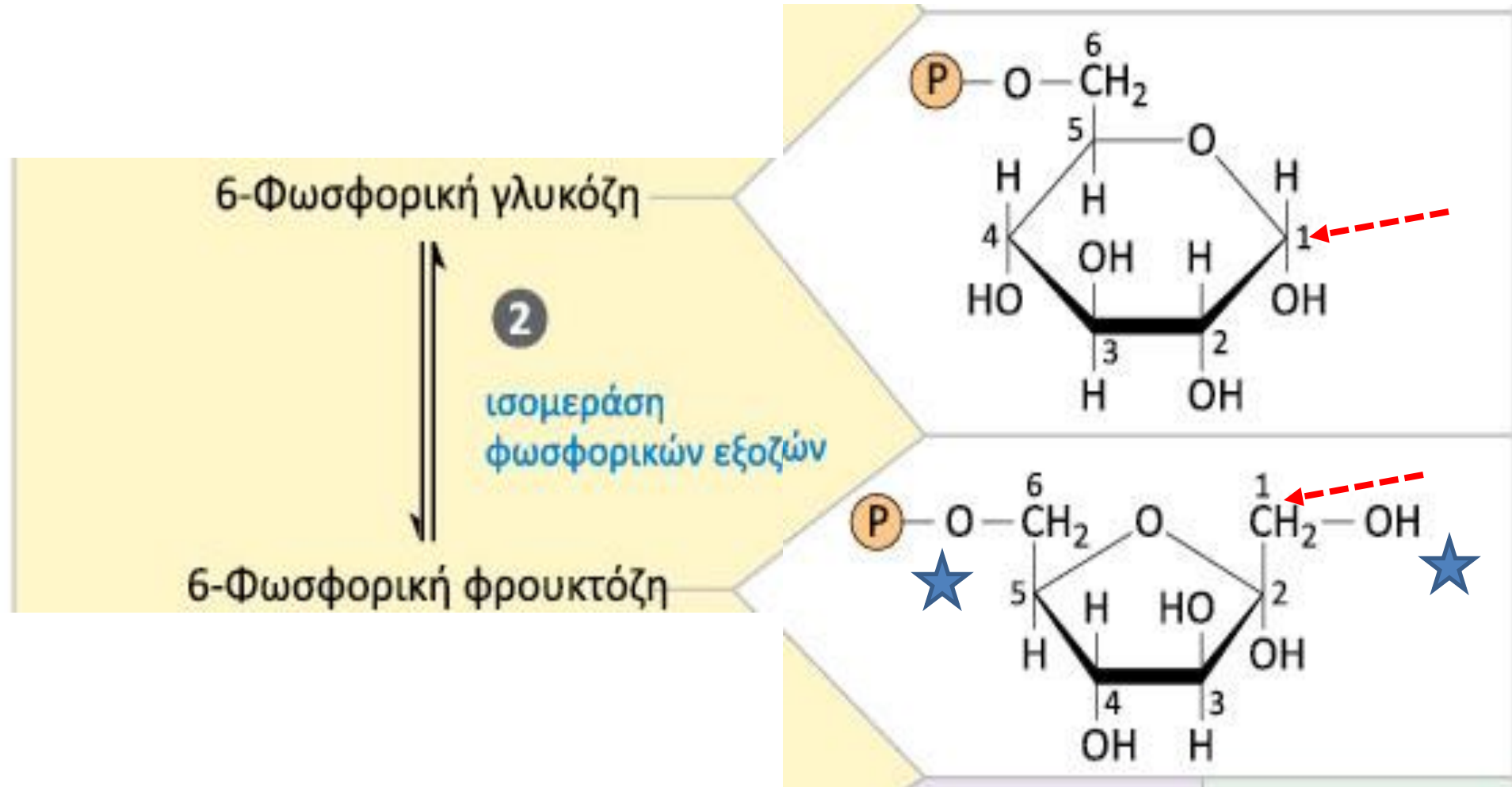
- Είναι ένα εξειδικευμένο ισοένζυμο που βρίσκεται κυρίως στο **ήπαρ** και στα **β-κύτταρα του παγκρέατος**.
- Έχει χαμηλή συγγένεια για τη γλυκόζη (K_m 5-10mM), που σημαίνει ότι **ενεργοποιείται κυρίως μετά από ένα γεύμα** (όταν η γλυκόζη στο αίμα είναι υψηλή), βοηθώντας το ήπαρ να αποθηκεύσει την περίσσεια γλυκόζης με τη μορφή γλυκογόνου.

ΓΛΥΚΟΚΙΝΑΣΗ vs. ΕΞΟΚΙΝΑΣΗ

ΟΡΙΣΜΟΣ K_m

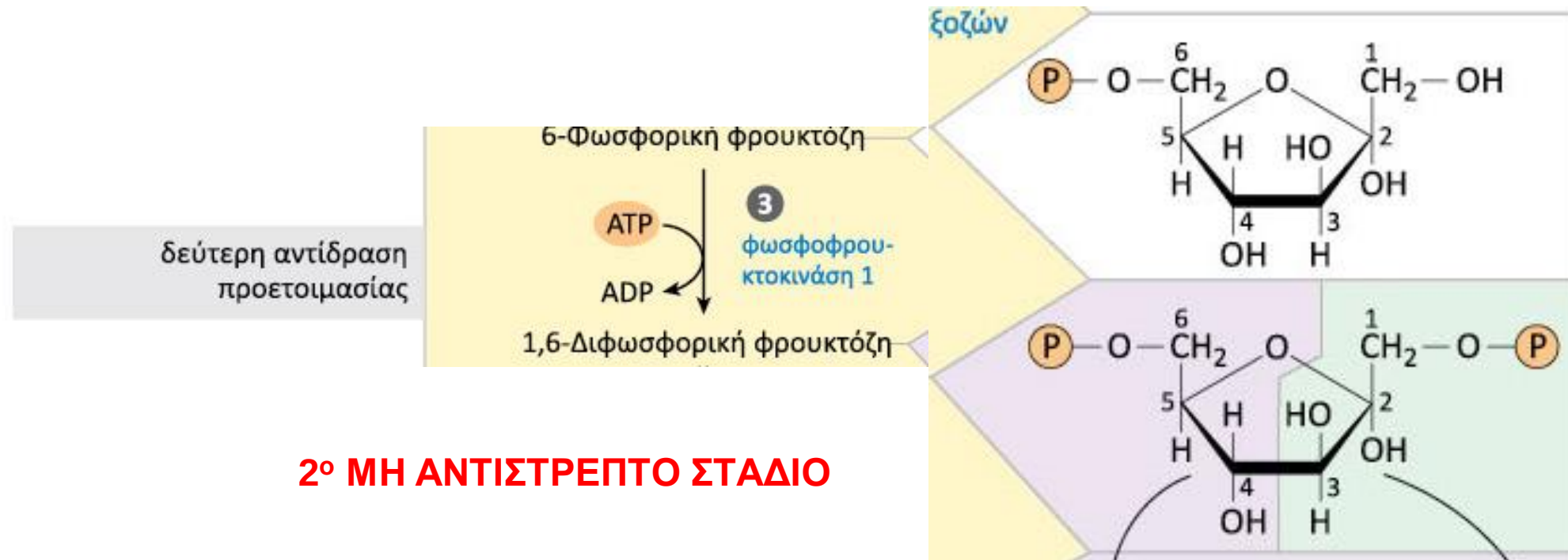


2. ΙΣΟΜΕΡΑΣΗ ΦΩΣΦΟΓΛΥΚΟΖΗΣ: ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

