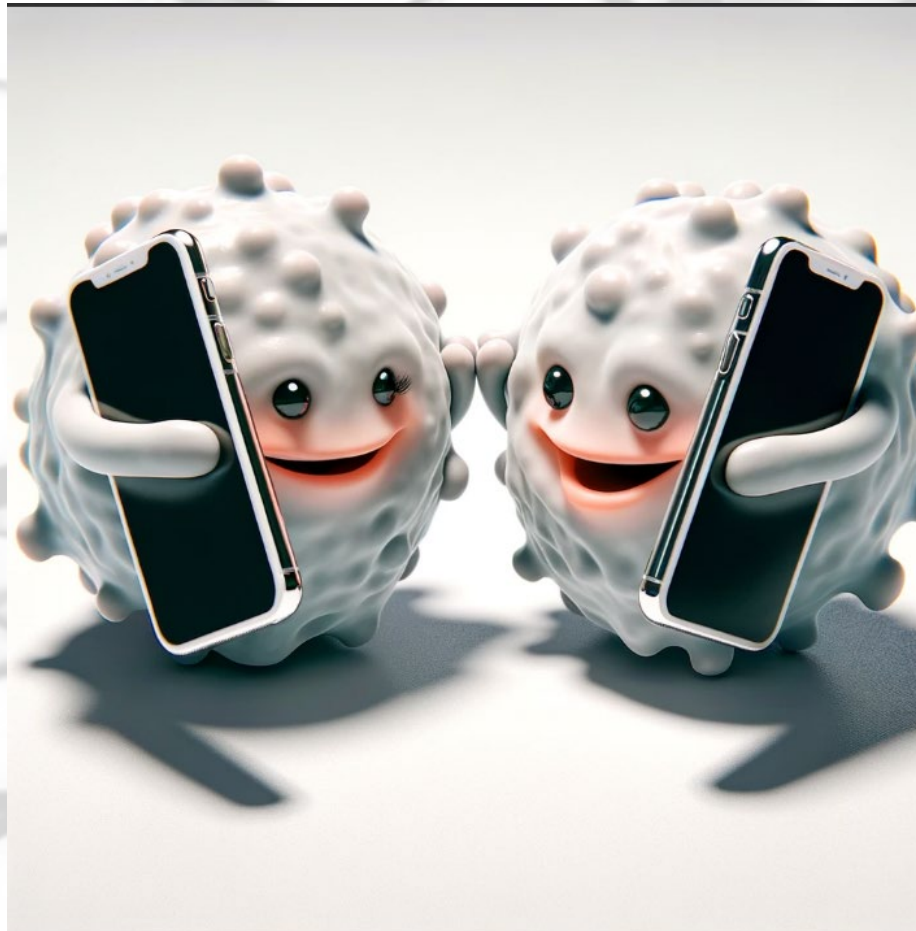


Κυτταρική επικοινωνία



Κυτταρική σηματοδότηση (cell signaling)

- παραλαβή μηνυμάτων

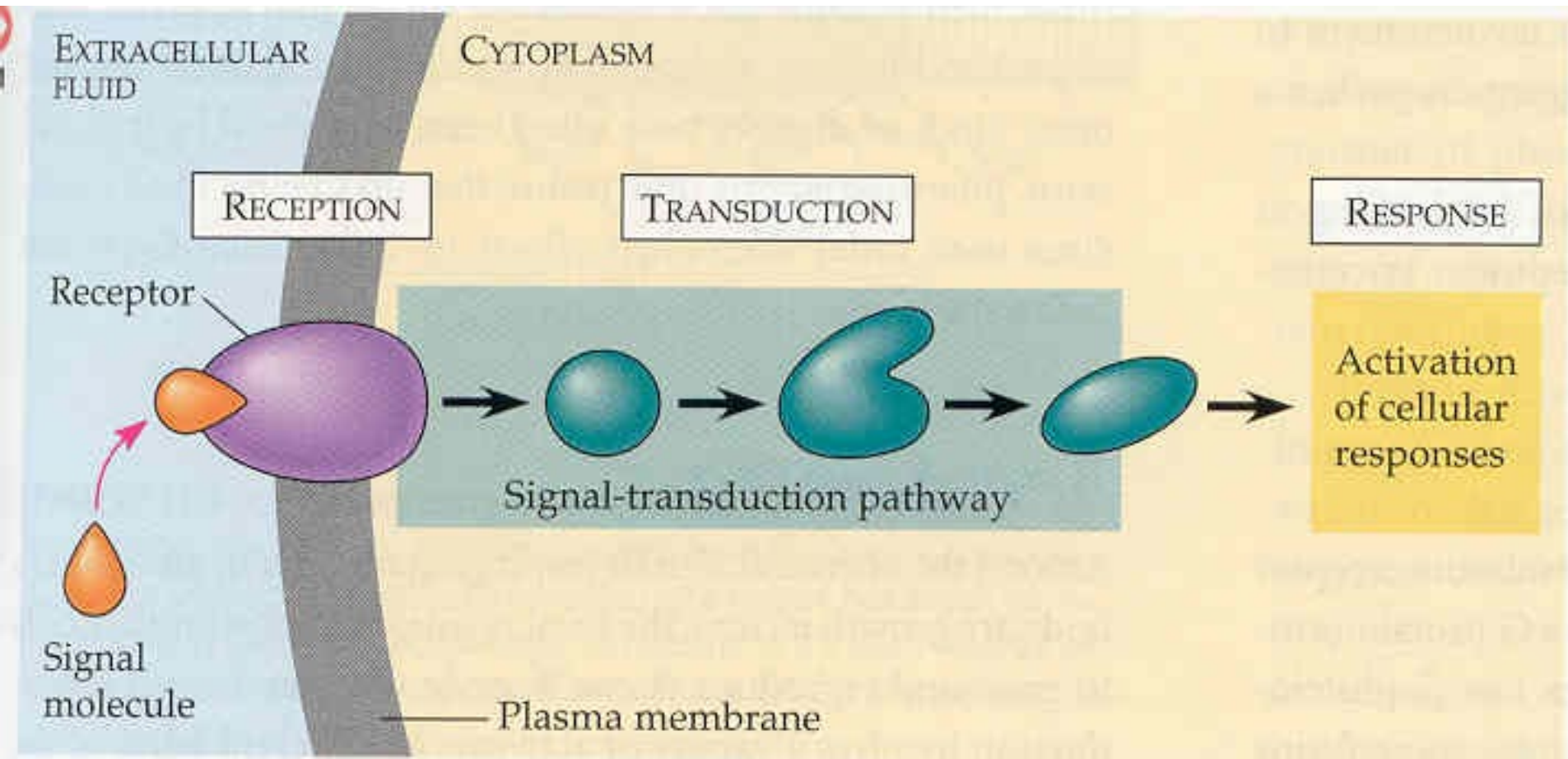
Τα κύτταρα λαμβάνουν πληροφορίες από το περιβάλλον ή από άλλα κύτταρα μέσω μορίων-σηματοδοτών. Αυτά τα μόρια αναγνωρίζονται από εξειδικευμένους υποδοχείς που βρίσκονται στην κυτταρική μεμβράνη ή στο εσωτερικό του κυττάρου.

- μεταβίβαση μηνυμάτων (μεταγωγή)

Μετά την παραλαβή του σήματος, το κύτταρο ενεργοποιεί μία σειρά από βιοχημικές οδούς (μονοπάτια μεταγωγής σήματος). Αυτά τα μονοπάτια περιλαμβάνουν τη δραστηριότητα πρωτεϊνών που λειτουργούν ως μεσολαβητές, προωθώντας και ενισχύοντας το σήμα μέσα στο κύτταρο μέχρι να φτάσει στον τελικό στόχο του.

- κυτταρική απόκριση

Μεταβίβαση σήματος

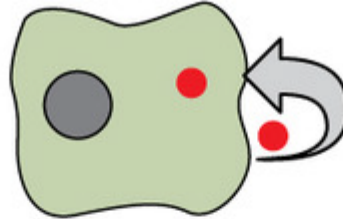


Τα σήματα δρουν σε
μικρή ή σε μεγάλη
απόσταση

Τύποι κυτταρικής σηματοδότησης

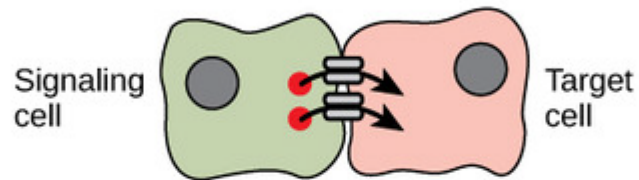
Αυτοκρινής

A cell targets itself.



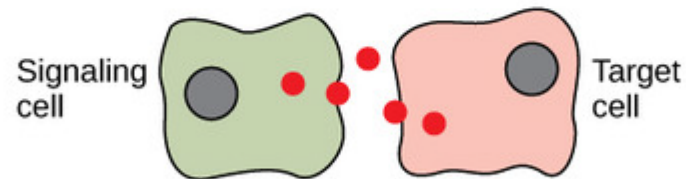
Με επαφή

A cell targets a cell connected by gap junctions.



Παρακρινής

A cell targets a nearby cell.



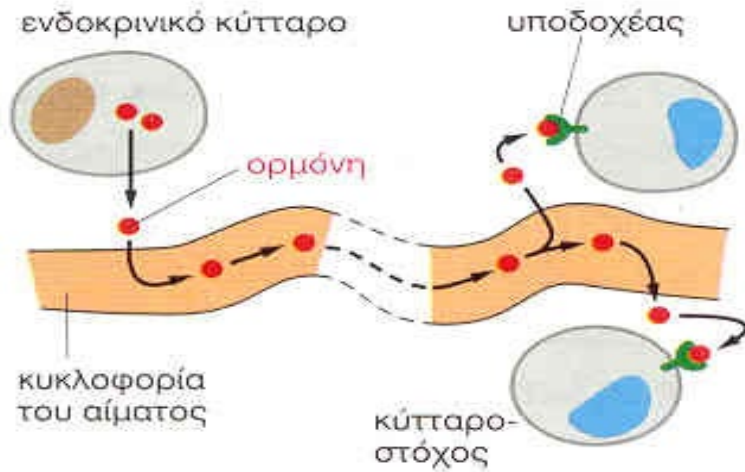
Ενδοκρινής

A cell targets a distant cell through the bloodstream.

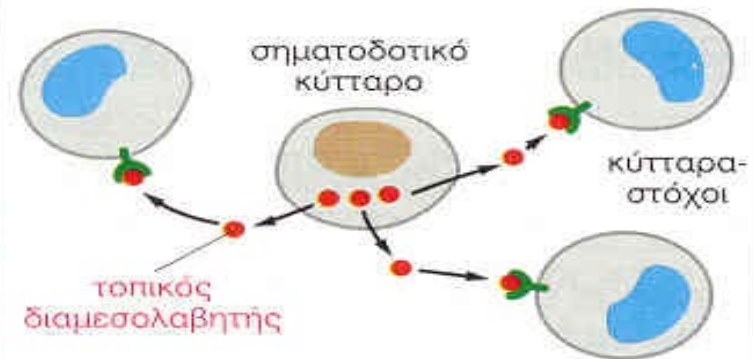


Μορφές κυτταρικής σηματοδότησης

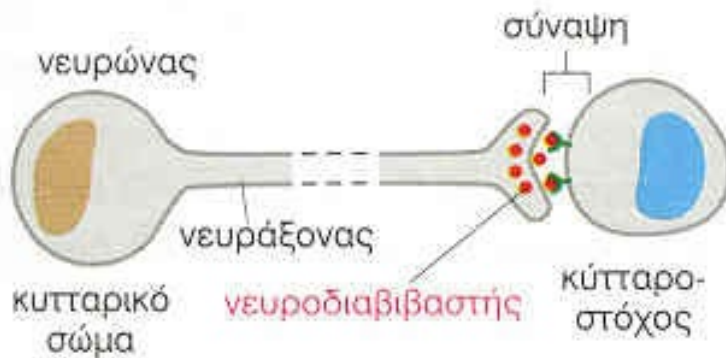
(Α) ΕΝΔΟΚΡΙΝΗΣ



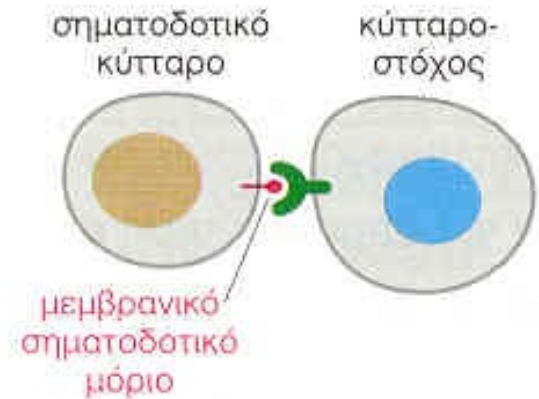
(Β) ΠΑΡΑΚΡΙΝΗΣ



(Γ) ΝΕΥΡΩΝΙΚΗ



(Δ) ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗ ΑΠΟ ΕΠΑΦΗ



- **Αυτοκρινής σηματοδότηση:** Για παράδειγμα, ορισμένα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος, όπως τα Τ-λεμφοκύτταρα, εκκρίνουν κυτταροκίνες που ενισχύουν την ίδια τους την ενεργοποίηση και πολλαπλασιασμό, υποβοηθώντας την ανοσολογική απόκριση.
- **Με επαφή:** Τα Τ-λεμφοκύτταρα, για παράδειγμα, συνδέονται άμεσα με κύτταρα που παρουσιάζουν αντιγόνα (όπως τα δενδριτικά κύτταρα) μέσω εξειδικευμένων πρωτεϊνών επιφανείας, που επιτρέπουν την αναγνώριση του αντιγόνου. Αυτή η άμεση επαφή ενεργοποιεί το Τ-λεμφοκύτταρο για να προχωρήσει σε ανοσολογική απόκριση.
- **Παρακρινής σηματοδότηση:** Οι νευροδιαβιβαστές στο νευρικό σύστημα μεταδίδουν το σήμα από ένα νευρικό κύτταρο σε ένα άλλο (ή σε μυϊκά κύτταρα) σε πολύ μικρή απόσταση, μέσω των συνάψεων. Ένα άλλο παράδειγμα παρακρινούς σηματοδότησης είναι οι αυξητικοί παράγοντες που εκκρίνονται από τα κύτταρα για να προάγουν την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό γειτονικών κυττάρων.
- **Ενδοκρινής Σηματοδότηση:** Οι ορμόνες είναι τα χαρακτηριστικά μόρια-σήματα που δρουν σε μεγάλη απόσταση. Για παράδειγμα, η ινσουλίνη που εκκρίνεται από το πάγκρεας διανέμεται μέσω του αίματος σε όλο το σώμα, ρυθμίζοντας τη γλυκόζη του αίματος και επηρεάζοντας κύτταρα σε διάφορους ιστούς, όπως στο ήπαρ και στους μύες. Ακόμα, ο θυρεοειδής αδένας παράγει ορμόνες, όπως η θυροξίνη, που επηρεάζουν τον μεταβολισμό κυττάρων σε όλο το σώμα, ακόμα και σε κύτταρα που βρίσκονται μακριά από τον ίδιο τον αδένα.

Παραδείγματα σηματοδοτικών μορίων

1. Ορμόνες. (ενδοκρινής)

Ινσουλίνη, θυροξίνη, αδρεναλίνη, κορτιζόλη, οιστραδιόλη, τεστοστερόνη...