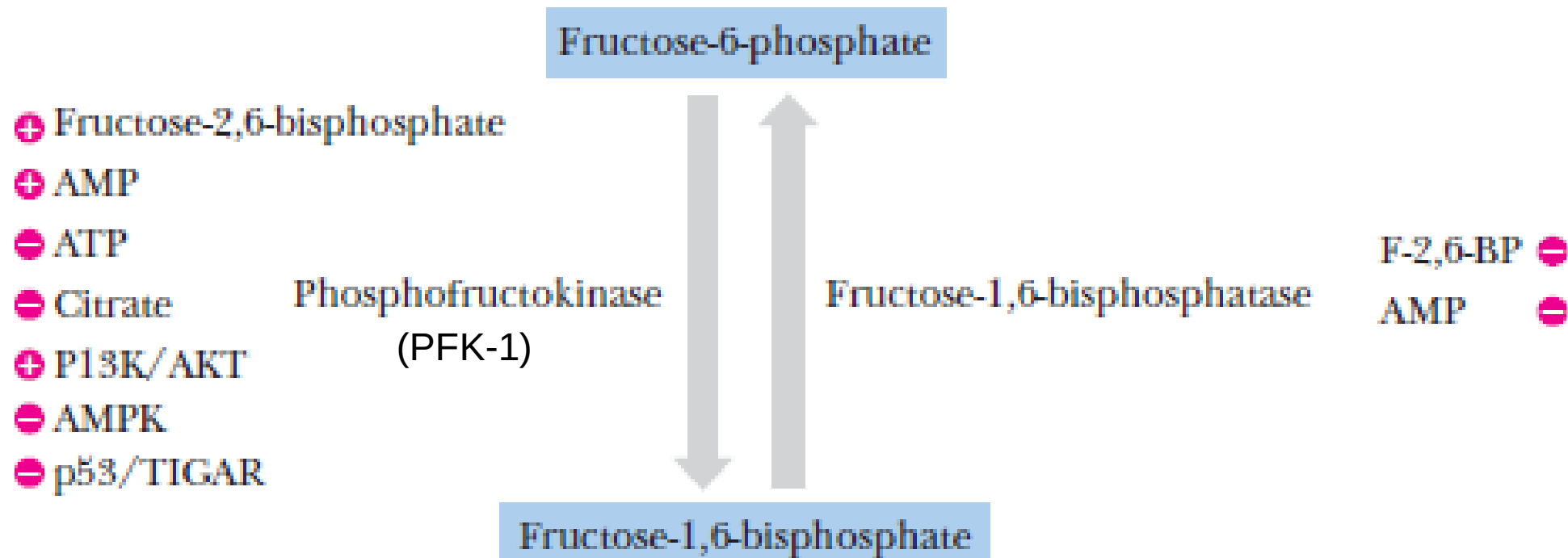


Η ΑΛΛΑΓΗ ΓΙΝΕΤΑΙ ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΤΕΙ ΤΟ ΜΟΡΙΟ ΓΙΑ 2° ΦΩΣΦΟΡΟ!!

3. ΦΩΣΦΩΡΥΛΙΩΣΗ ΤΗΣ 6-P-ΦΡΟΥΚΤΟΖΗΣ. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ 1,6 ΔΙ-P-ΦΡΟΥΚΤΟΖΗΣ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.



2° ΜΗ ΑΝΤΙΣΤΡΕΠΤΟ ΣΤΑΔΙΟ



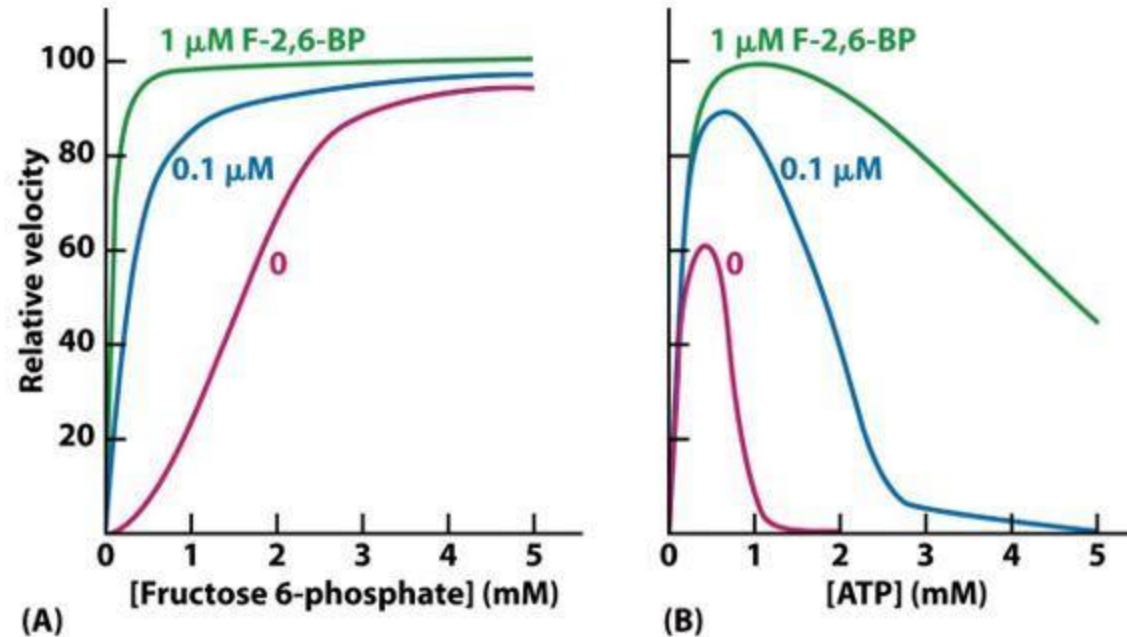
Η 2,6-διφωσφορική φρουκτόζη (Fructose-2,6-bisphosphate ή 2,6 F-BP) παράγεται στο κυτταρόπλασμα των ευκαρυωτικών κυττάρων από το ένζυμο φωσφοφρουκτοκινάση-2 (PFK-2)

ΠΡΟΚΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΑΛΛΟΣΤΕΡΙΚΟ ΡΥΘΜΙΣΤΗ. ΔΕΝ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΜΟΝΟΠΑΤΙ ΤΗΣ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗΣ

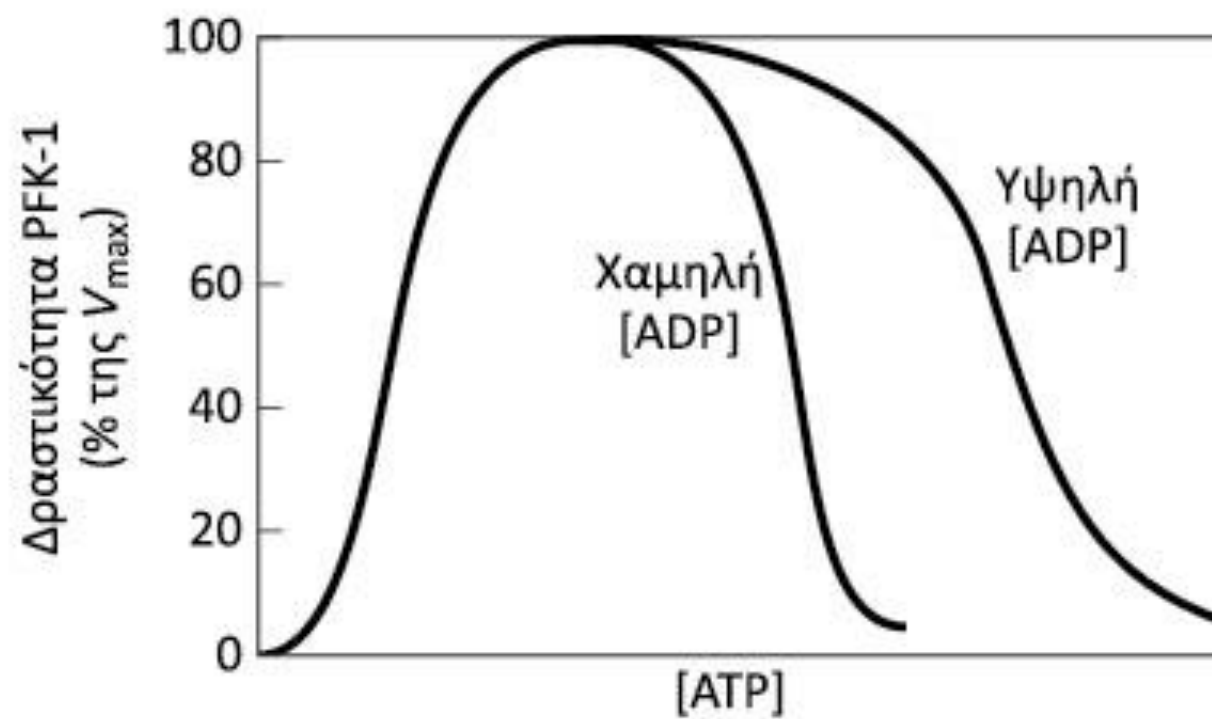
ΡΥΘΜΙΣΗ ΦΩΣΦΟΦΡΟΥΚΤΟΚΙΝΑΣΗΣ (PFK-1)