2. Τοπικοί διαμεσολαβητές. (παρακρινής)

Αυξητικοί παράγοντες (PDGF, EGF, NGF), μονοξείδιο του αζώτου (NO)

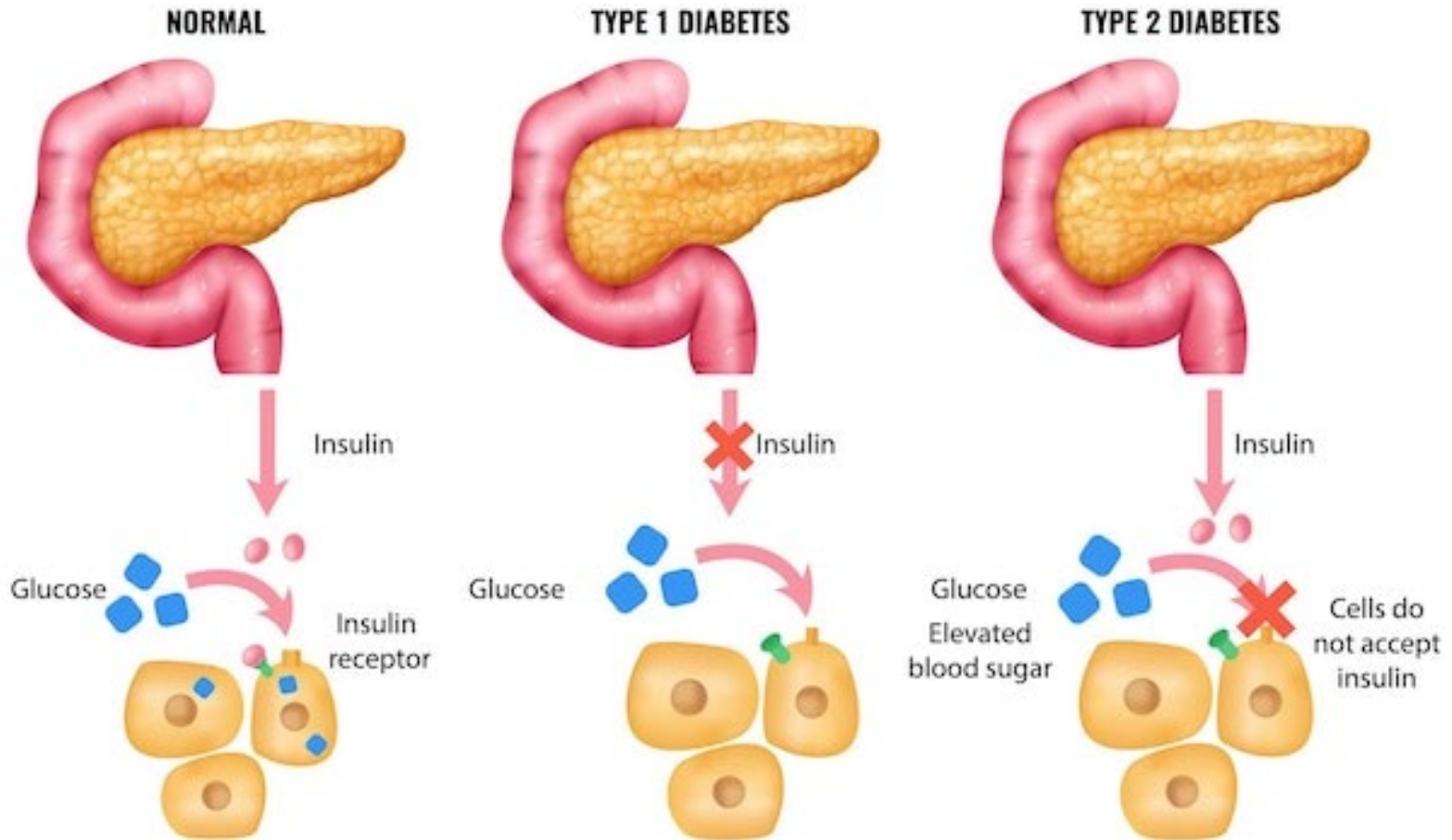
3. Νευροδιαβιβαστές. (νευρωνική)

Ακετυλοχολίνη, GABA

4. Από επαφή. Notch

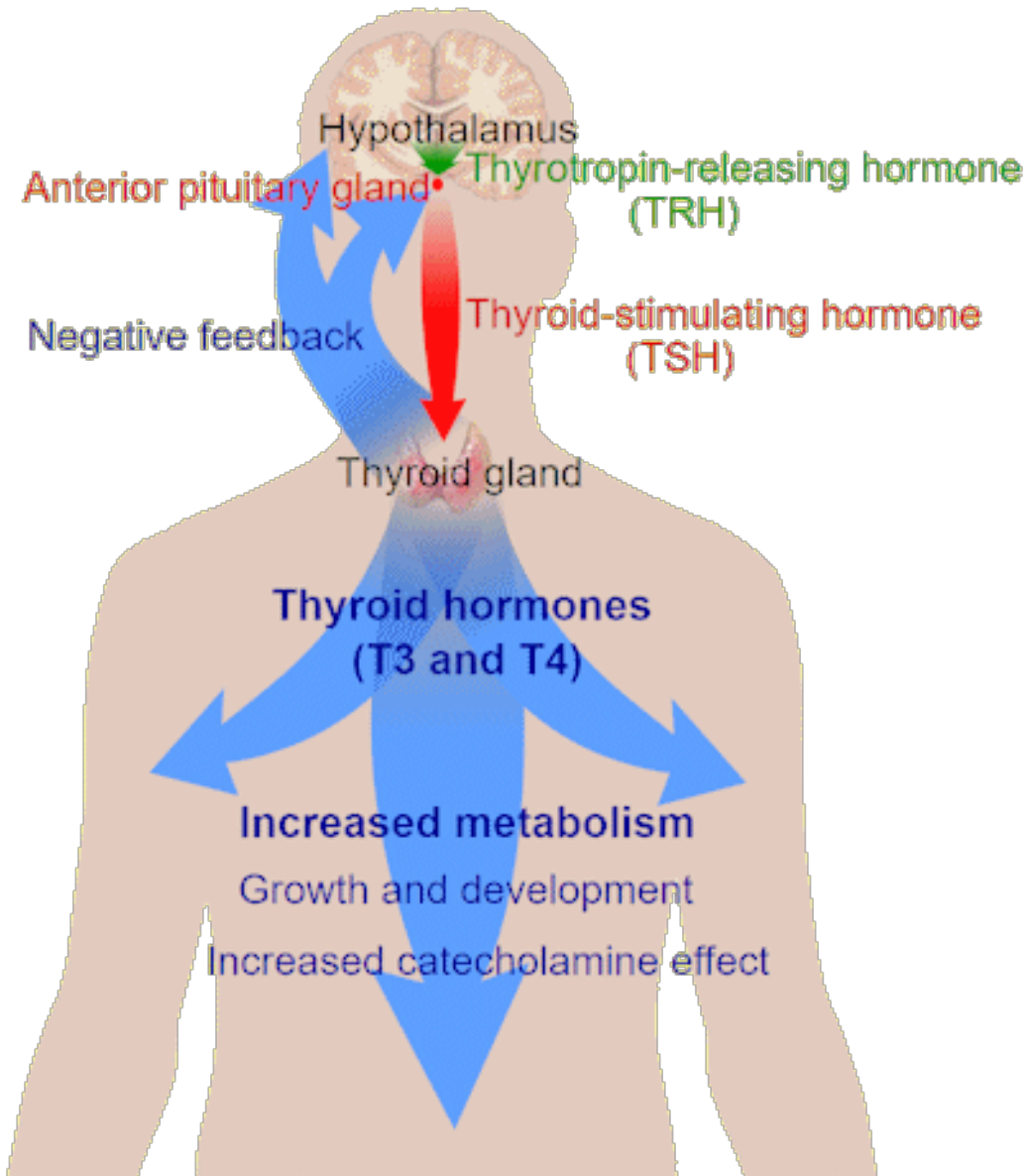
- **Ινσουλίνη:** Ρυθμίζει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα.
- **Θυροξίνη:** Επηρεάζει το μεταβολισμό σε ολόκληρο το σώμα.
- **Αδρεναλίνη:** Αυξάνει την καρδιακή συχνότητα και την παροχή ενέργειας.
- **Κορτιζόλη:** Εμπλέκεται στην απόκριση στο στρες.
- **Οιστραδιόλη και τεστοστερόνη:** Ρυθμίζουν τις σεξουαλικές λειτουργίες και τα δευτερεύοντα χαρακτηριστικά φύλου.

DIABETES MELLITUS



Όταν τρώμε, το πάγκρεας εκκρίνει ινσουλίνη, που λέει στα κύτταρα μας να απορροφήσουν τη γλυκόζη για να την αποθηκεύσουν ως ενέργεια.

Thyroid system



- Ο υποθάλαμος στον εγκέφαλο ανιχνεύει την ανάγκη για αύξηση του μεταβολισμού και εκκρίνει την ορμόνη **TRH (Thyrotropin-Releasing Hormone)**, που διεγείρει την υπόφυση.
- Σε απόκριση στην TRH, η υπόφυση εκκρίνει την **TSH (Thyroid-Stimulating Hormone)**, η οποία κατευθύνεται προς τον θυρεοειδή αδένα μέσω της κυκλοφορίας του αίματος.
- Η TSH διεγείρει τον θυρεοειδή αδένα να εκκρίνει θυρεοειδικές ορμόνες: την τριωδοθυρονίνη (T3) και την θυροξίνη (T4). Αυτές οι ορμόνες απελευθερώνονται στην κυκλοφορία του αίματος και επηρεάζουν τα κύτταρα σε όλο το σώμα.

FIGHT



FLIGHT

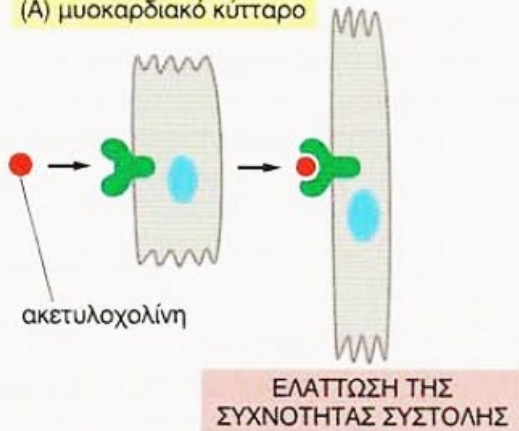


Ποιος ευθύνεται;

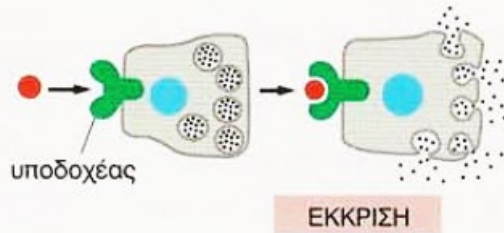
- Αυξητικοί παράγοντες όπως οι PDGF, EGF, NGF, που προάγουν την ανάπτυξη και διαφοροποίηση κυττάρων.
- Μονοξείδιο του αζώτου (NO): Δρα σε τοπικό επίπεδο, προκαλώντας αγγειοδιαστολή.
- Ακετυλοχολίνη: Συμμετέχει στη μυϊκή σύσπαση και στη νευρική επικοινωνία.
- GABA: Ένας ανασταλτικός νευροδιαβιβαστής που μειώνει τη δραστηριότητα των νευρώνων.
- Notch: Ένα μονοπάτι που εμπλέκεται στη ρύθμιση της κυτταρικής διαφοροποίησης και ανάπτυξης μέσω επαφής μεταξύ κυττάρων.

Το ίδιο σήμα ερμηνεύεται διαφορετικά από διαφορετικούς κυτταρικούς τύπους

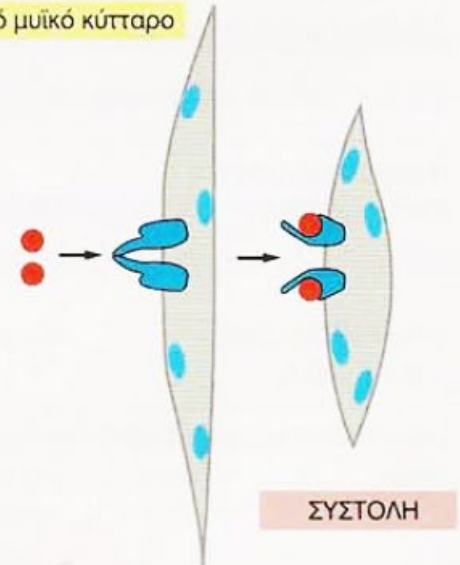
(Α) μυοκαρδιακό κύτταρο



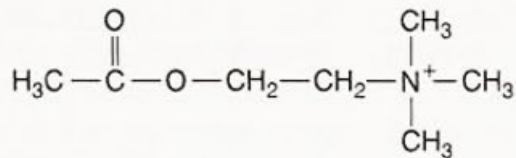
(Β) κύτταρο σιελογόνου αδένος



(Γ) γραμμωτό μυϊκό κύτταρο



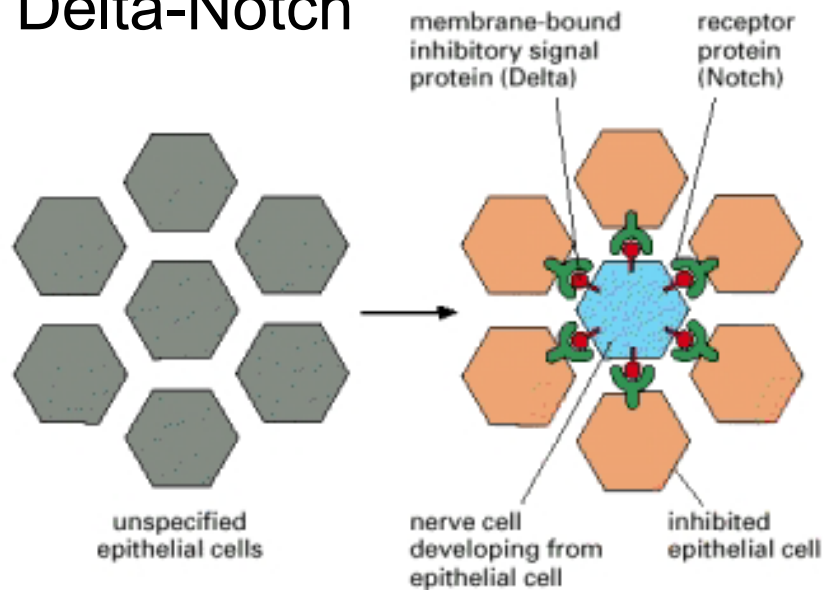
(Δ) ακετυλοχολίνη



Αναλόγως στον **τύπο των υποδοχέων** που προσδιορίζει πώς το κύτταρο θα αντιδράσει στο σήμα της ακετυλοχολίνης.

Και στο **είδος των κυττάρων** και στην εσωτερική σηματοδοτική τους οδό, δηλαδή στις διαφορετικές βιοχημικές οδούς που ενεργοποιούνται μέσα στα κύτταρα ανάλογα με τον υποδοχέα που εμπλέκεται.

Delta-Notch



Γιατί είναι σημαντικός μηχανισμός;

Για τη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ διαφορετικών τύπων κυττάρων σε αναπτυσσόμενους ιστούς. Επιτρέπει την εξειδίκευση των κυττάρων με ελεγχόμενο και οργανωμένο τρόπο, εξασφαλίζοντας ότι δεν προκύπτουν περισσότερα νευρικά ή άλλου τύπου κύτταρα από ό,τι είναι απαραίτητο για τη σωστή λειτουργία του ιστού.

- Αρχικά, έχουμε μια ομάδα αδιαφοροποίητων επιθηλιακών κυττάρων που είναι όμοια μεταξύ τους και δεν έχουν ακόμη εξειδικευτεί σε κάποιον συγκεκριμένο τύπο κυττάρου.
- Ένα από τα επιθηλιακά κύτταρα ξεκινά να διαφοροποιείται σε νευρικό. Αυτό το κύτταρο αρχίζει να εκφράζει στην επιφάνειά του μια σηματοδοτική πρωτεΐνη που ονομάζεται Delta, η οποία είναι συνδεδεμένη στη μεμβράνη του.
- Τα γειτονικά επιθηλιακά κύτταρα διαθέτουν στην επιφάνειά τους τον υποδοχέα Notch. Όταν η πρωτεΐνη Delta του αναπτυσσόμενου νευρικού κυττάρου αλληλεπιδρά με τον υποδοχέα Notch στα γειτονικά κύτταρα, αυτά τα γειτονικά κύτταρα λαμβάνουν σήμα που αναστέλλει τη διαφοροποίησή τους σε νευρικά κύτταρα.

ΚΑΘΕ ΚΥΤΤΑΡΟ
ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΝΕΤΑΙ
ΣΕ ΛΙΓΑ ΜΟΝΟ
ΣΗΜΑΤΑ

Γιατί;

- Τα κύτταρα εκφράζουν μόνο συγκεκριμένους **υποδοχείς** στην επιφάνειά τους ή στο εσωτερικό τους.
 - Εξειδίκευση Κυτταρικών Λειτουργιών
 - Προστασία από Υπερφόρτωση Πληροφοριών
 - Οργάνωση της Κυτταρικής Επικοινωνίας

- Για παράδειγμα, τα **νευρικά κύτταρα** ανταποκρίνονται σε νευροδιαβιβαστές, όπως η ντοπαμίνη ή η ακετυλοχολίνη
- τα **κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος** ανταποκρίνονται σε κυτταροκίνες και αντιγόνα, εξειδικεύοντας την απόκρισή τους στην ανοσολογική λειτουργία.
- Τα **καρδιακά κύτταρα** διαθέτουν υποδοχείς για ορισμένες κατηγορίες σημάτων, όπως η αδρεναλίνη και η ακετυλοχολίνη, που ρυθμίζουν την καρδιακή συχνότητα και δύναμη σύσπασης, αλλά δεν ανταποκρίνονται σε ορμόνες όπως η ινσουλίνη, που έχει μεταβολική λειτουργία και δεν σχετίζεται άμεσα με τη λειτουργία της καρδιάς.

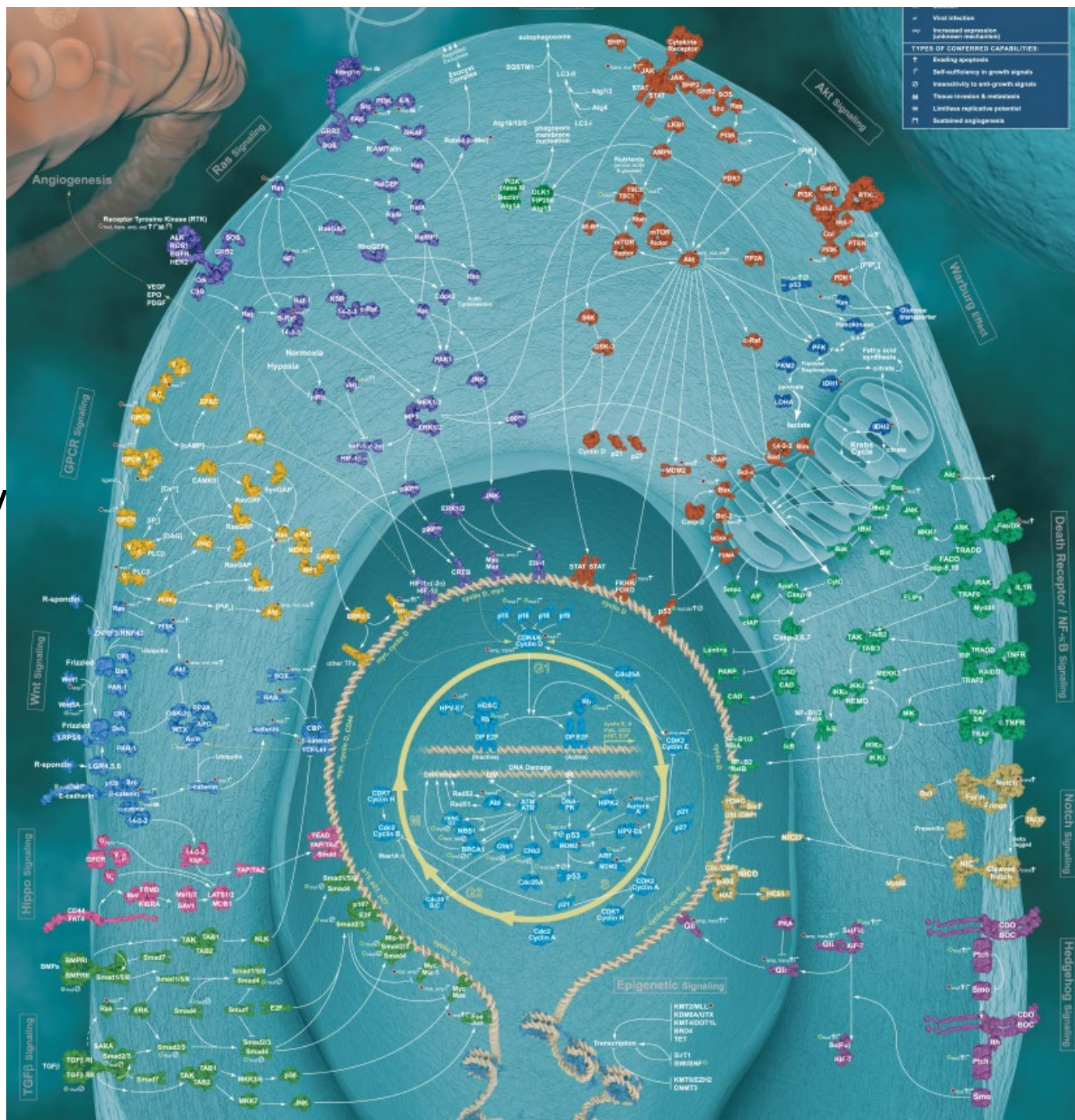
ΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΜΕΤΑΔΙΔΟΥΝ ΤΑ ΣΗΜΑΤΑ ΜΕΣΩ ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΩΝ ΟΔΩΝ

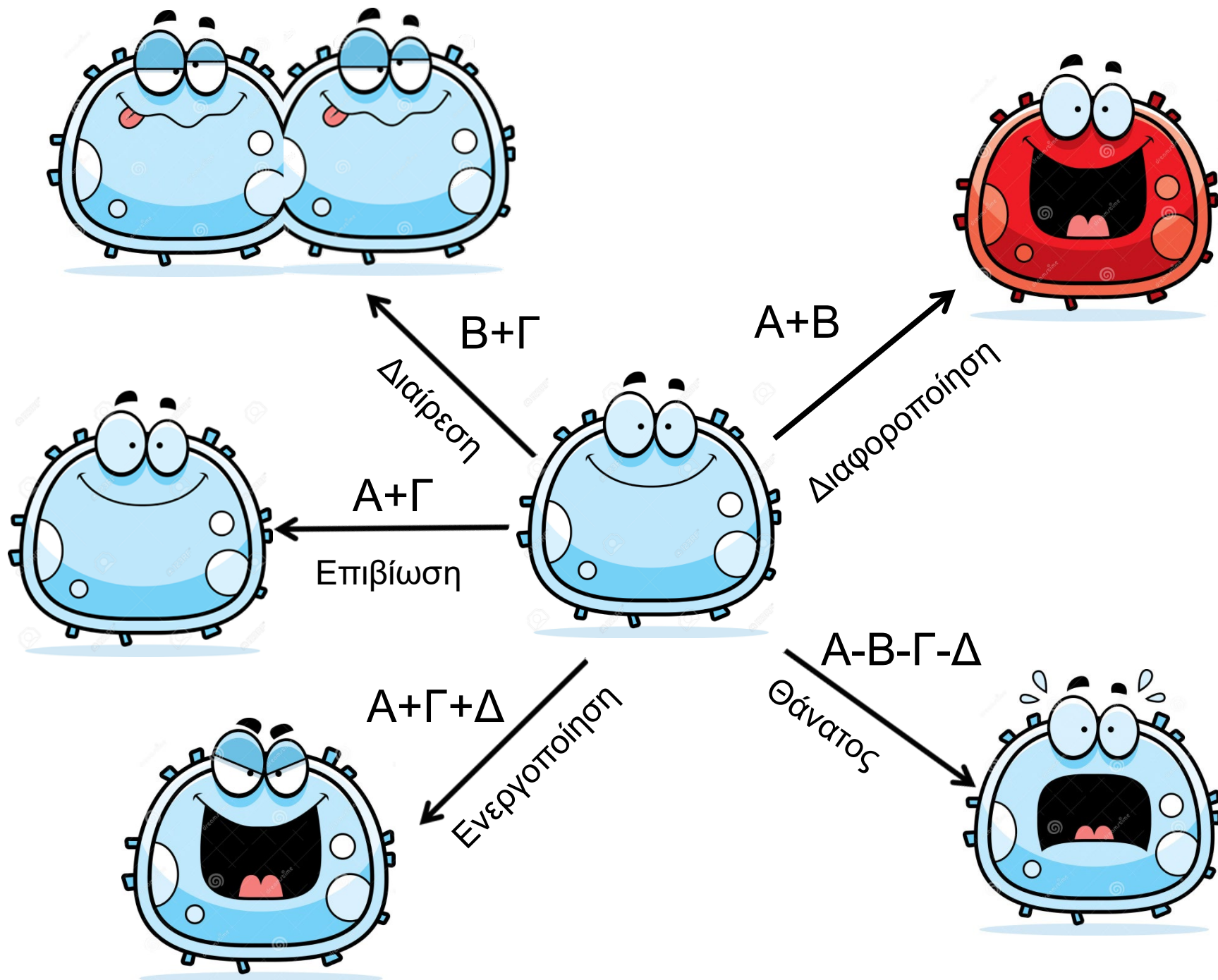
Το κύτταρο δεν
αντιλαμβάνεται ένα σήμα
αν δεν έχει τον αντίστοιχο
υποδοχέα

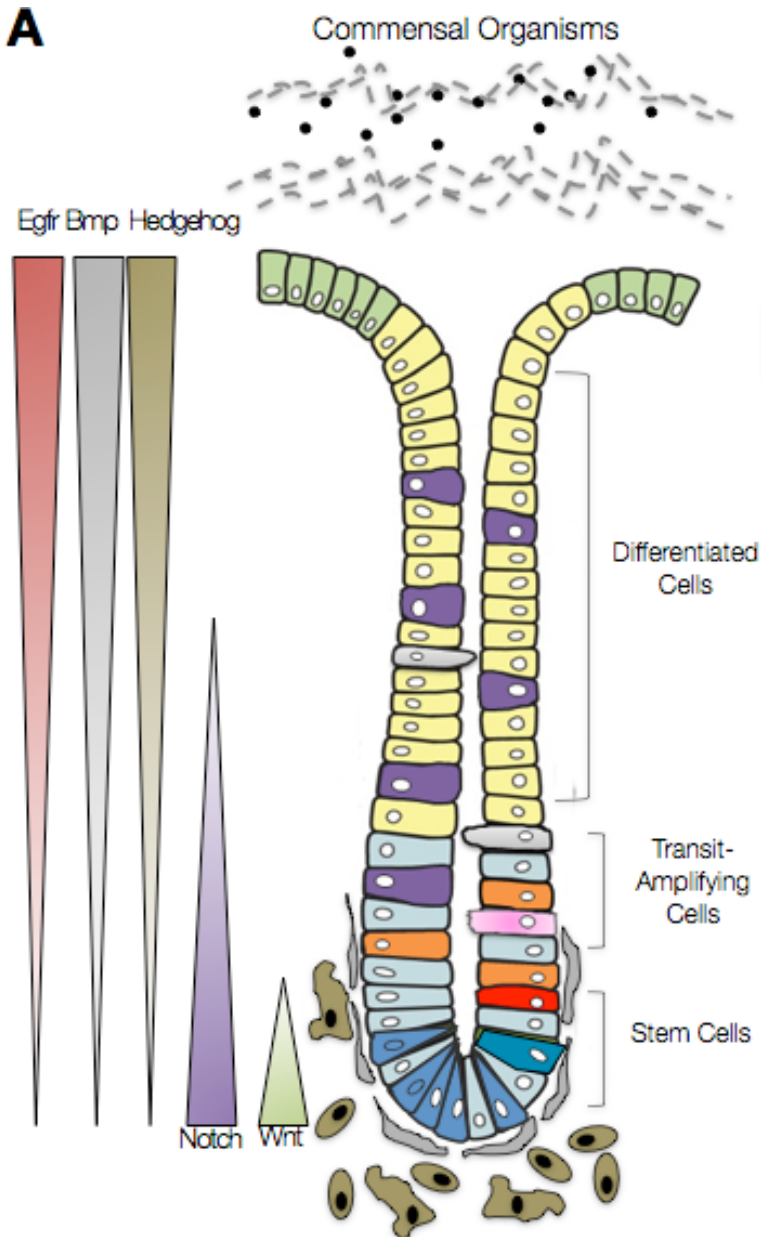
Τα ενδοκυττάρια
μονοπάτια των
υποδοχέων
αλληλεπιδρούν

Το άθροισμα
πολλών σημάτων
δεν είναι
μαθηματικό !!

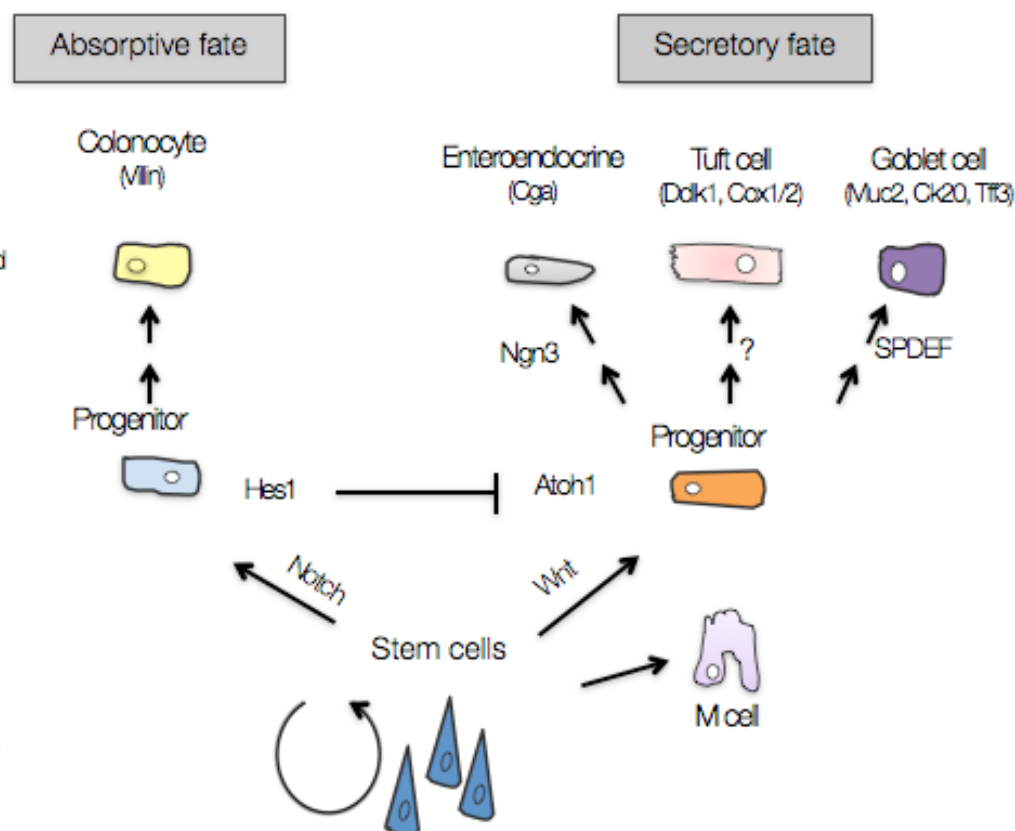
Άλλος
συνδυασμός
σημάτων άλλος
κωδικός !





A

Lineage Allocation:



Ο τρόπος με τον οποίο τα βλαστοκύτταρα του εντέρου διαφοροποιούνται σε διάφορους τύπους κυττάρων, ανάλογα με τα σήματα που λαμβάνουν και τις διαφορικές εκφράσεις γονιδίων.

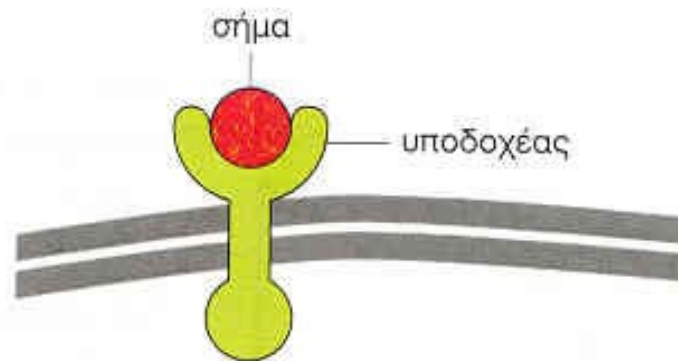
- **Egfr, Bmp, Hedgehog:** Αυτά τα μονοπάτια περιορίζουν ή ενθαρρύνουν τη διαφοροποίηση καθώς οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται από την κορυφή του εντέρου προς τα κάτω.
- **Notch και Wnt:** Το Wnt δρα στο κάτω μέρος του κυτταρικού στρώματος και ενεργοποιεί τη διαίρεση των βλαστοκυττάρων, ενώ το Notch βοηθά στην εξισορρόπηση μεταξύ της δημιουργίας απορροφητικών και εκκριτικών κυττάρων.

Ανατομία του εντερικού βλενογόννου - δομή του εντερικού επιθηλίου:

- **Βλαστοκύτταρα** (στο κάτω μέρος): Αυτά τα κύτταρα πολλαπλασιάζονται συνεχώς για να παράγουν νέα κύτταρα.
- **Κύτταρα μεταβατικής ανάπτυξης** (Transit-Amplifying Cells): Αυτά τα κύτταρα, αφού δημιουργηθούν από τα βλαστοκύτταρα, ανεβαίνουν προς τα πάνω και προετοιμάζονται για τη διαφοροποίηση.
- **Διαφοροποιημένα κύτταρα:** Σταδιακά, καθώς προχωρούν προς την κορυφή, τα κύτταρα διαφοροποιούνται και γίνονται είτε απορροφητικά είτε εκκριτικά κύτταρα.