4.) The graphs below illustrate the relative velocity of phosphofructokinase-1 (PFK-1) enzyme activity

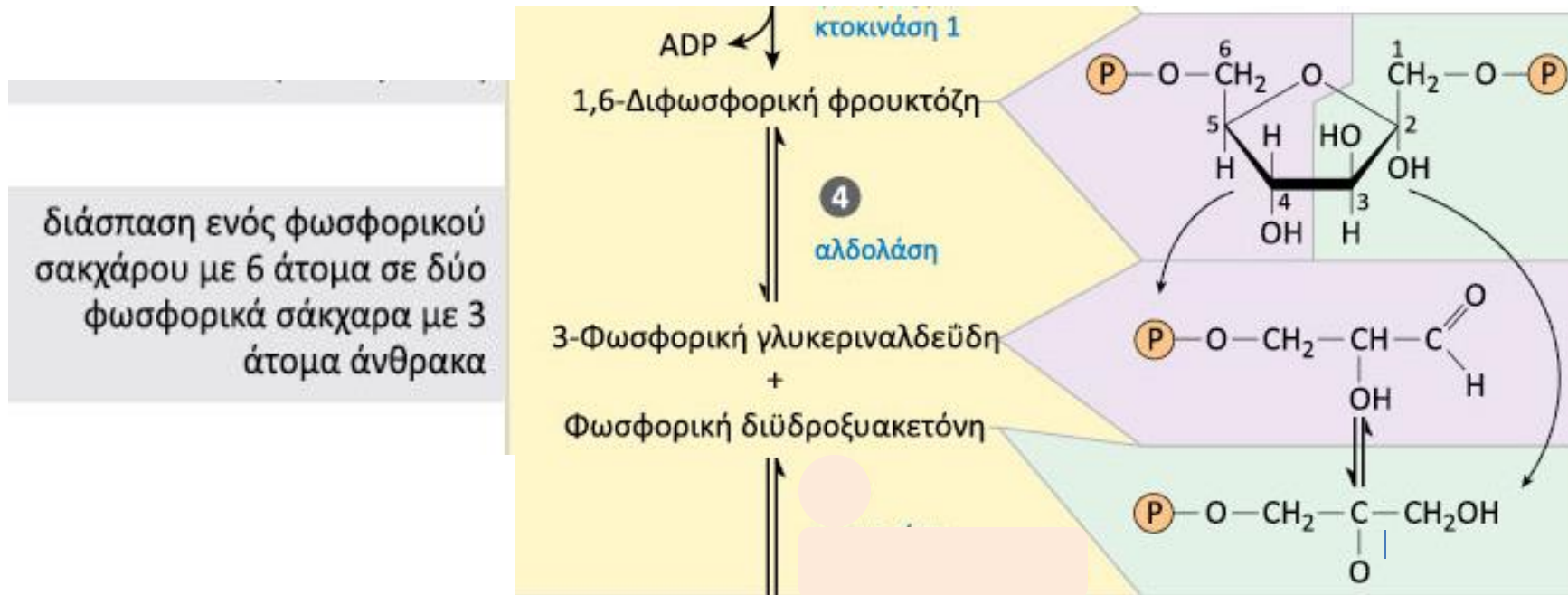
as a function of (A) concentration of fructose 6-phosphate and (B) concentration of ATP. Each graph contains three curves, representing the reaction velocity in the presence of 1 μM , 0.1 μM , or 0 μM fructose 2,6-bisphosphate. Provide a detailed explanation of the shapes of these curves. Your explanation must address the effects of fructose 2,6-bisphosphate, fructose 6-phosphate, and ATP on reaction velocity.



Ο ΛΟΓΟΣ ΑΤΡ/ΑΔΡ ΡΥΘΜΙΖΕΙ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΡΕΚ-1



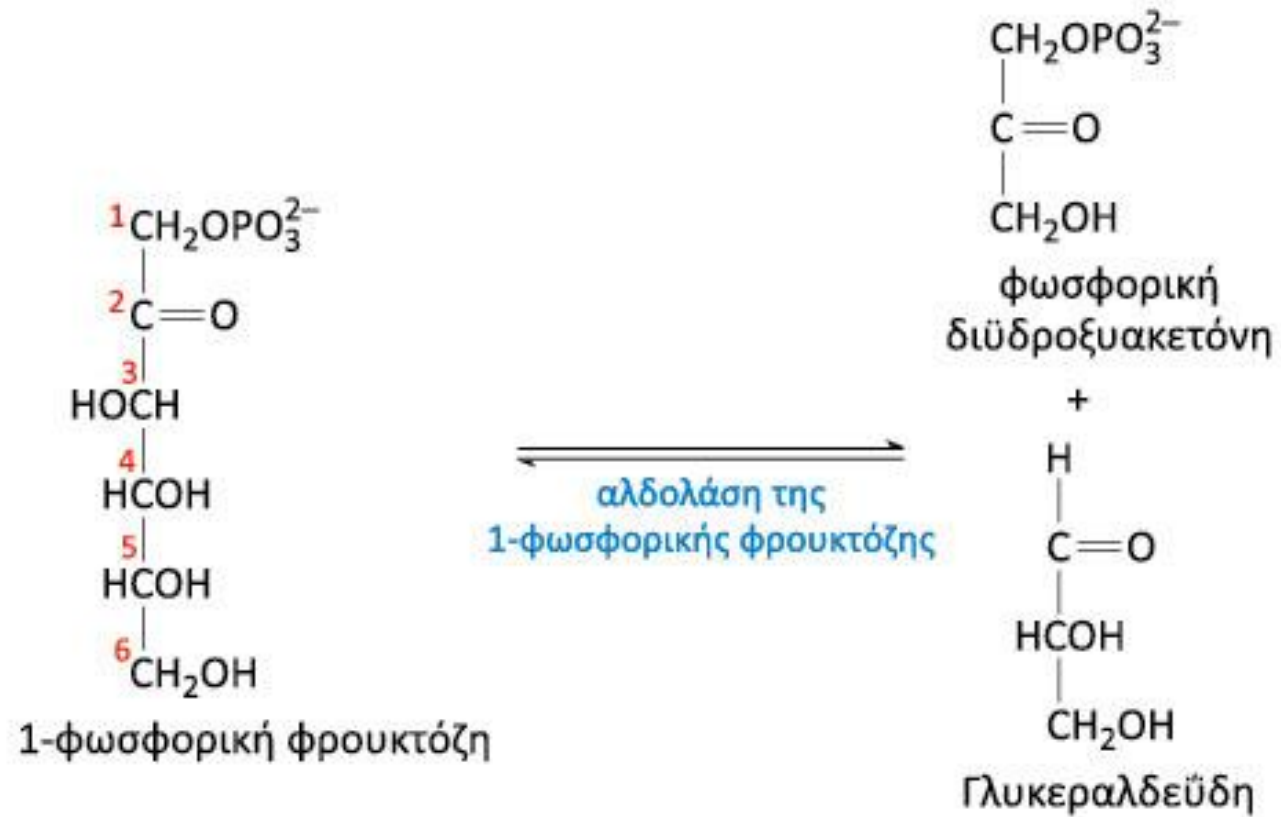
4. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΡΙΟΖΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΟΖΗ. Η ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΕΙΝΑΙ ΑΝΤΙΣΤΡΕΠΤΗ