Οι σηματοδοτικές αλληλουχίες: ή σηματοδοτικοί καταρράκτες

- Μεταφέρουν το σήμα:
σημείο παραλαβής → σημείο δράσης
- Μετασχηματίζουν το σήμα σε μορφή ικανή να διεγείρει την απάντηση
- Ενισχύουν το σήμα
- Κατανέμουν το σήμα
- Τροποποιούν το σήμα ανάλογα με τις συνθήκες



Σηματοδοτικές αλληλουχίες

ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΠΟ
ΑΛΛΟΥΣ
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ



ΜΕΤΑΔΟΣΗ

ΕΝΙΣΧΥΣΗ

ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΣΕ
ΠΟΛΛΑΠΛΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ

Άλλοι παράγοντες συχνά
είναι και άλλα μονοπάτια



ΡΥΘΜΙΣΗ
ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ
ΟΔΩΝ

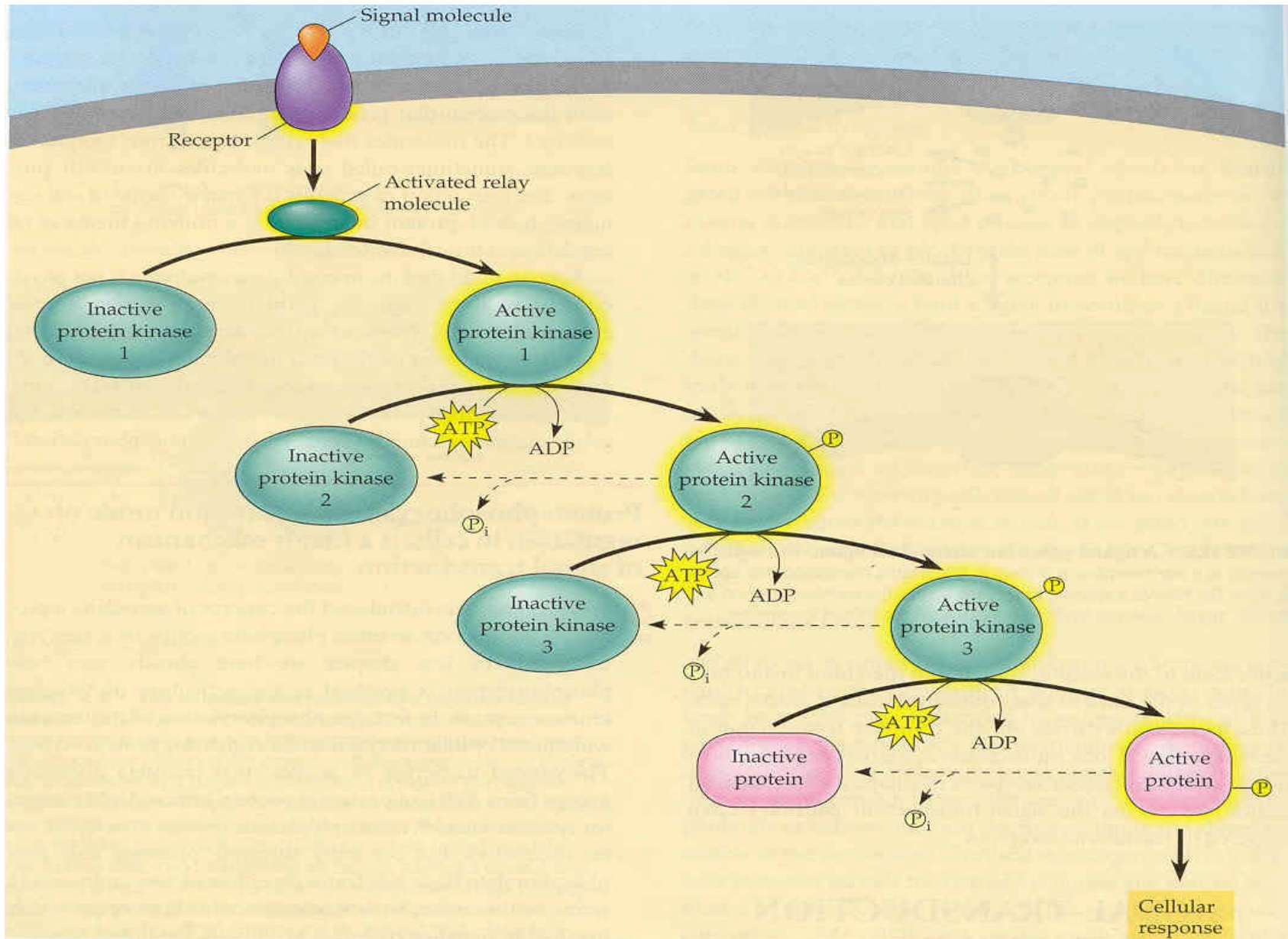


ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ
ΕΚΦΡΑΣΗΣ ΤΩΝ
ΓΟΝΙΔΙΩΝ



ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΟΝ
ΚΥΤΤΑΡΟΣΚΕΛΕΤΟ

Ενδοκυττάρια ακολουθία αντιδράσεων φωσφορυλίωσης

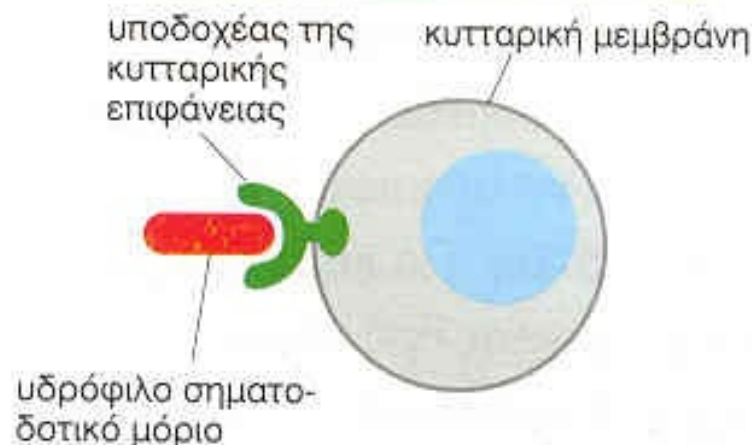


ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ

Η είσοδος του σήματος

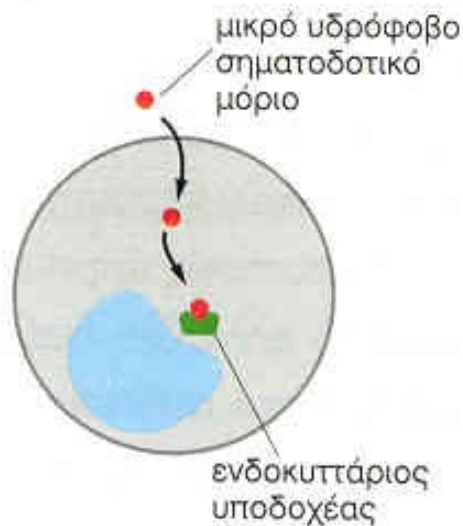
(A)

ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΤΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ



(B)

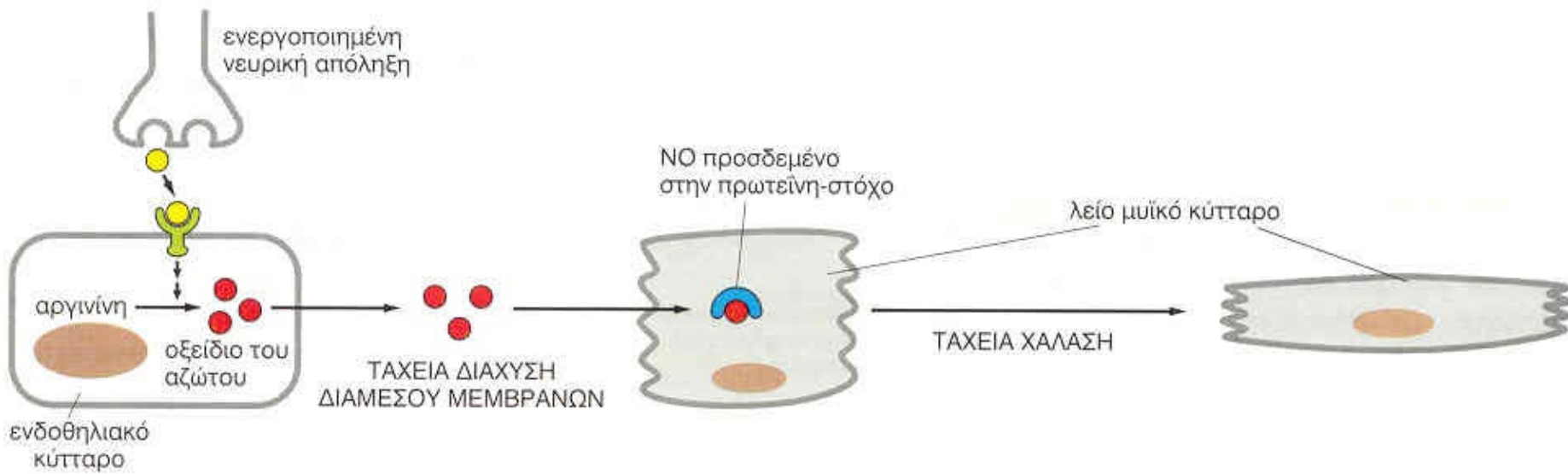
ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ



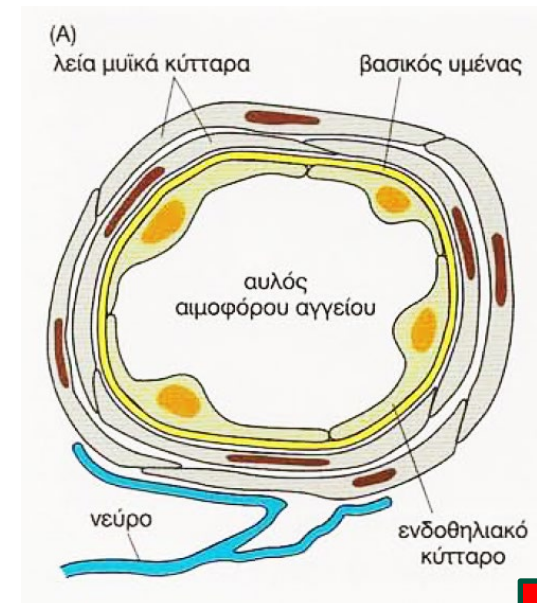
(A) Τα περισσότερα σηματοδοτικά μόρια είναι υδρόφιλα και, επομένως, αδυνατούν να διαπεράσουν άμεσα την κυτταρική μεμβράνη, αλλά προσδένονται σε υποδοχείς της κυτταρικής επιφάνειας, οι οποίοι με τη σειρά τους παράγουν ένα ή περισσότερα σήματα στο εσωτερικό του κυττάρου-στόχου. (B) Αντίθετα, ορισμένα μικρά υδρόφοβα σηματοδοτικά μόρια διαχέονται διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης και προσδένονται σ' ενδοκυττάριους υποδοχείς, είτε στο κυτταροδιάλυμα είτε στον πυρήνα.

Συνδυαστικό Παράδειγμα

Μονοξειδίο του Αζώτου (NO)



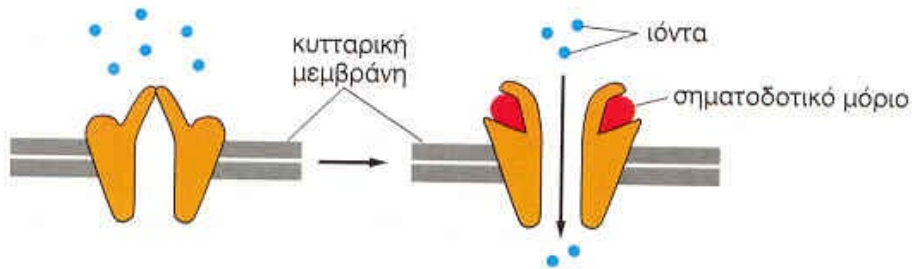
- Το NO δρα τοπικά και βραχύβια, καθώς είναι ένα ασταθές μόριο που διασπάται γρήγορα.
- Είναι ένα εξαιρετικό σηματοδοτικό μόριο καθώς μπορεί να περάσει ελεύθερα από τις κυτταρικές μεμβράνες χωρίς τη χρήση υποδοχέων.
- Παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και της αιματικής ροής, ενώ είναι επίσης σημαντικός στον μηχανισμό στύσης και σε άλλες διαδικασίες που σχετίζονται με τη ροή του αίματος.



Υποδοχείς κυτταρικής επιφάνειας

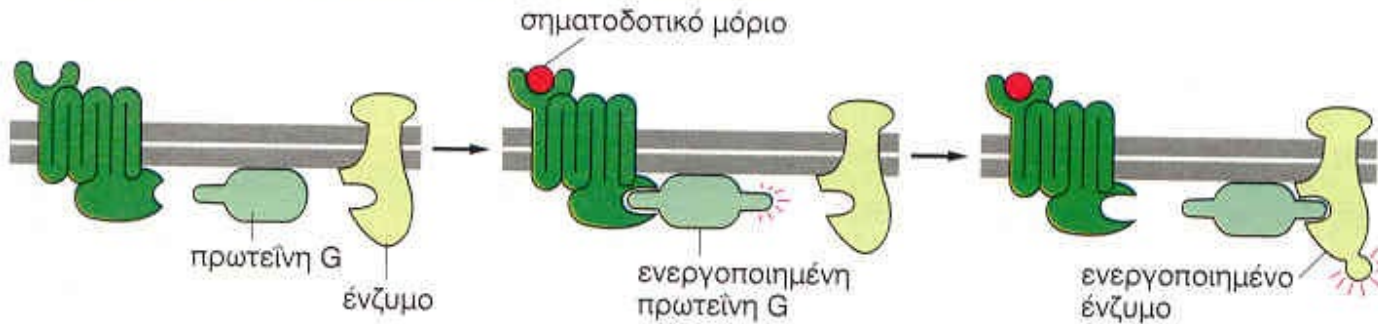
- I) Υποδοχείς που συνδέονται με διαύλους ιόντων
- II) Υποδοχείς που συνδέονται με πρωτεΐνες G
- III) Υποδοχείς που συνδέονται με ένζυμα (υποδοχείς με δράση κινάσης της τυροσίνης)

(Α) ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΔΙΑΥΛΟΥΣ ΙΟΝΤΩΝ

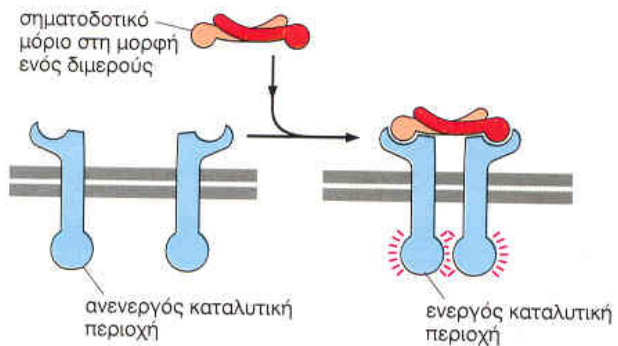


- Κατηγορίες υποδοχέων κυτταρικής επιφάνειας

(Β) ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ G

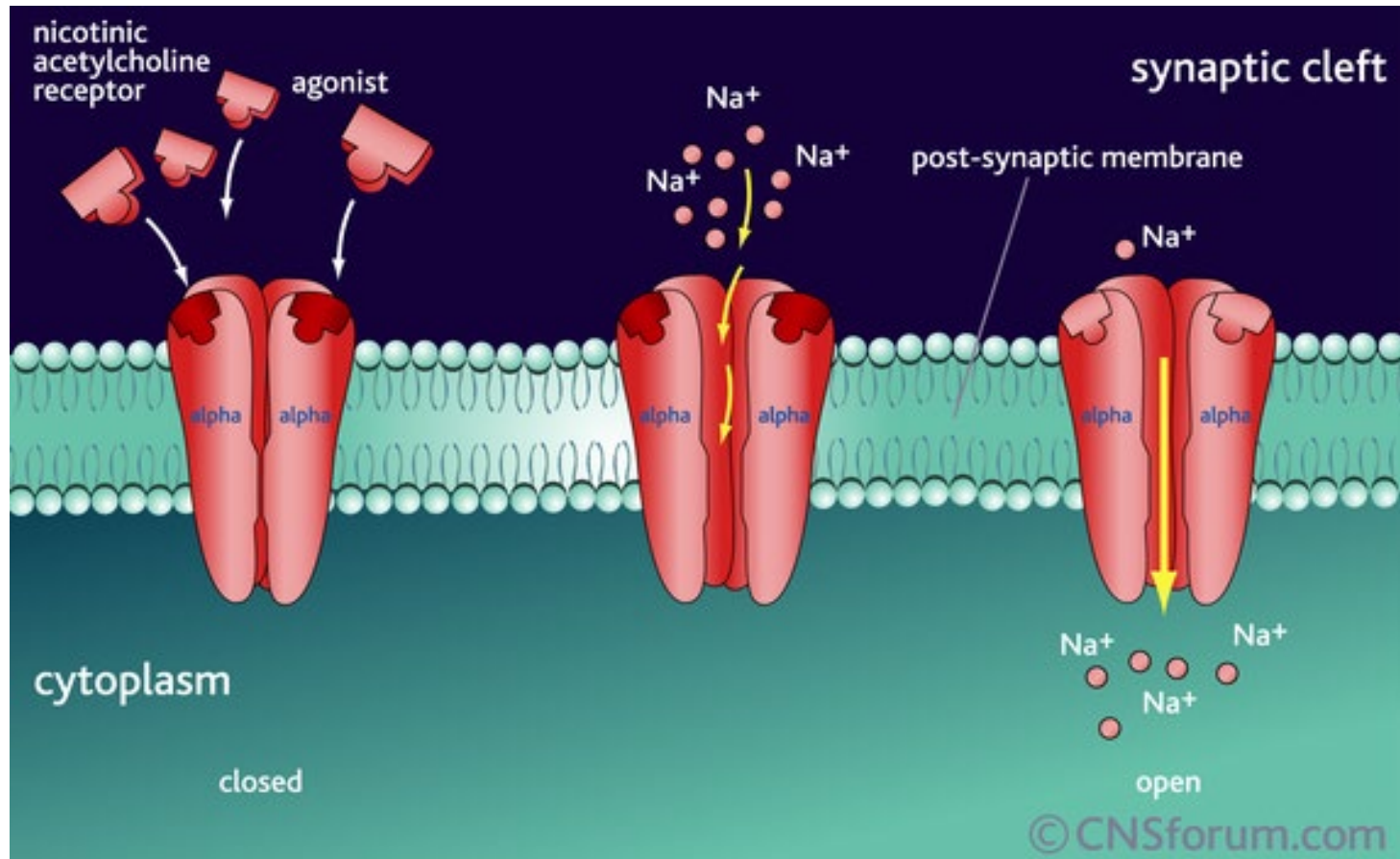


(Γ) ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΕΝΖΥΜΑ



Υποδοχείς που
συνδέονται με
διαύλους ιόντων

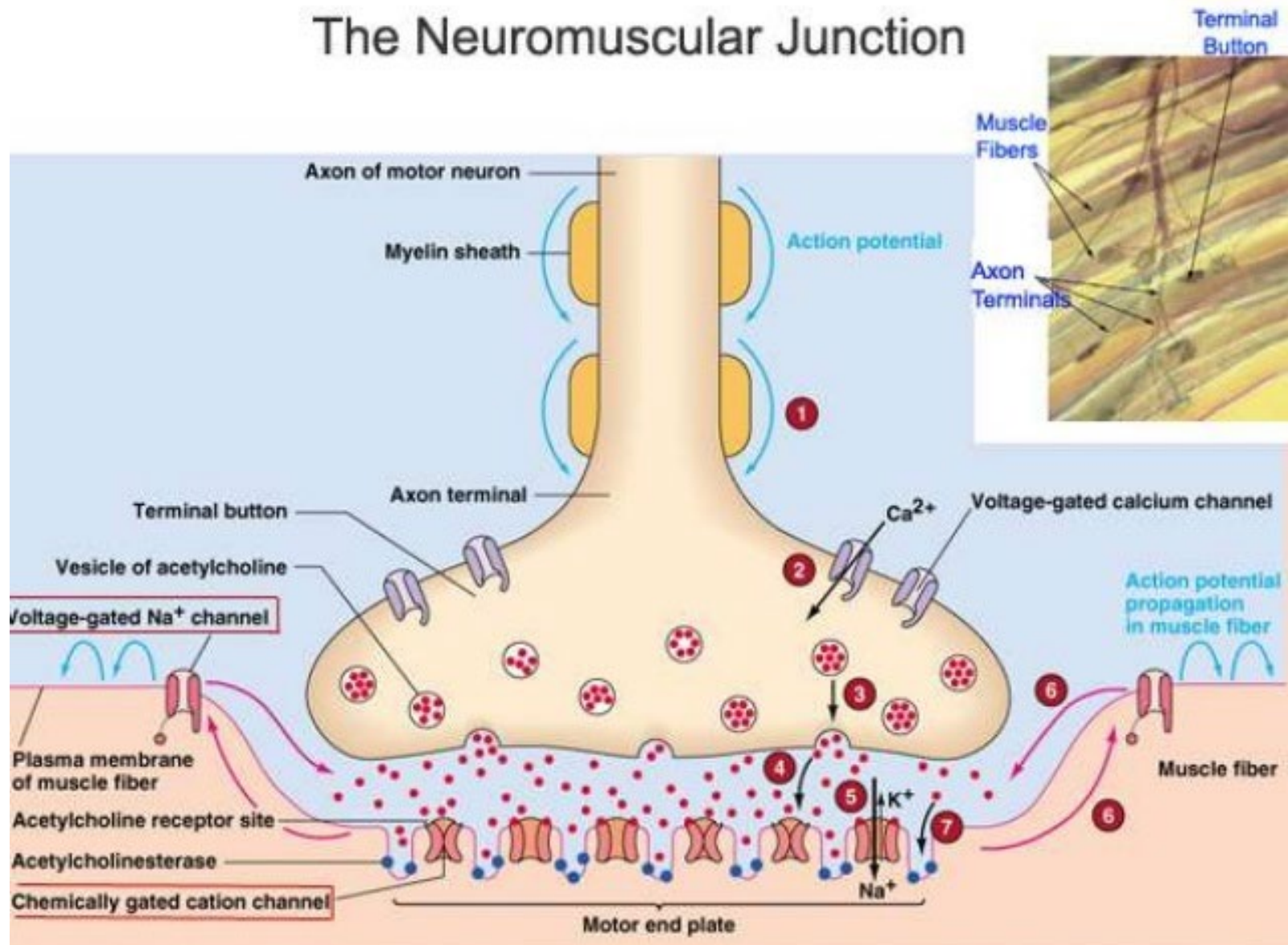
Υποδοχέας της ακετυλοχολίνης



Νευρομυϊκή σύναψη

1. Ένα δυναμικό δράσης (νευρική ώση) ταξιδεύει κατά μήκος του άξονα του κινητικού νευρώνα και φτάνει στο τελικό άκρο του άξονα.
2. Το δυναμικό δράσης προκαλεί το άνοιγμα των διαύλων ασβεστίου που εξαρτώνται από την τάση στη μεμβράνη του τελικού άκρου. Τα ιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}) εισέρχονται στο τελικό άκρο.
3. Η είσοδος του ασβεστίου ενεργοποιεί την απελευθέρωση του νευροδιαβιβαστή ακετυλοχολίνη (ACh), η οποία βρίσκεται σε κυστίδια, στη συναπτική σχισμή (το κενό μεταξύ του νευρώνα και της μυϊκής ίνας).
4. Η ακετυλοχολίνη διαχέεται μέσω της συναπτικής σχισμής και συνδέεται με ειδικούς υποδοχείς στην πλασματική μεμβράνη της μυϊκής ίνας.
5. Η σύνδεση της ακετυλοχολίνης με τους υποδοχείς προκαλεί το άνοιγμα χημικά ελεγχόμενων διαύλων νατρίου (Na^+) στη μεμβράνη της μυϊκής ίνας. Το νάτριο εισέρχεται στην ίνα, προκαλώντας αποπόλωση της μεμβράνης.
6. Η είσοδος του νατρίου (Na^+) δημιουργεί ένα νέο δυναμικό δράσης στη μυϊκή ίνα, το οποίο ταξιδεύει κατά μήκος της ίνας, προκαλώντας τη σύσπασή της.
7. Η ακετυλοχολινεστεράση, ένα ένζυμο που βρίσκεται στη συναπτική σχισμή, διασπά την ακετυλοχολίνη για να σταματήσει τη διέγερση της μυϊκής ίνας και να αποτρέψει συνεχή σύσπαση του μυός.

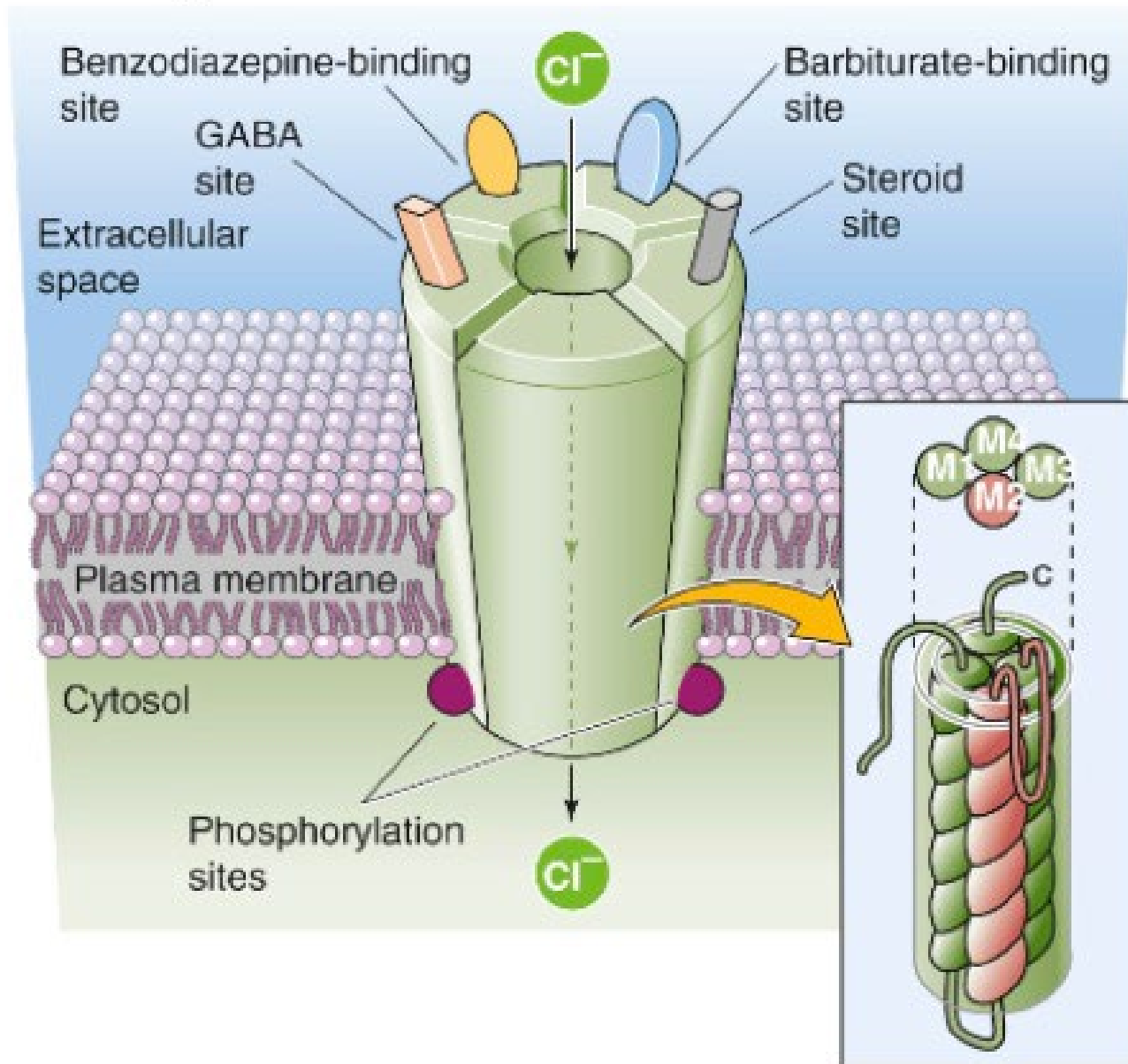
The Neuromuscular Junction



Υποδοχέας GABA_A

- Ιοντικός υποδοχέας και συγκεκριμένα ένας διαύλος ιόντων χλωρίου (Cl^-). Είναι βασικός στον ανασταλτικό έλεγχο του κεντρικού νευρικού συστήματος, καθώς επιτρέπει τη ροή ιόντων χλωρίου όταν συνδεθεί με τον νευροδιαβιβαστή GABA (γ-αμινοβουτυρικό οξύ), προκαλώντας υπερπόλωση και αναστολή της νευρικής δραστηριότητας.