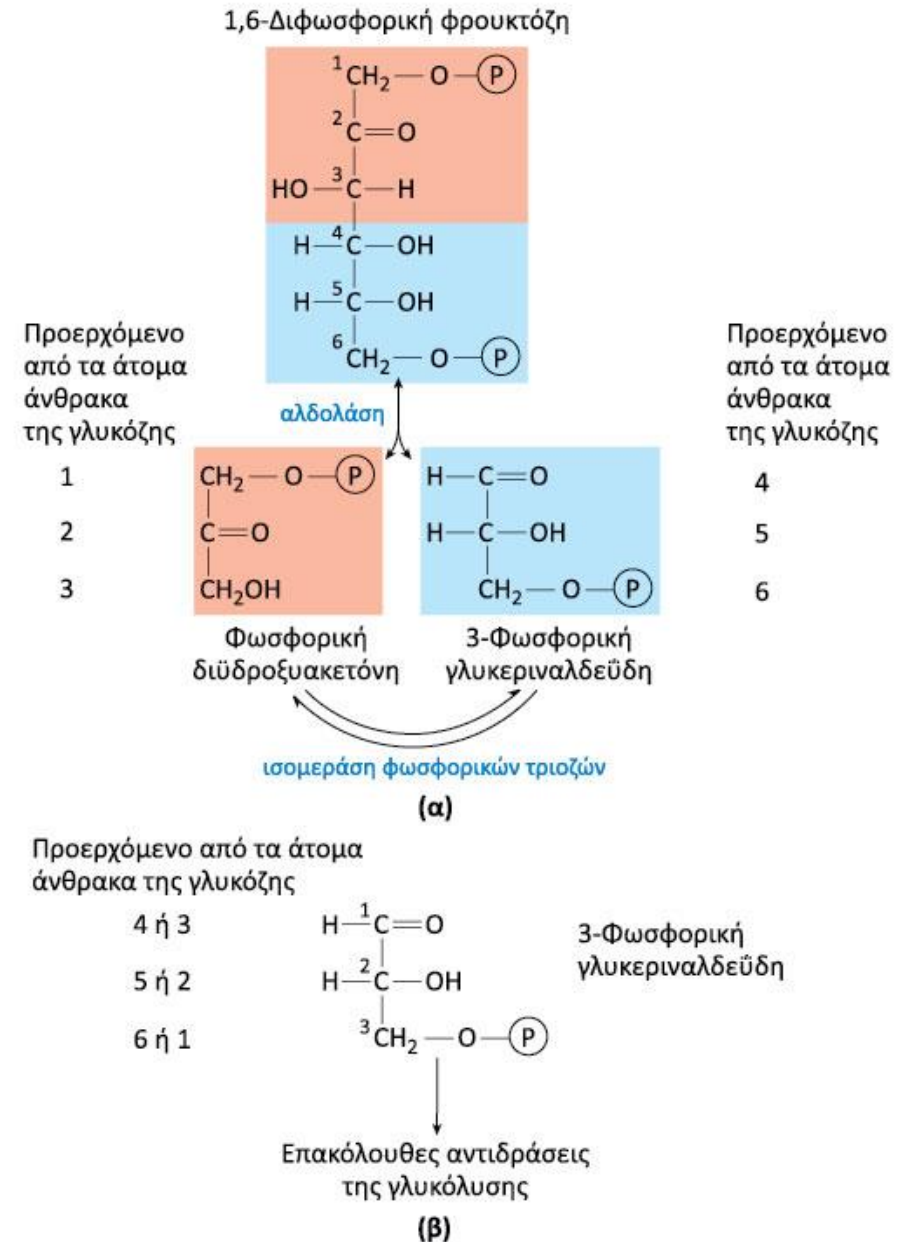
- ΚΑΙ ΟΙ 2 ΤΡΙΟΖΕΣ ΕΙΝΑΙ ΦΩΣΦΩΡΥΛΙΩΜΕΝΕΣ
- ΑΥΤΗ ΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΣΤΗ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ ΕΙΝΑΙ Η ΑΛΔΕΥΔΗ ΟΧΙ Η ΑΚΕΤΟΝΗ

ΣΣ. ΠΡΟΣΕΞΤΕ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΟΥ GARRETT ΣΤΟ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ΕΧΕΙ ΕΝΑ ΛΑΘΟΣ ΣΤΗΝ ΑΚΕΤΟΝΗ

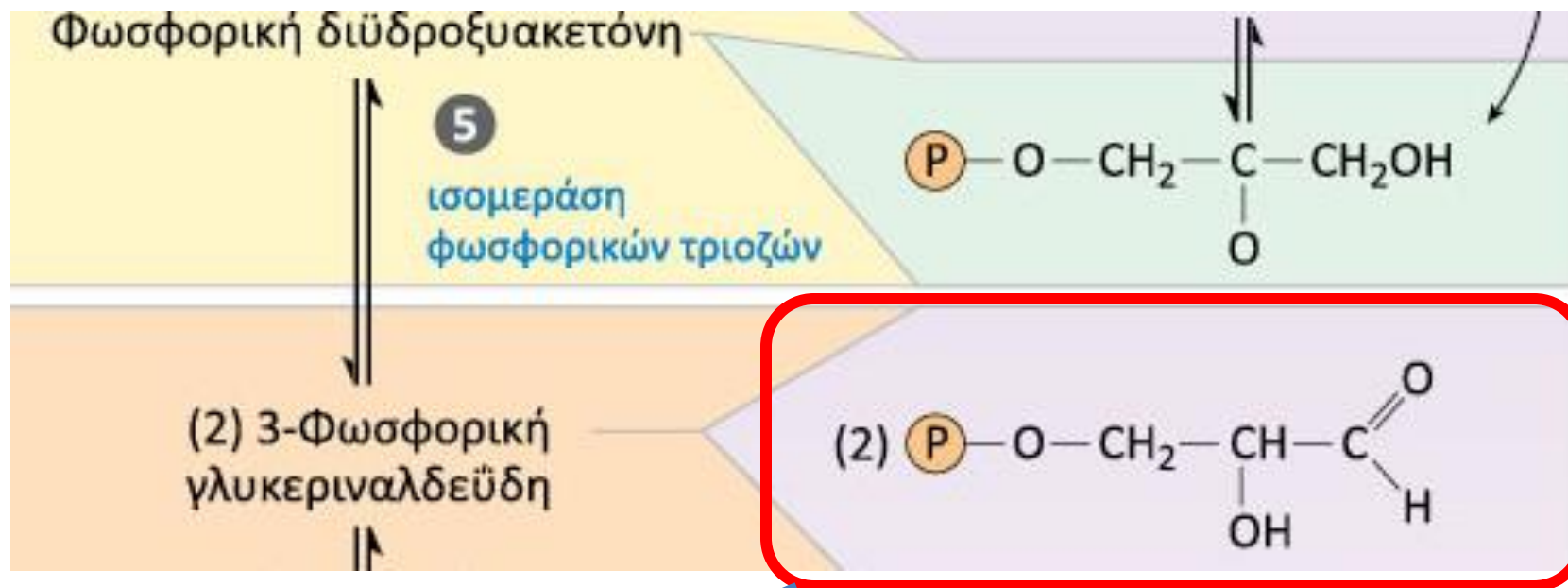
ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΑΛΔΟΛΑΣΗΣ



Εικόνα 14-6 Το «πεπρωμένο» των ατόμων άνθρακα της γλυκόλυσης κατά το σχηματισμό της 3-φωσφορικής γλυκεραλδεΐδης. (α) Η προέλευση των ατόμων του άνθρακα στις δύο τριόζες που παράγονται από την αντίδραση της αλδολάσης και την αντίδραση της ισομεράσης των φωσφορικών τριοζών. Το τελικό προϊόν των δύο αντιδράσεων είναι η φωσφορική γλυκεραλδεΐδη (δύο μόρια). (β) Κάθε άτομο άνθρακα της 3-φωσφορικής γλυκεραλδεΐδης έχει δύο πιθανές προελεύσεις. Προσέξτε ότι τ' άτομα άνθρακα της 3-φωσφορικής γλυκεραλδεΐδης αριθμούνται διαφορετικά από τ' άτομα άνθρακα της γλυκόζης από τα οποία προέρχονται. Στην 3-φωσφορική γλυκεραλδεΐδη, η πιο περίπλοκη λειτουργική ομάδα (το καρβονύλιο) ορίζεται ως C-1. Αυτή η τροποποιημένη αρίθμηση έχει σημασία για την ερμηνεία πειραμάτων με τη γλυκόζη στα οποία ένα μεμονωμένο άτομο άνθρακα είναι σημειωμένο μ' ένα ραδιοϊσότοπο (βλ. Προβλήματα 3 και 22 στο τέλος αυτού του Κεφαλαίου).

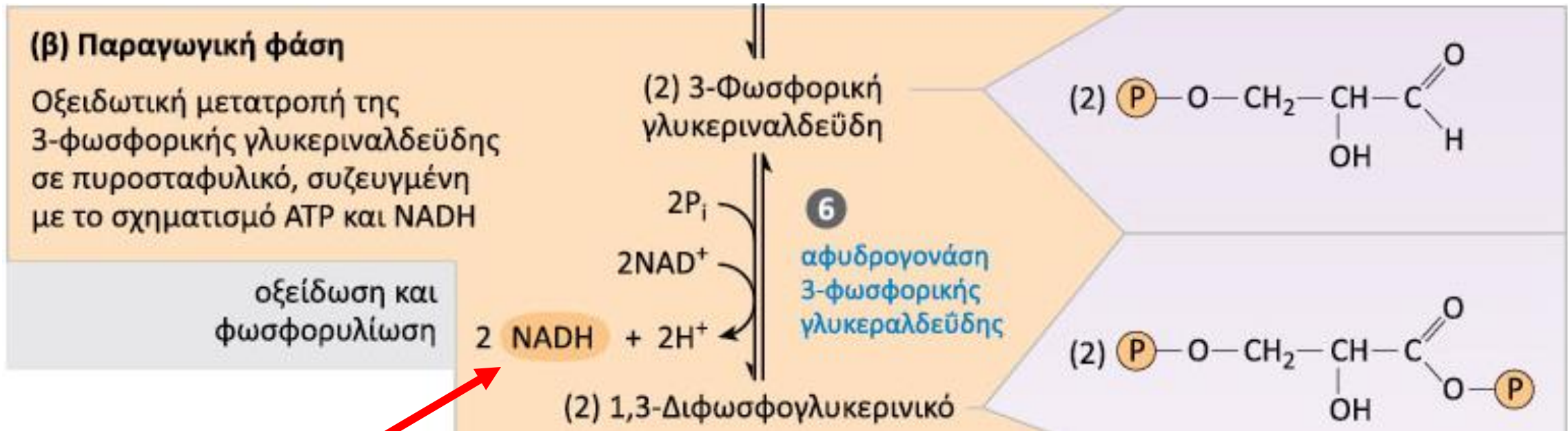


5. ΙΣΟΜΕΡΙΩΣΗ ΤΡΙΟΖΩΝ. ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



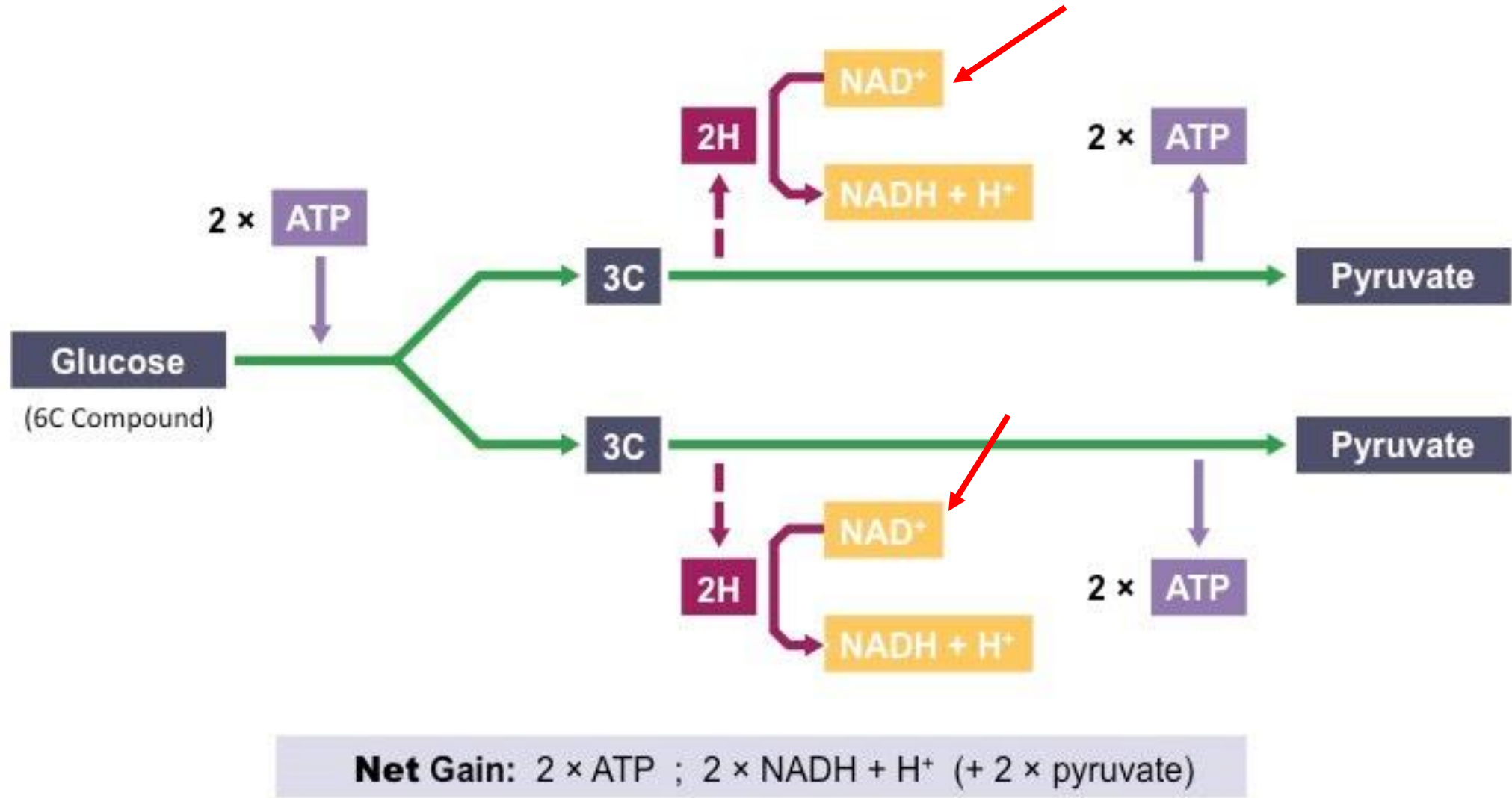
ΑΥΤΗ Η ΤΡΙΟΖΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΦΑΣΗ ΤΗΣ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗΣ

Β. Η ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΗ ΦΑΣΗ ΤΗΣ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗΣ (ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ)



- ΤΟ ΕΝΖΥΜΟ ΡΥΘΜΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΛΟΓΟ NADH/NAD. ΥΨΗΛΑ ΕΠΙΠΕΔΑ NADH ΑΝΑΣΤΕΛΟΥΝ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ!!
- ΕΠΙΣΗΣ ΡΥΘΜΙΖΕΤΑΙ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ!! (ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΟΞΙΑΣ ΑΥΞΑΝΟΝΤΑΙ
- ΤΟΣΟ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΣΟ ΚΑΙ Η ΕΝΕΡΓΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΝΖΥΜΟΥ

ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΙ Η ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ ΣΤΗ ΦΑΣΗ (6) ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΟΥΣΙΑΣΤΙΚΑ ΕΝΑΝ ΟΞΕΙΔΩΜΕΝΟ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΗ!!



SOS: ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΣΥΝΕΠΩΣ ΤΟ NAD⁺ ΝΑ ΑΝΑΓΕΝΝΑΤΑΙ ΔΙΑΡΚΩΣ ΑΛΛΙΩΣ ΑΝΑΣΤΕΛΕΤΑΙ Η ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ!!!

7ο ΒΗΜΑ: ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΒΗΜΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΤΡ ΣΤΗ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ

πρώτη αντίδραση
σχηματισμού ΑΤΡ
(φωσφορυλίωση
υποστρώματος)

(2) 1,3-Διφωσφογλυκερινικό

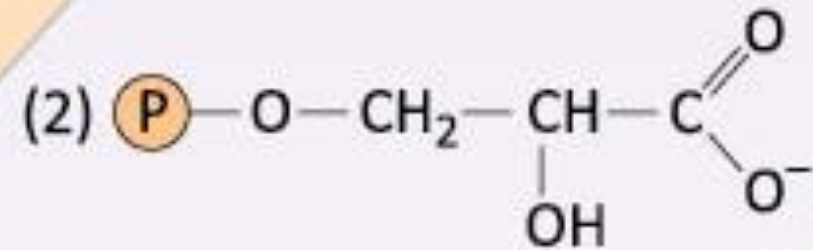
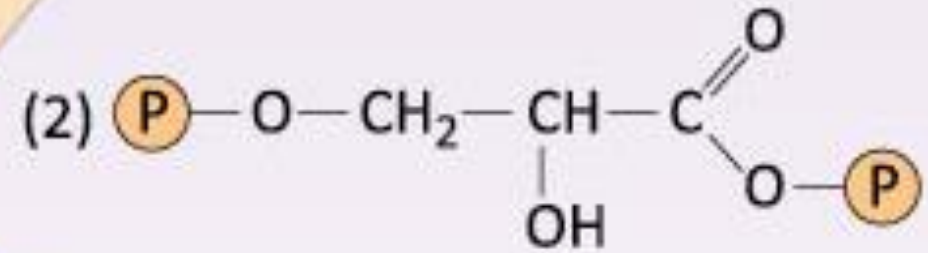
2ADP

2 ATP

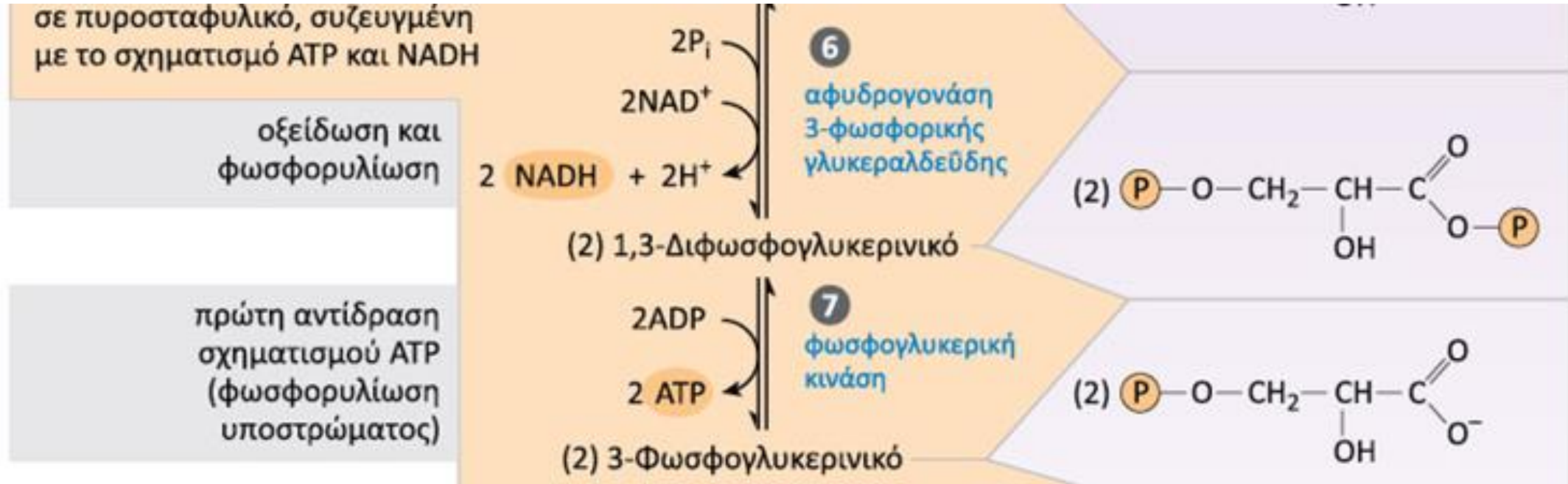
7

φωσφογλυκερική
κινάση

(2) 3-Φωσφογλυκερινικό



**ΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ 6&7 ΕΙΝΑΙ ΣΥΖΕΥΓΜΕΝΕΣ!!
ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΣΚΕΦΤΕΙΤΕ ΤΟΝ ΛΟΓΟ?**