E GABA_A RECEPTOR CHANNEL



Υποδοχείς που
συνδέονται με
πρωτεΐνες G

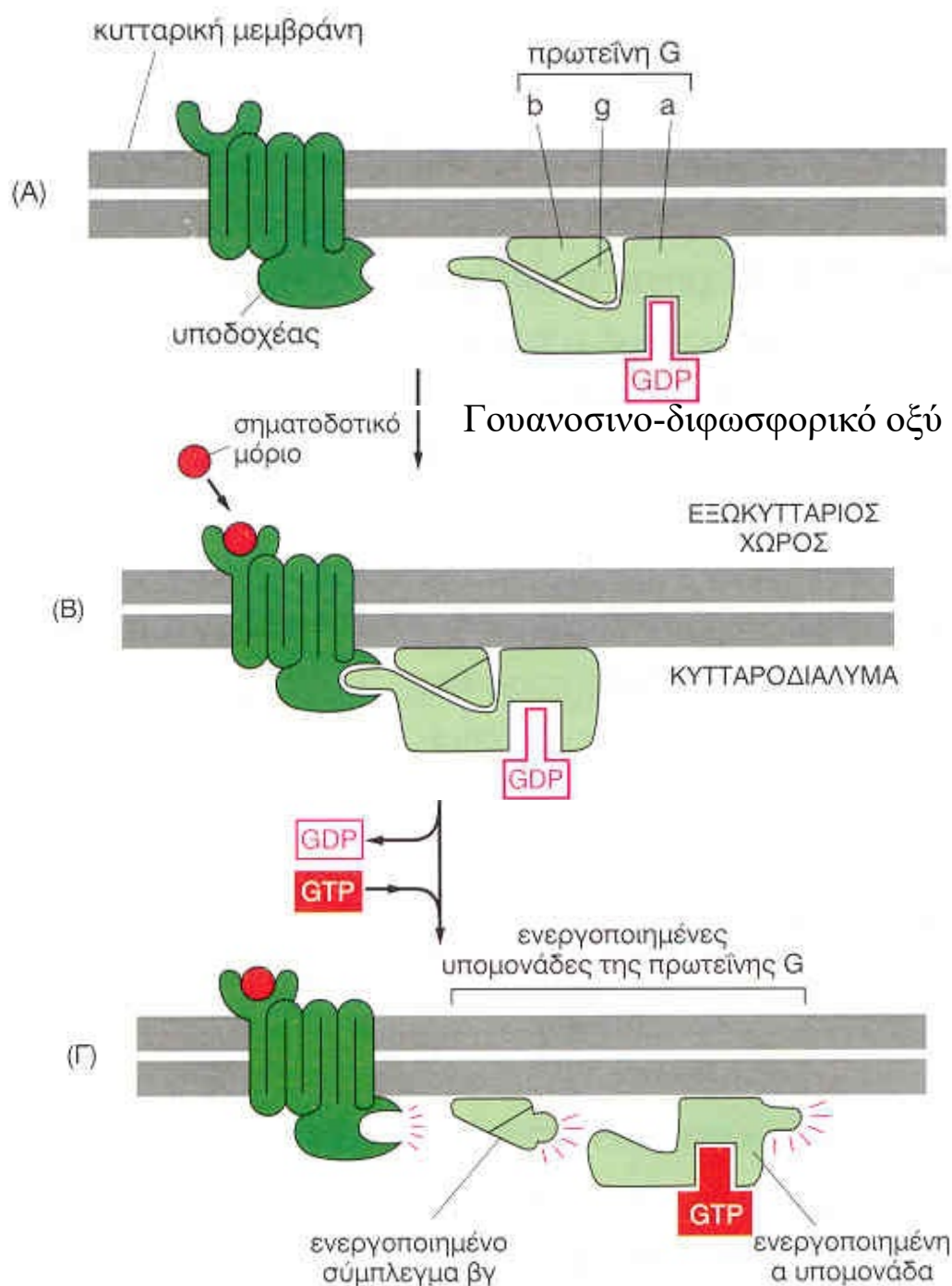


ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟΣ
ΧΩΡΟΣ

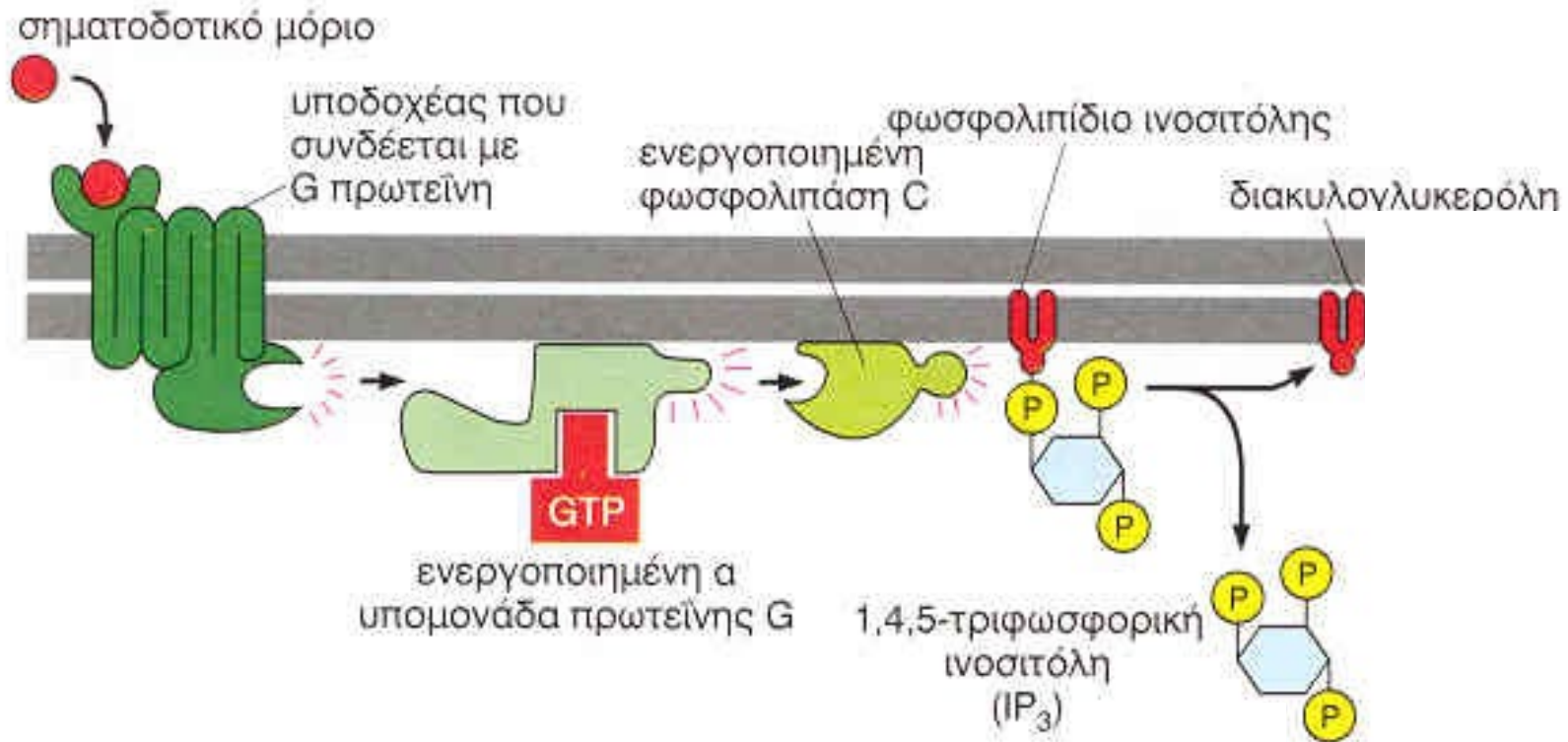


ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ
ΜΕΜΒΡΑΝΗ

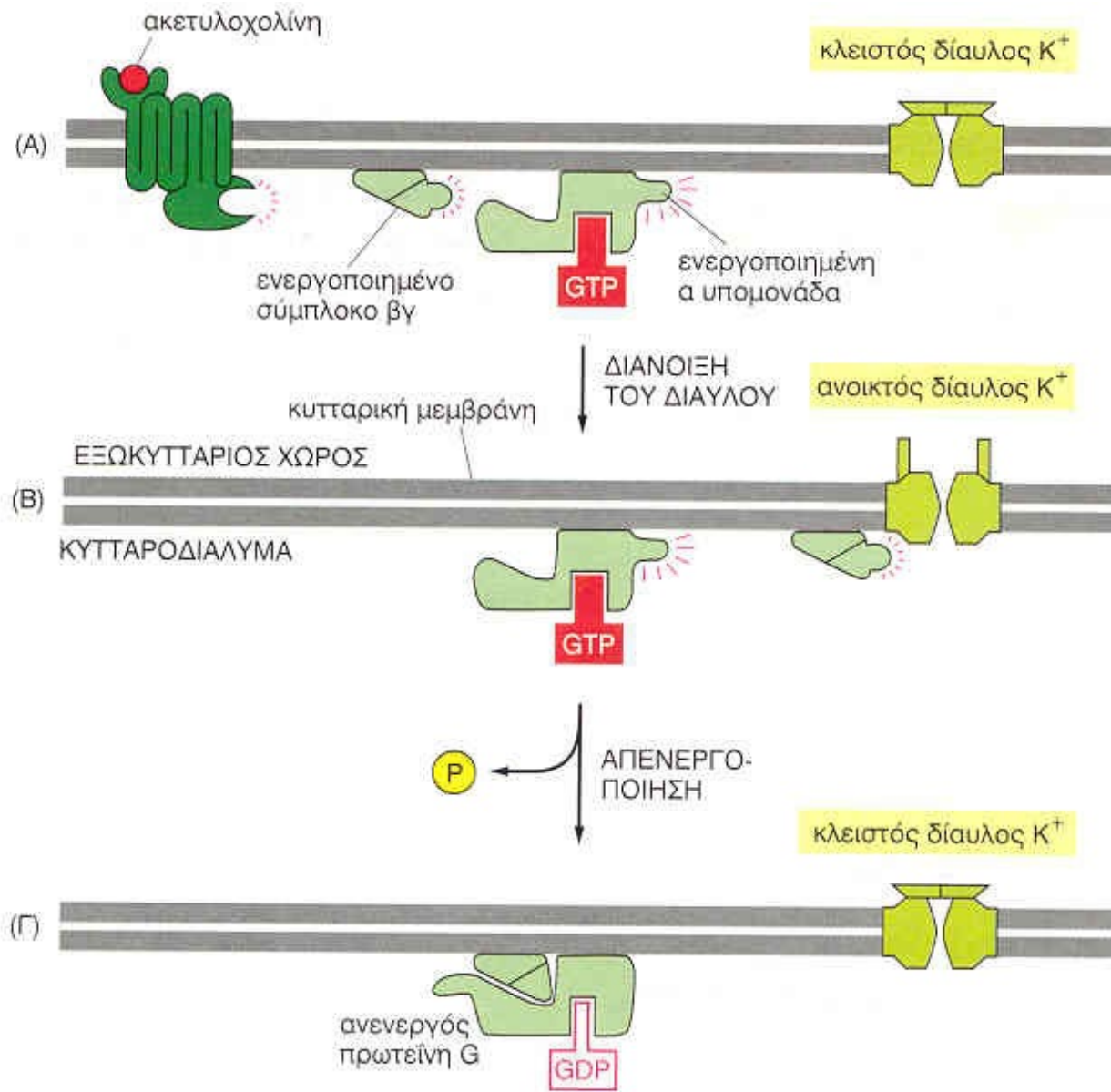
ΚΥΤΤΑΡΟ-
ΔΙΑΛΥΜΑ



- Οι G πρωτεΐνες αφού ενεργοποιηθούν δίστανται σε δύο σηματοδοτικές πρωτεΐνες

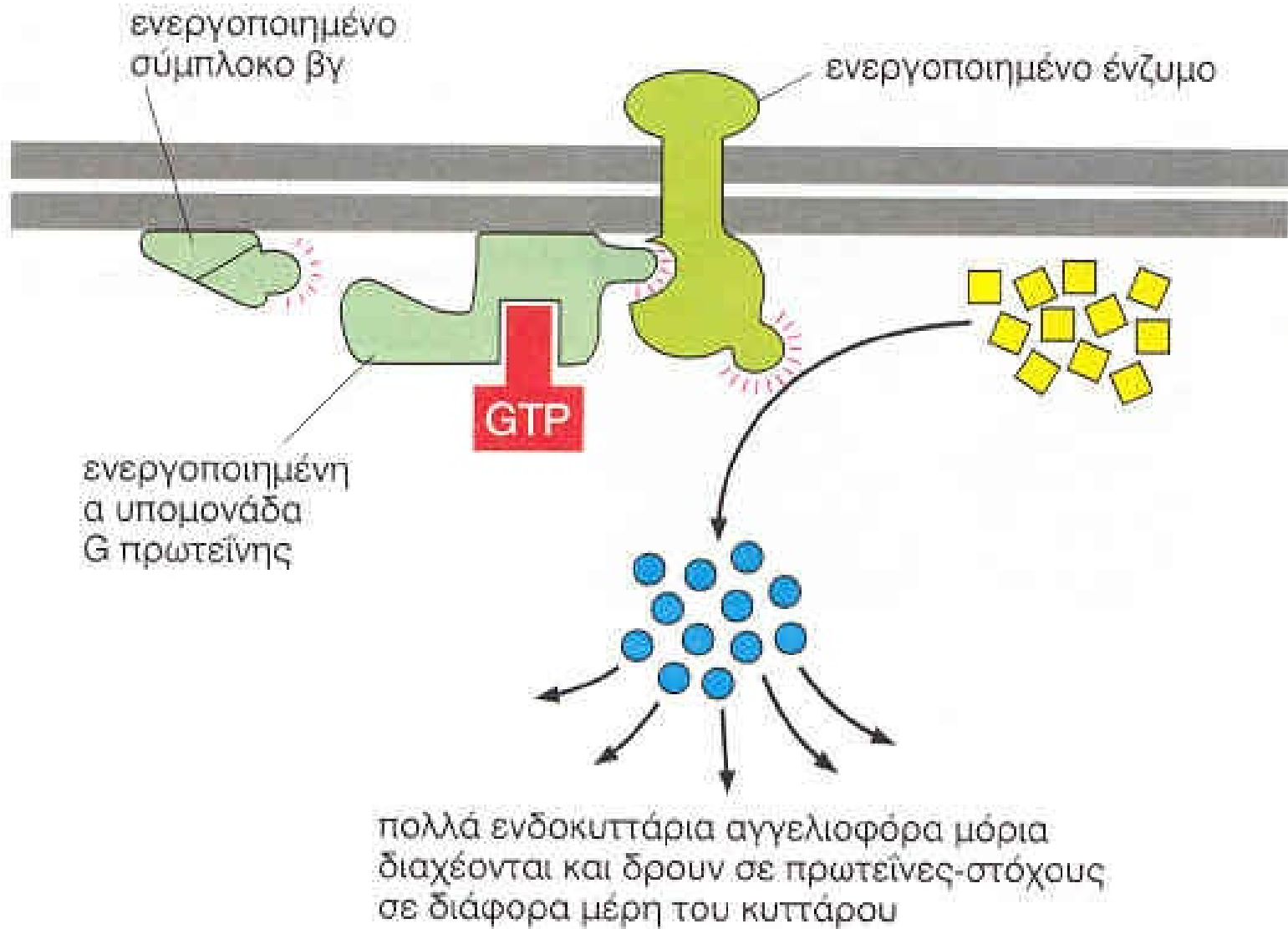


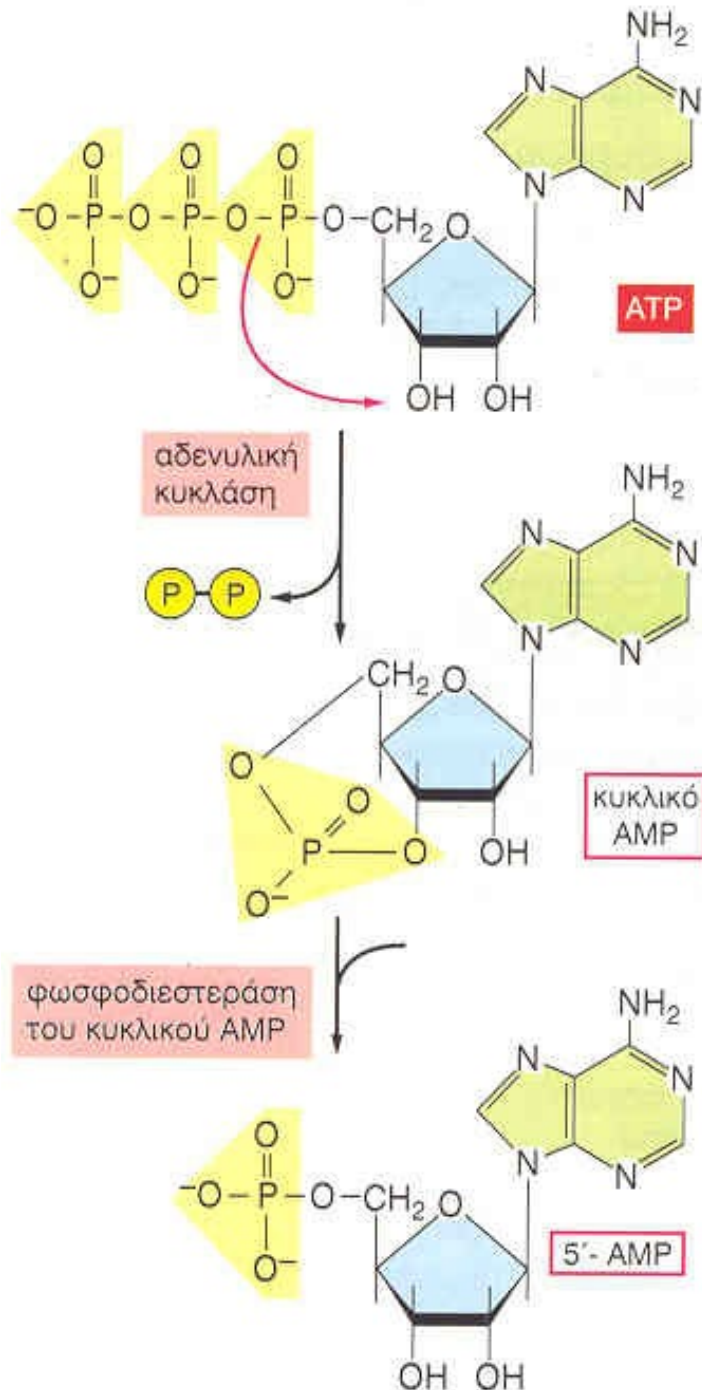
Οι πιο κλασσικές περιπτώσεις σημάτων με G-υποδοχείς είναι οι αυξητικοί παράγοντες