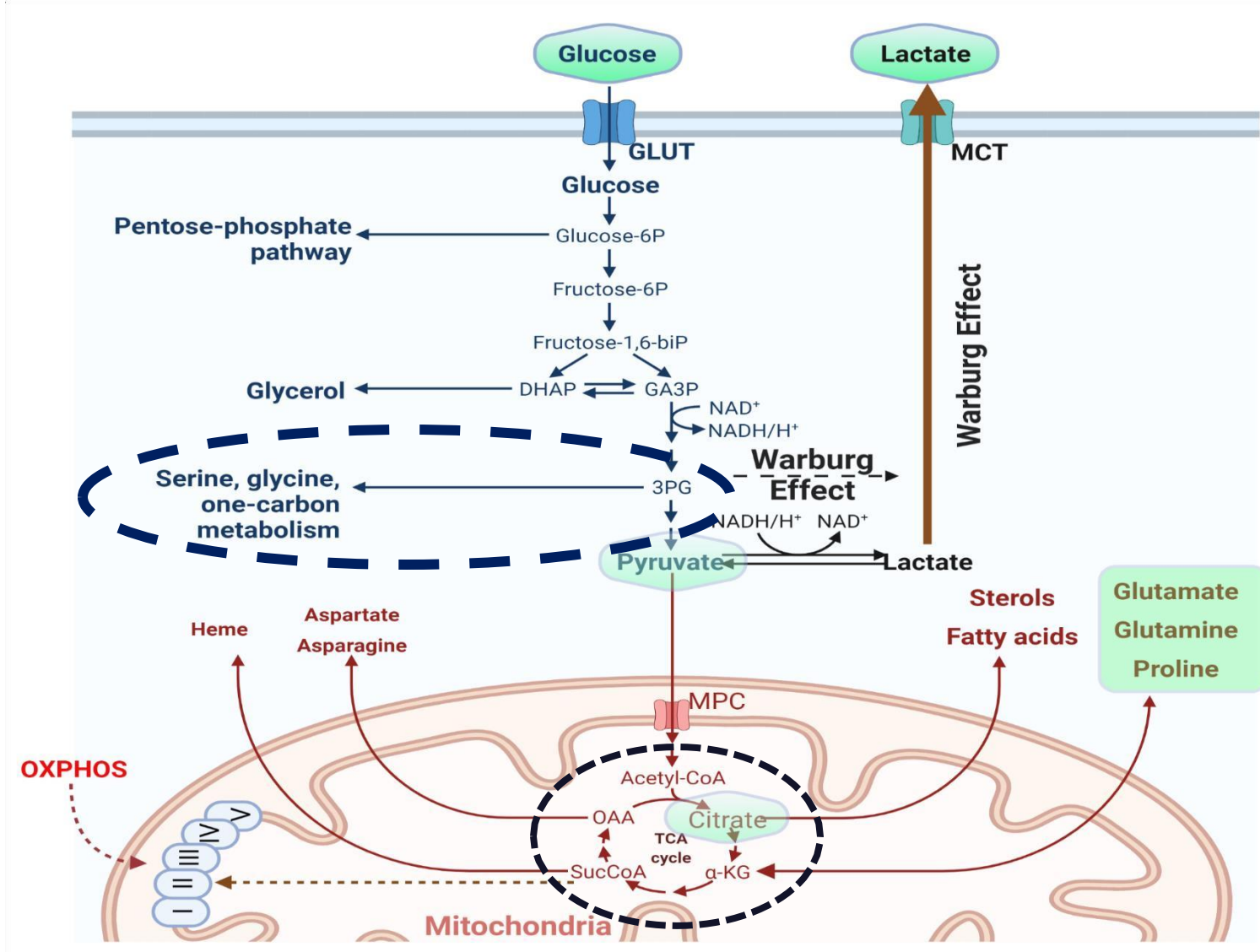


8. ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΦΩΣΦΟΓΛΥΚΕΡΙΝΙΚΗΣ ΜΟΥΤΑΣΗΣ

(καταλύει την ενδομοριακή μεταφορά μιας λειτουργικής ομάδας
(όπως μιας φωσφορικής ομάδας) από μια θέση σε μια άλλη, μέσα στο ίδιο ακριβώς μόριο!)

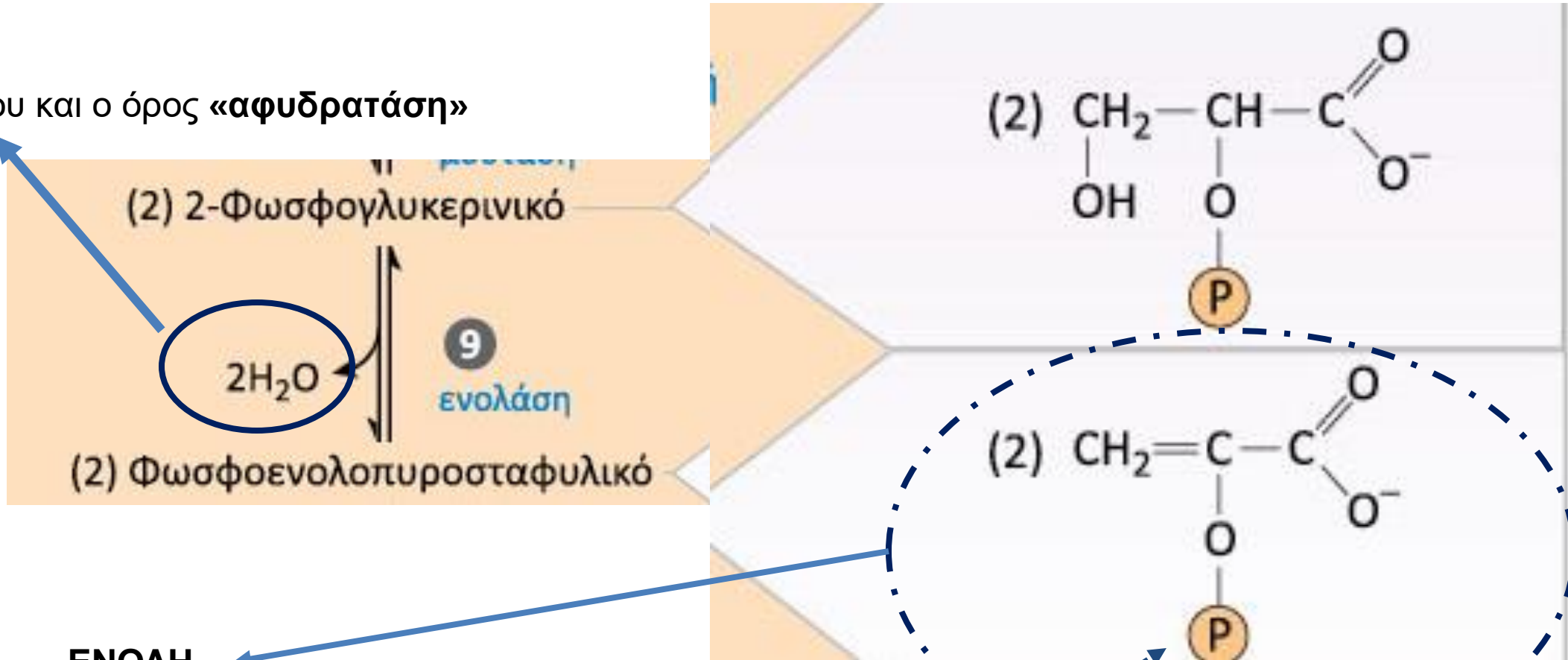


ΣΕ ΑΥΤΗ ΤΗΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ Mg^{++} . ΕΛΛΕΙΨΗ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ Η ΑΝΤΔΡΑΣΗ ΑΝΑΣΤΕΛΕΤΑΙ
Η ΑΝΑΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΕΝΖΥΜΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΚΑΙ ΓΙΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ ΚΑΘΩΣ ΤΟ
3-ΦΩΣΦΟΓΛΥΚΕΡΙΝΙΚΟ ΕΚΤΡΕΠΕΤΑΙ ΣΤΗ ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΣΕΡΙΝΗΣ!! (ΑΜΙΝΟΞΥ)



9. ΔΡΑΣΗ ΕΝΟΛΑΣΗΣ (ΥΔΡΑΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΕΝΟΛΟΠΥΡΟΣΤΑΦΥΛΙΚΟΥ)

Εξ' ου και ο όρος «αφυδρατάση»

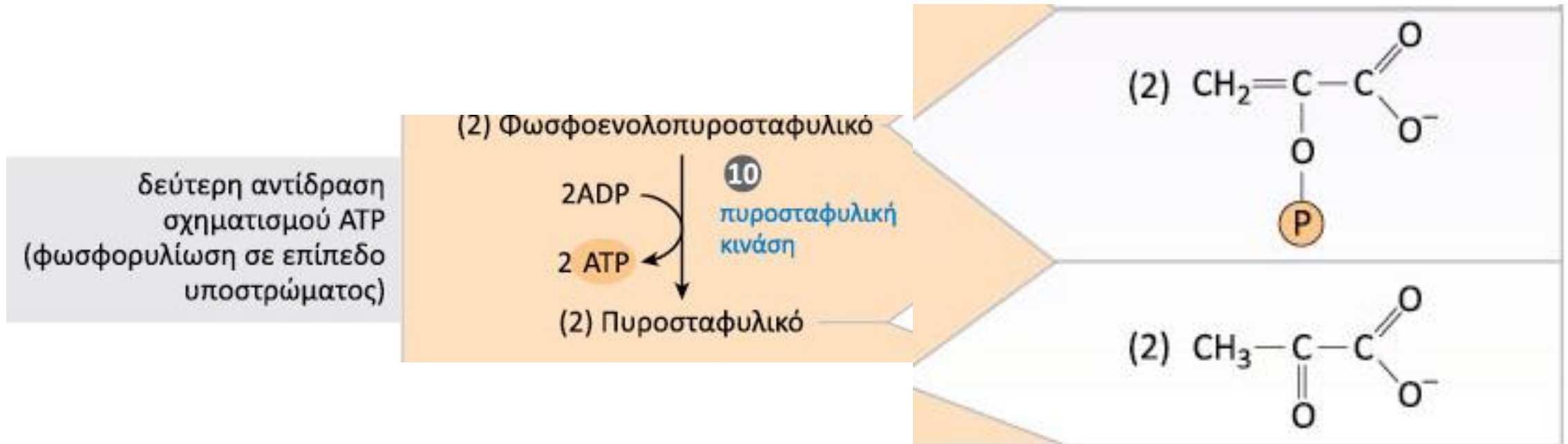


ΕΝΟΛΗ

-εν : ΔΙΠΛΟΣ ΑΚΟΡΕΣΤΟΣ ΔΕΣΜΟΣ –ολη: αλκοολη, υδροξύλιο.

Εδώ το υδροξύλιο εχει εστεροποιηθεί με τον φωσφόρο!

10. ΤΡΙΤΟ **ΜΗ ΑΝΤΙΣΤΡΕΠΤΟ ΒΗΜΑ** ΣΤΗ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ. ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΒΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΤΡ ΚΑΤΑ ΤΗ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗ

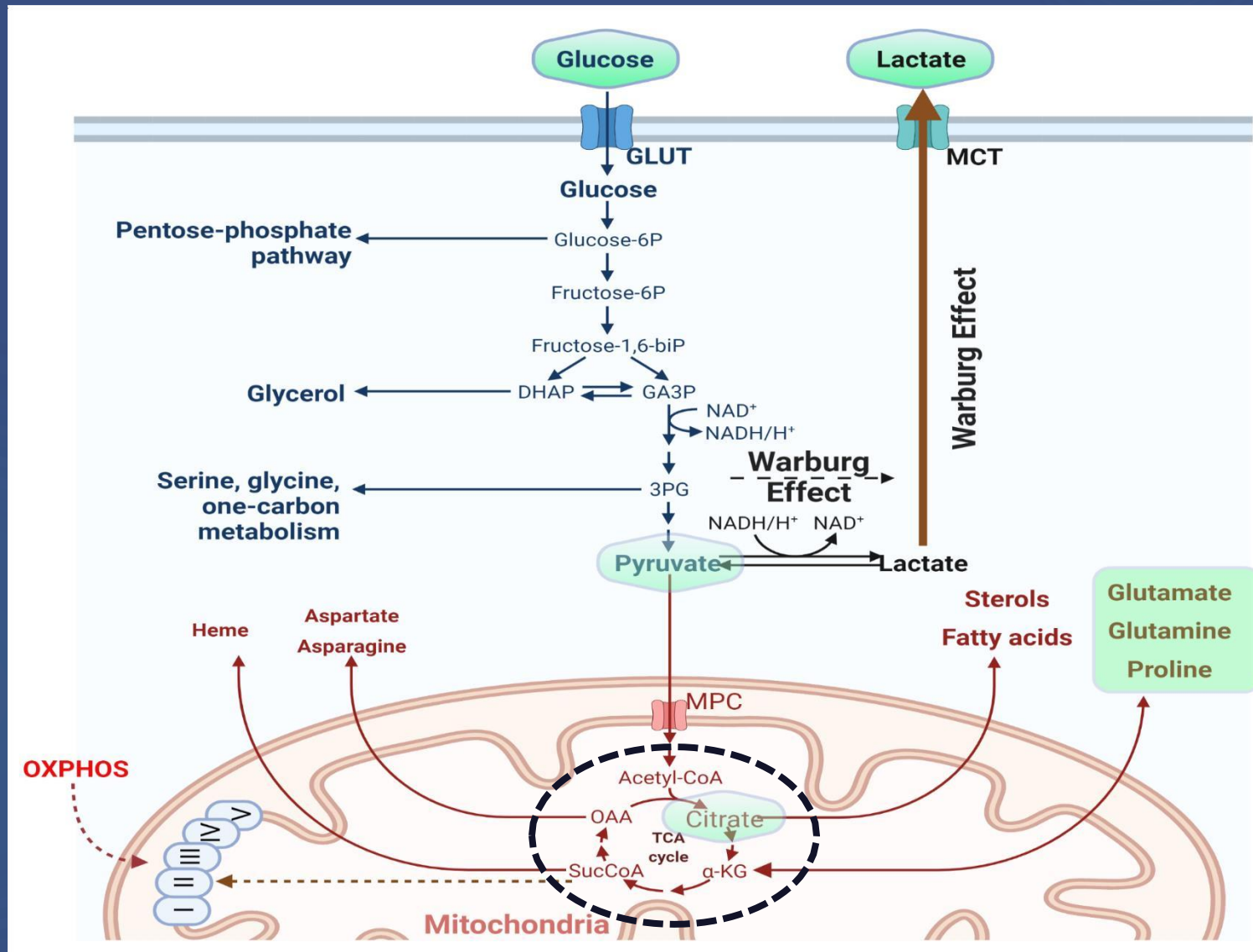


Η ΚΙΝΑΣΗ ΤΟΥ ΠΥΡΟΣΤΑΦΥΛΙΚΟΥ ΡΥΘΜΙΖΕΤΑΙ ΤΟΣΟ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΑ ΟΣΟ ΚΑΙ ΟΡΜΟΝΙΚΑ

- ATP: Υψηλά επίπεδα ATP σημαίνουν ότι το κύτταρο έχει ήδη αρκετή ενέργεια, οπότε η κινάση αναστέλλεται για να μην σπαταλάται γλυκόζη.
- Ακετυλο-CoA (Acetyl-CoA): Σηματοδοτεί ότι υπάρχουν άφθονα καύσιμα για τον κύκλο του Krebs και την οξειδωτική φωσφορυλίωση.
- Αλανίνη (Alanine): Αυτό το αμινοξύ συντίθεται απευθείας από το πυροσταφυλικό. Υψηλή συγκέντρωση αλανίνης σημαίνει ότι τα δομικά στοιχεία του κυττάρου είναι υπερπλήρη, άρα η γλυκόλυση μπορεί να επιβραδυνθεί.

ΟΡΜΟΝΙΚΑ ΡΥΘΜΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΝΣΟΥΛΙΝΗ ΚΑΙ ΤΗ ΓΛΥΚΑΓΟΝΗ

A SIMPLIFIED VIEW OF BASIC CELL METABOLISM



ΒΙΝΤΕΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΓΛΥΚΟΛΥΣΗΣ

<https://www.youtube.com/watch?v=8qij1m7XUhk&t=7s>

<https://www.youtube.com/watch?v=8Kn6BVGqKd8>

<https://www.youtube.com/watch?v=hDq1rhUkV-g&t=14s>