- Μερικές G πρωτεΐνες ρυθμίζουν διαύλους ιόντων

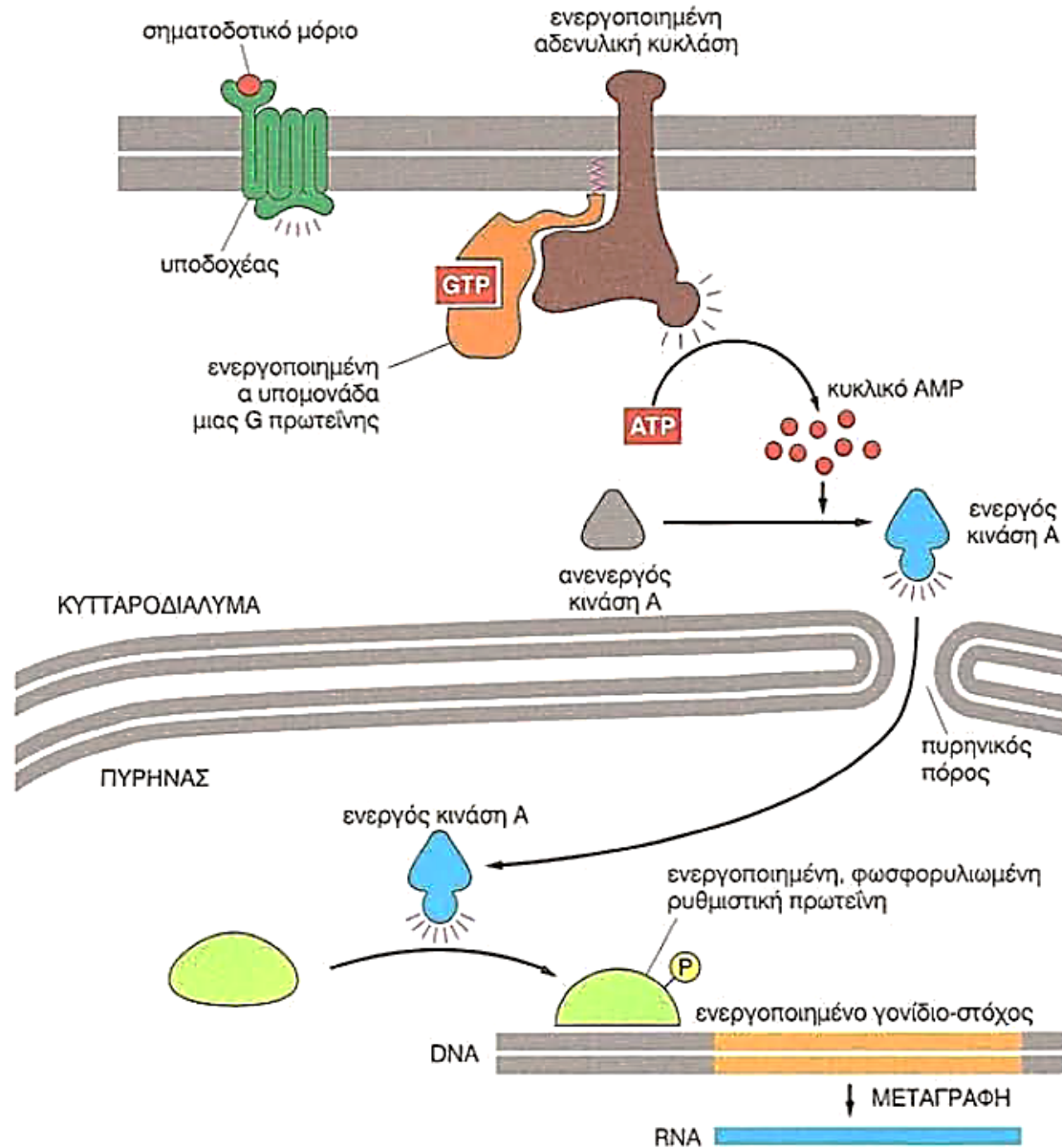
Μερικές G-πρωτεΐνες ενεργοποιούν ένζυμα

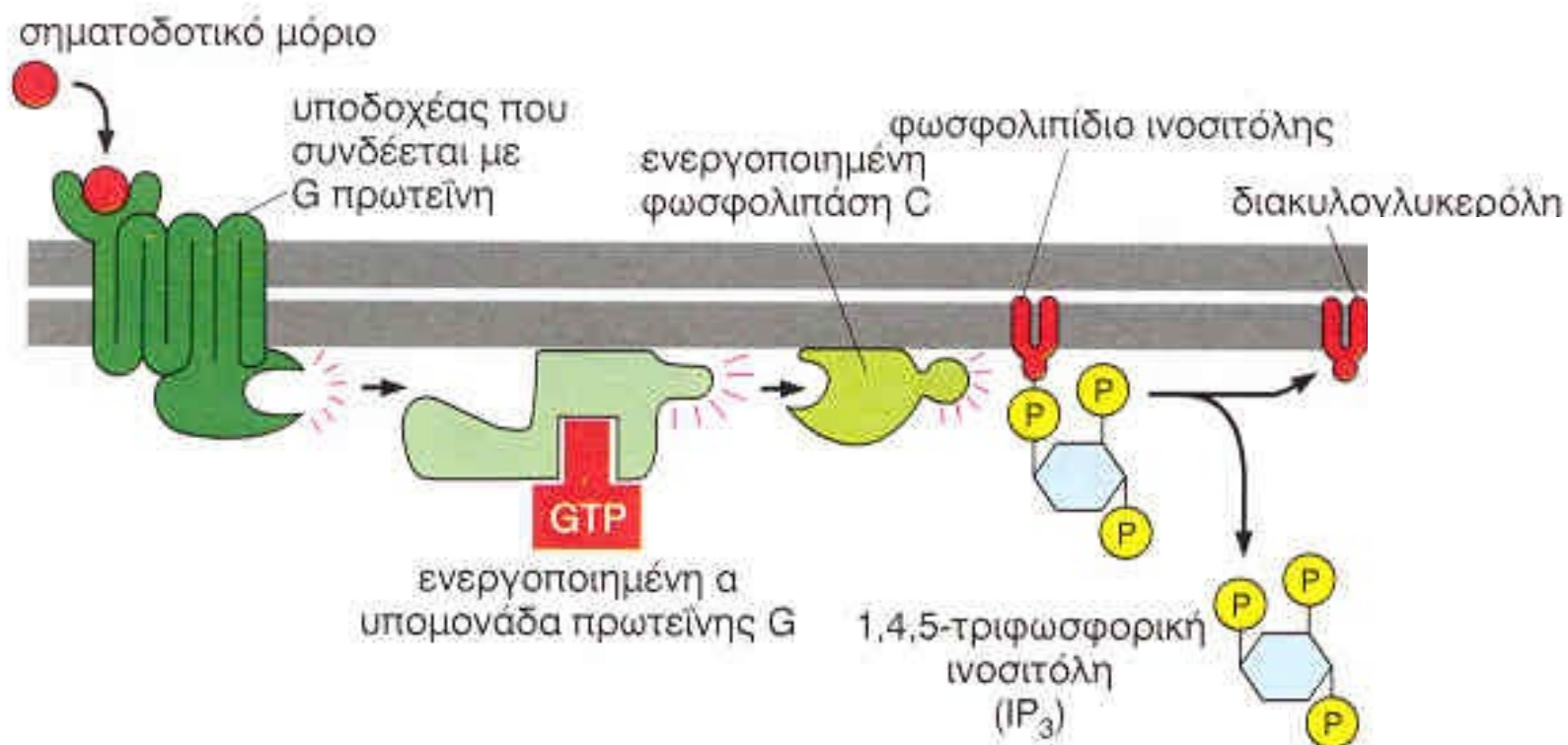


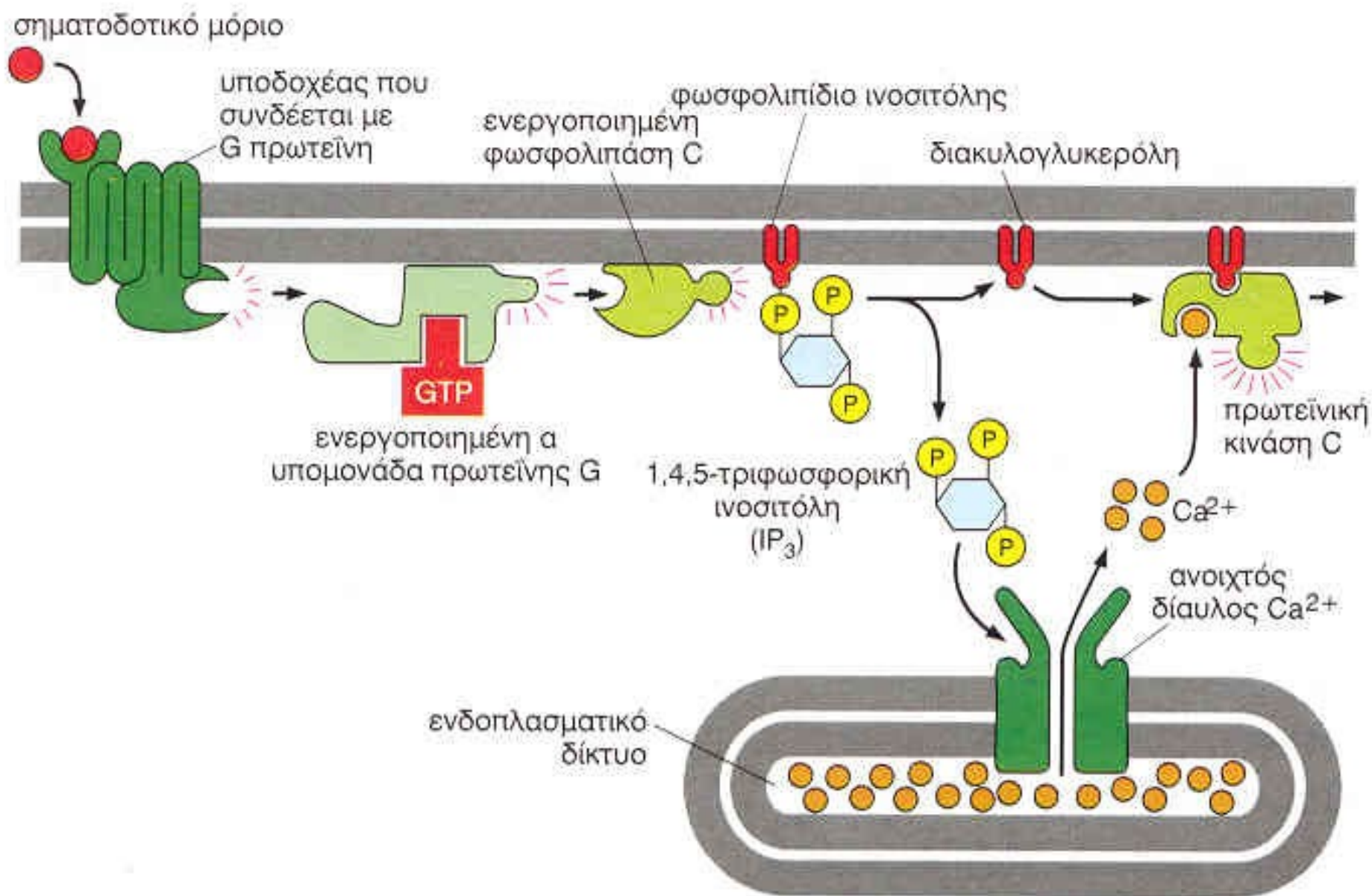


Διέγερση δεύτερου αγγελιοφόρου (cAMP)

- Το ATP μετατρέπεται σε cAMP από την αδενυλική κυκλάση, ξεκινώντας μια κυτταρική απόκριση.
- Το cAMP ενεργοποιεί διάφορους στόχους στο κύτταρο, λειτουργώντας ως αγγελιοφόρος.
- Η φωσφοδιεστεράση μετατρέπει το cAMP σε 5'-AMP, σταματώντας το σήμα και επαναφέροντας την κυτταρική σηματοδότηση στην ηρεμία.

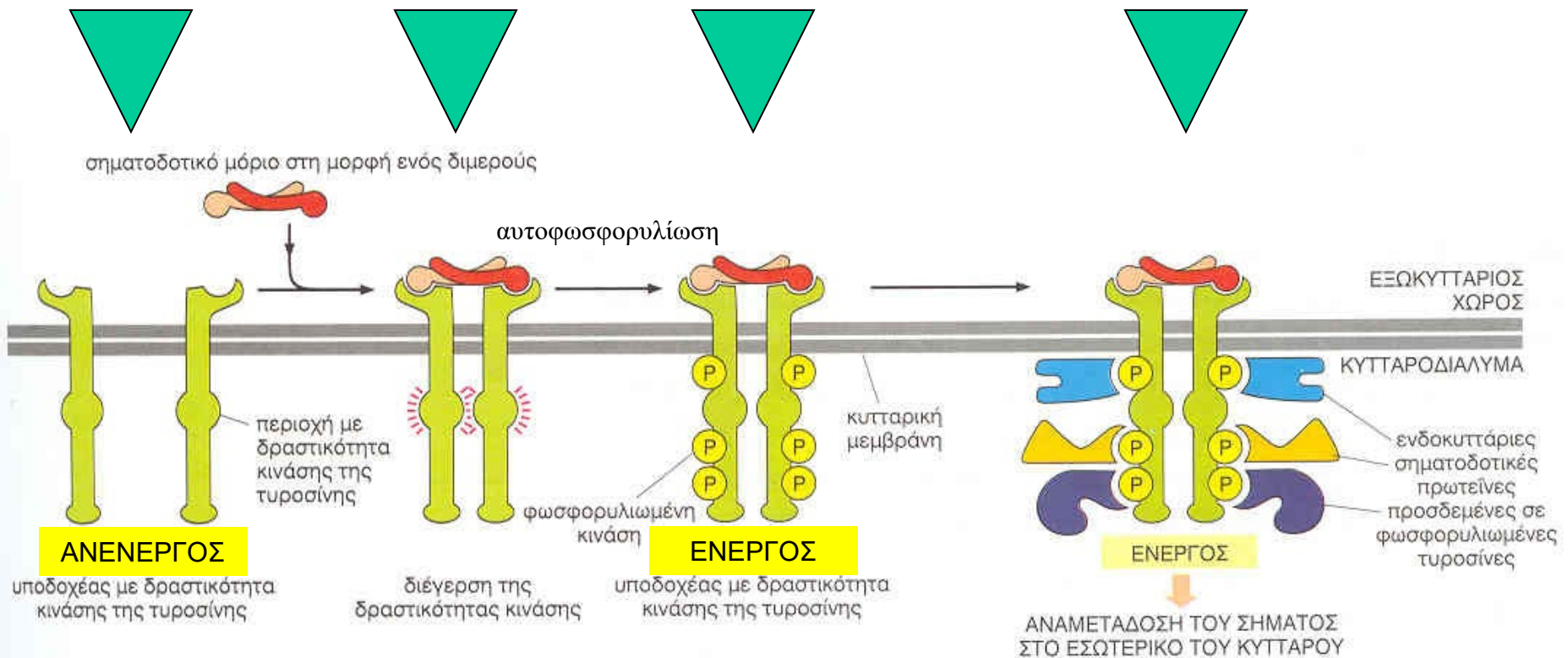




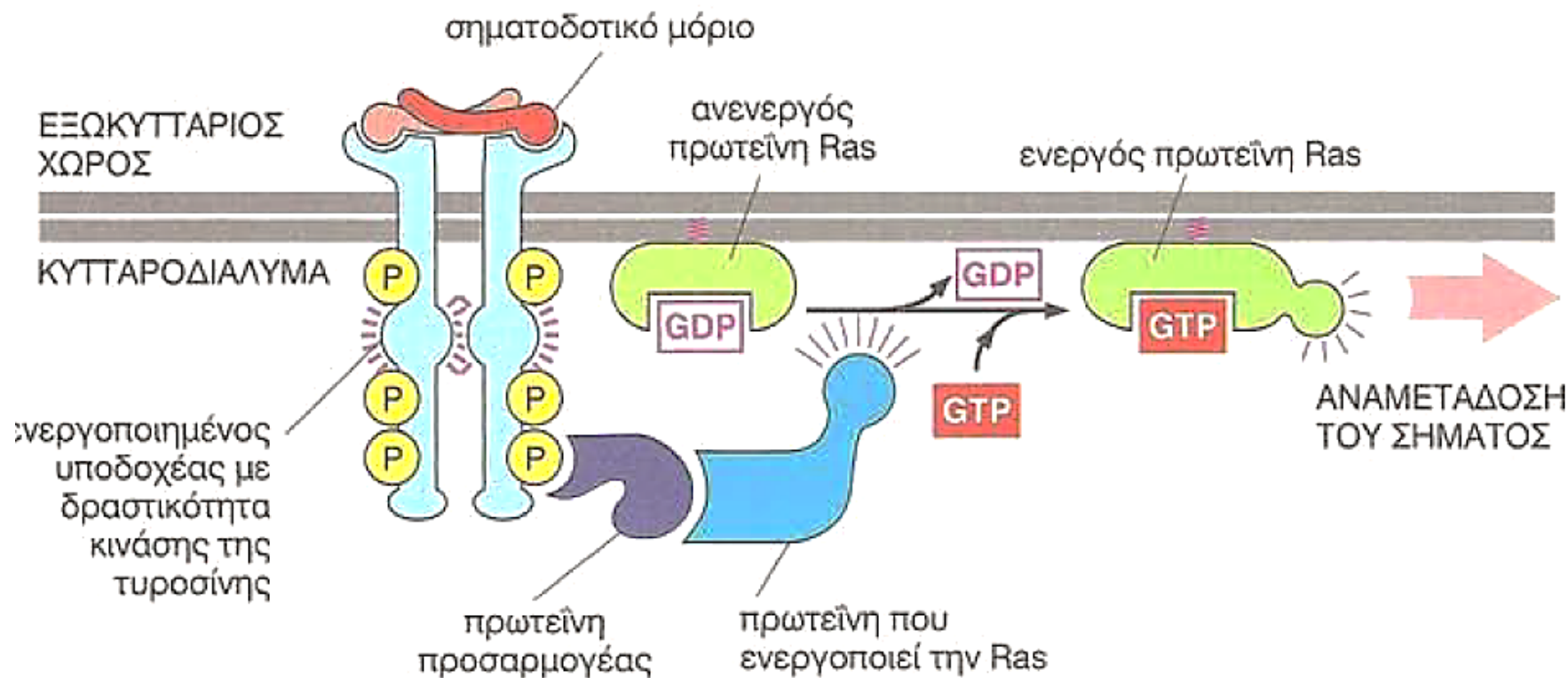


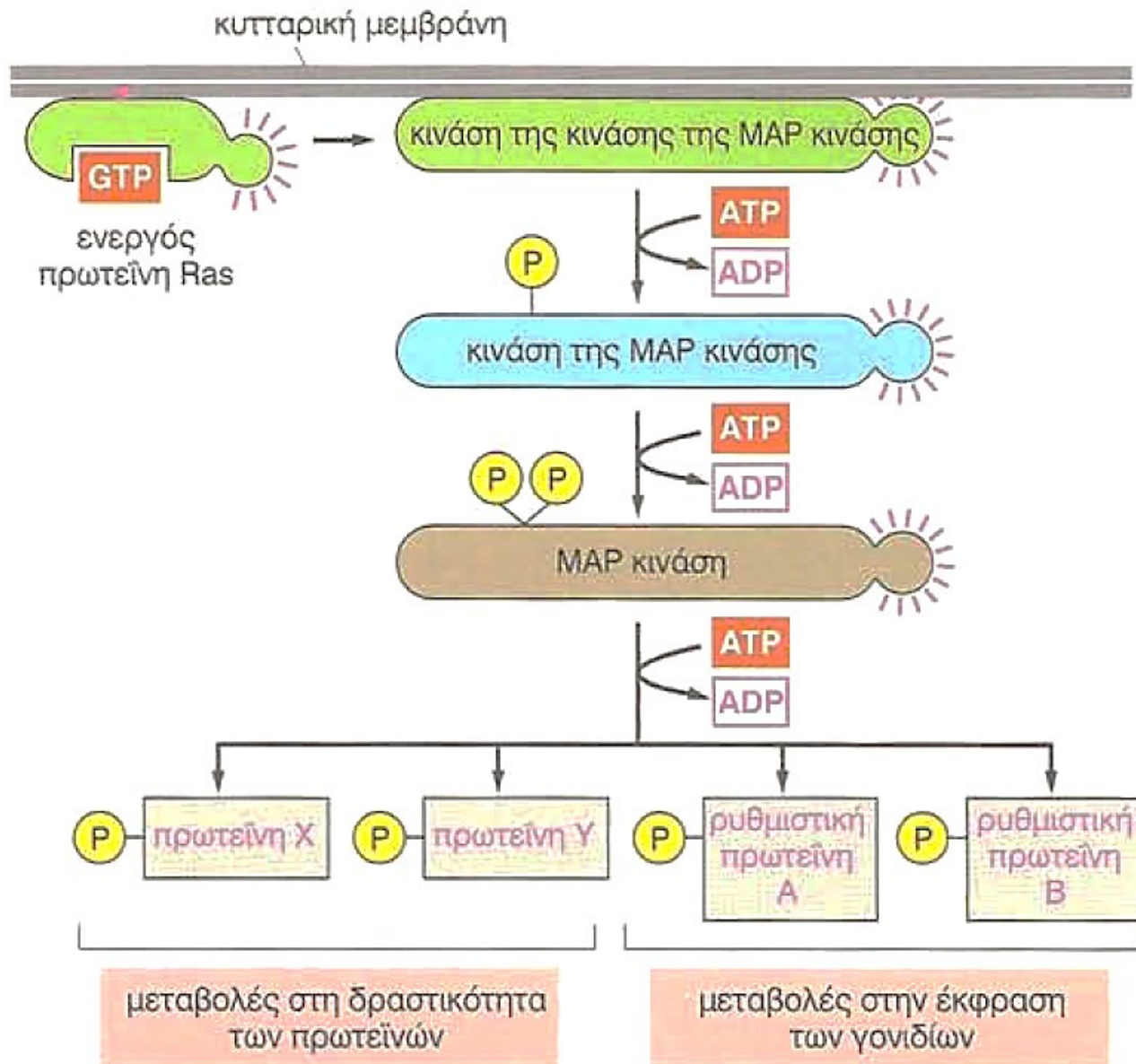
Υποδοχείς που συνδέονται
με ένζυμα (υποδοχείς με
δράση κινάσης της
τυροσίνης)

Υποδοχείς που διασυνδέονται με ένζυμο

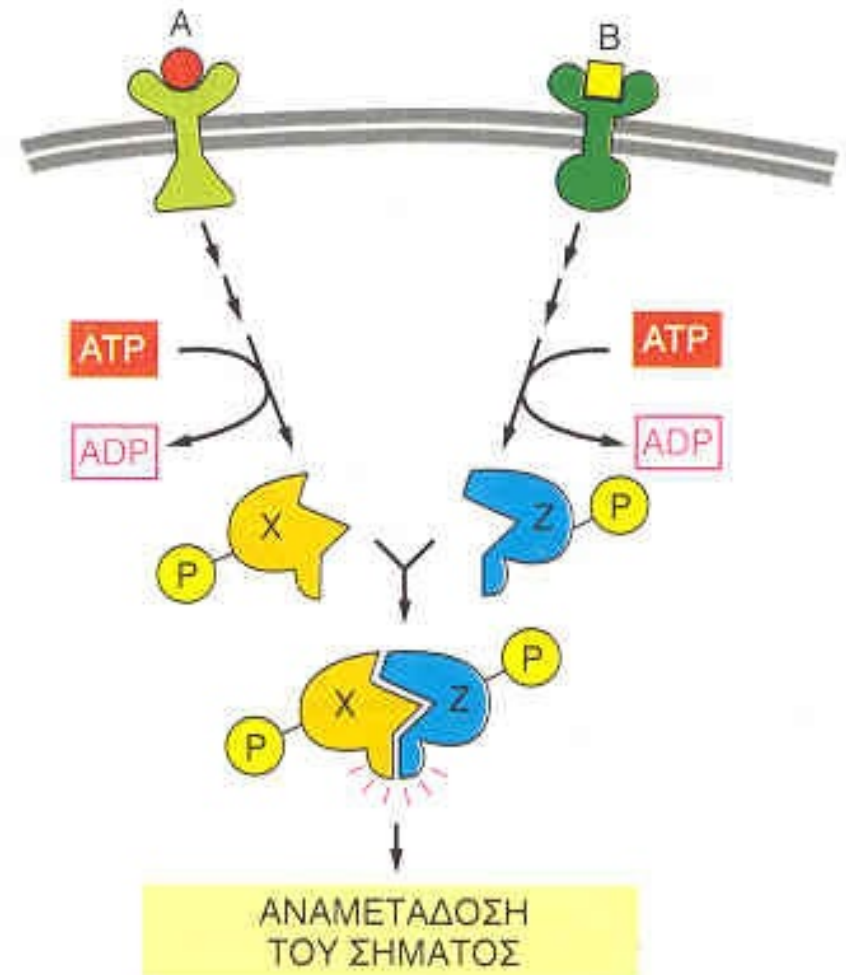
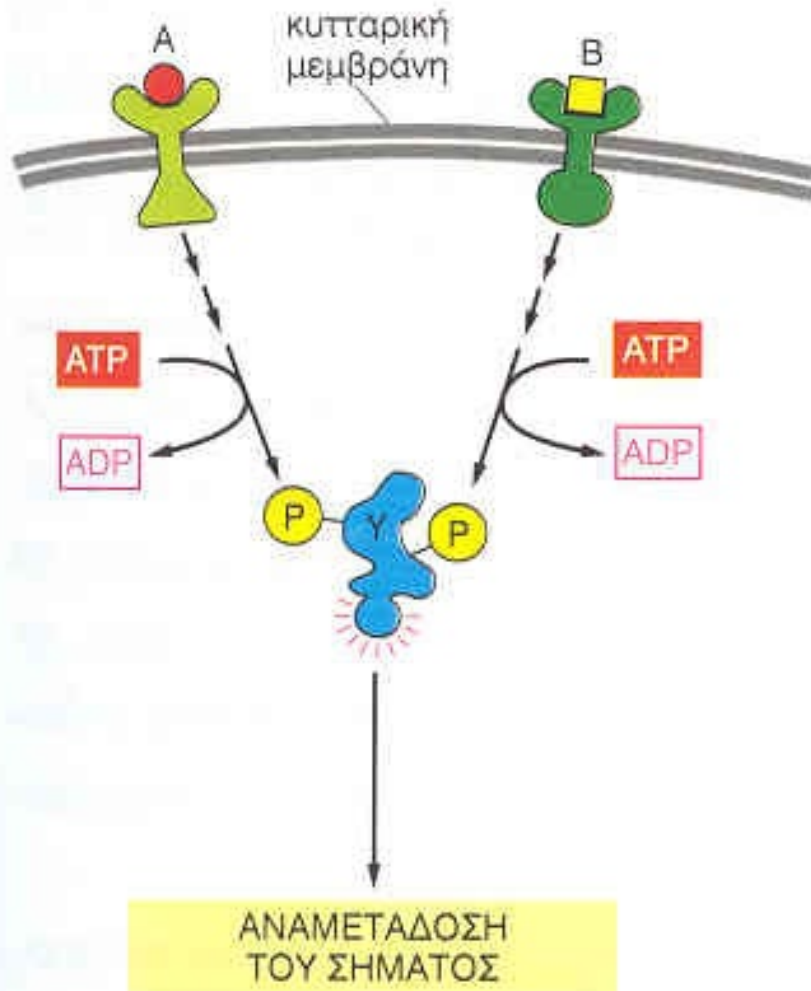


Ενεργοποίηση της Ras





Σύνθετη μετάδοση σήματος



Παραδείγματα (Εκτός Ύλης)

**υδατοδιαλυτές ορμόνες VS
λιποδιαλυτές ορμόνες**

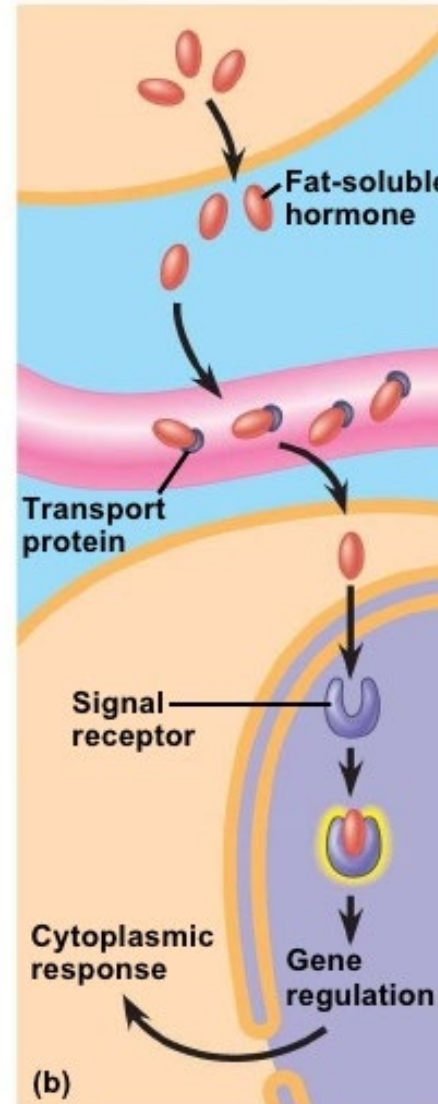
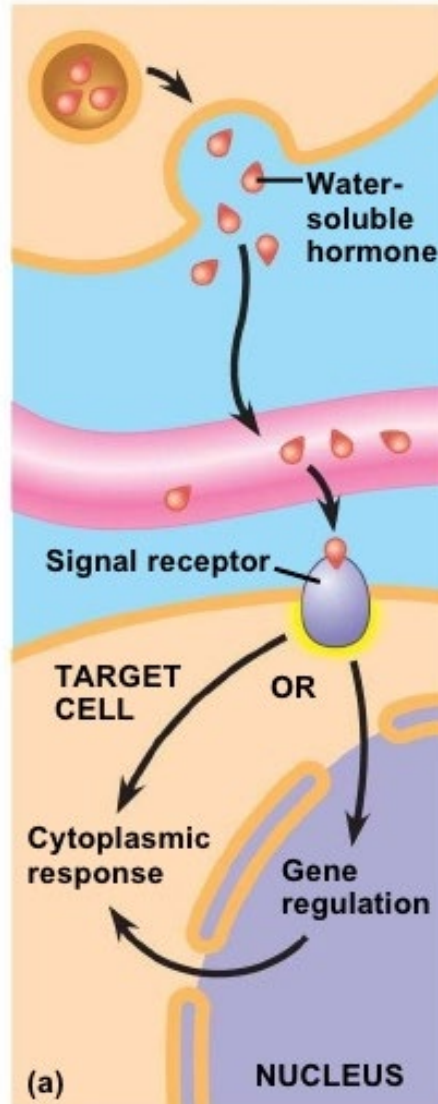
Ορμόνες

Υπόφυση

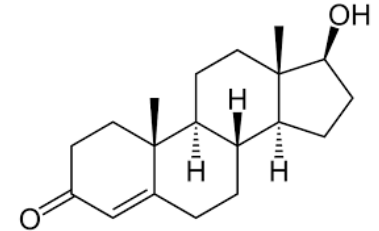


προλακτίνη

Μαζικός αδένας



Όρχεις



τεστοστερόνη

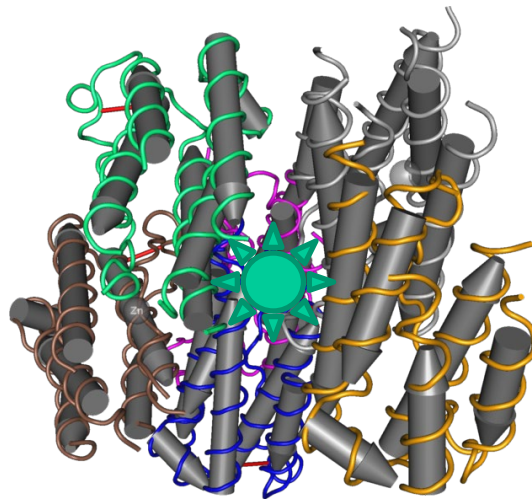
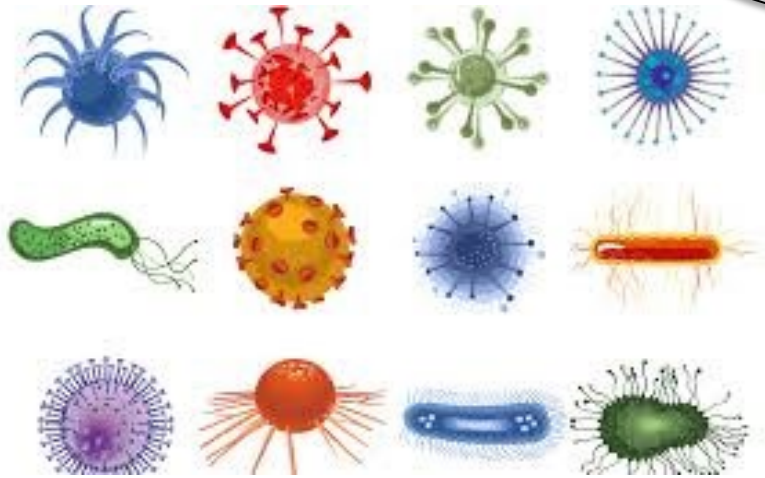
Πολλαπλοί
στόχοι
πχ μύες,
λιποκύτταρα

ΤΙ ΕΙΔΟΥΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ;

Ανοσοαπόκριση

Ήρθαμε για
καφέ

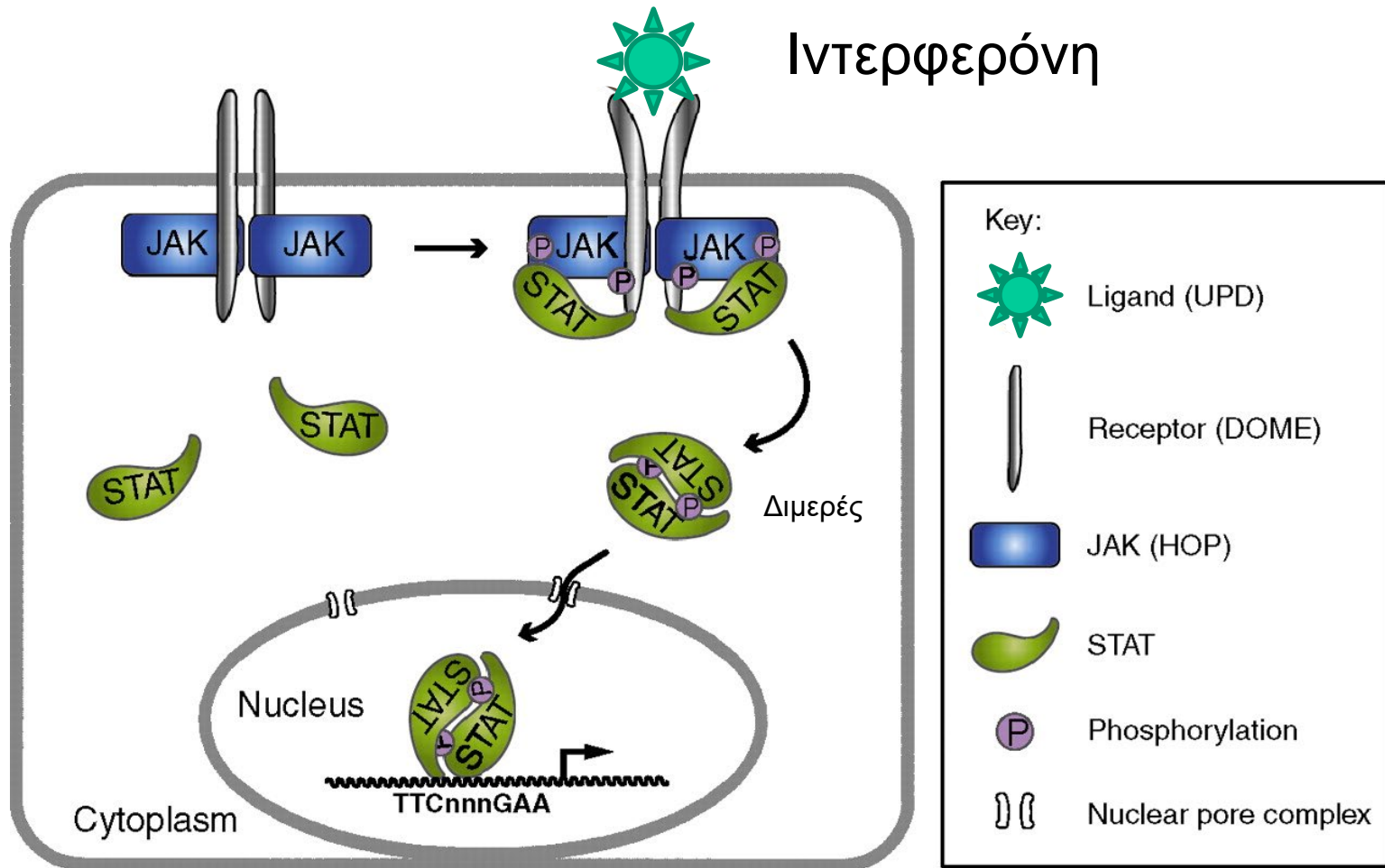
Παναγιά
μου!!



Ιντερφερόνη



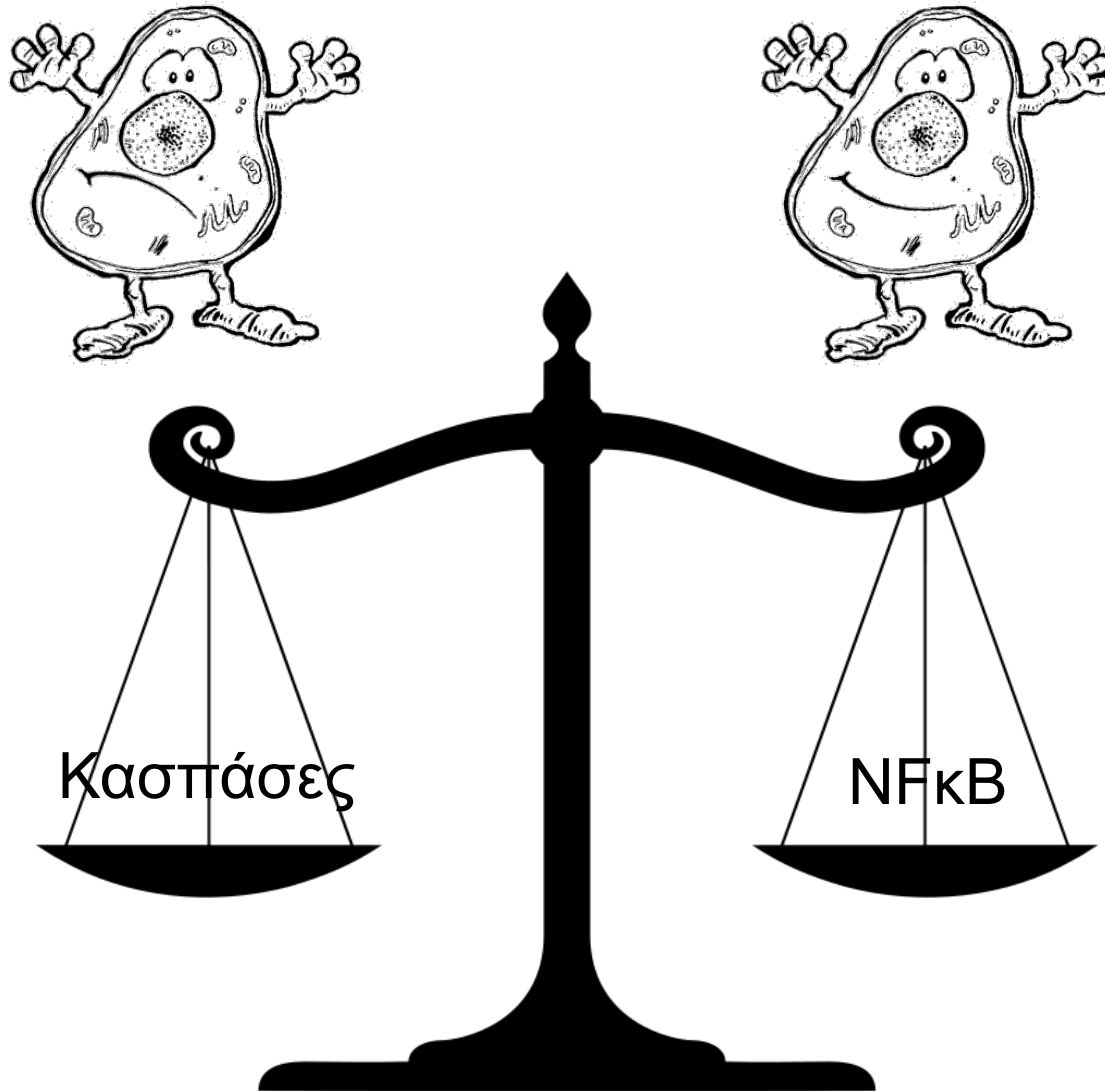
JAK-STAT



Γιατί;

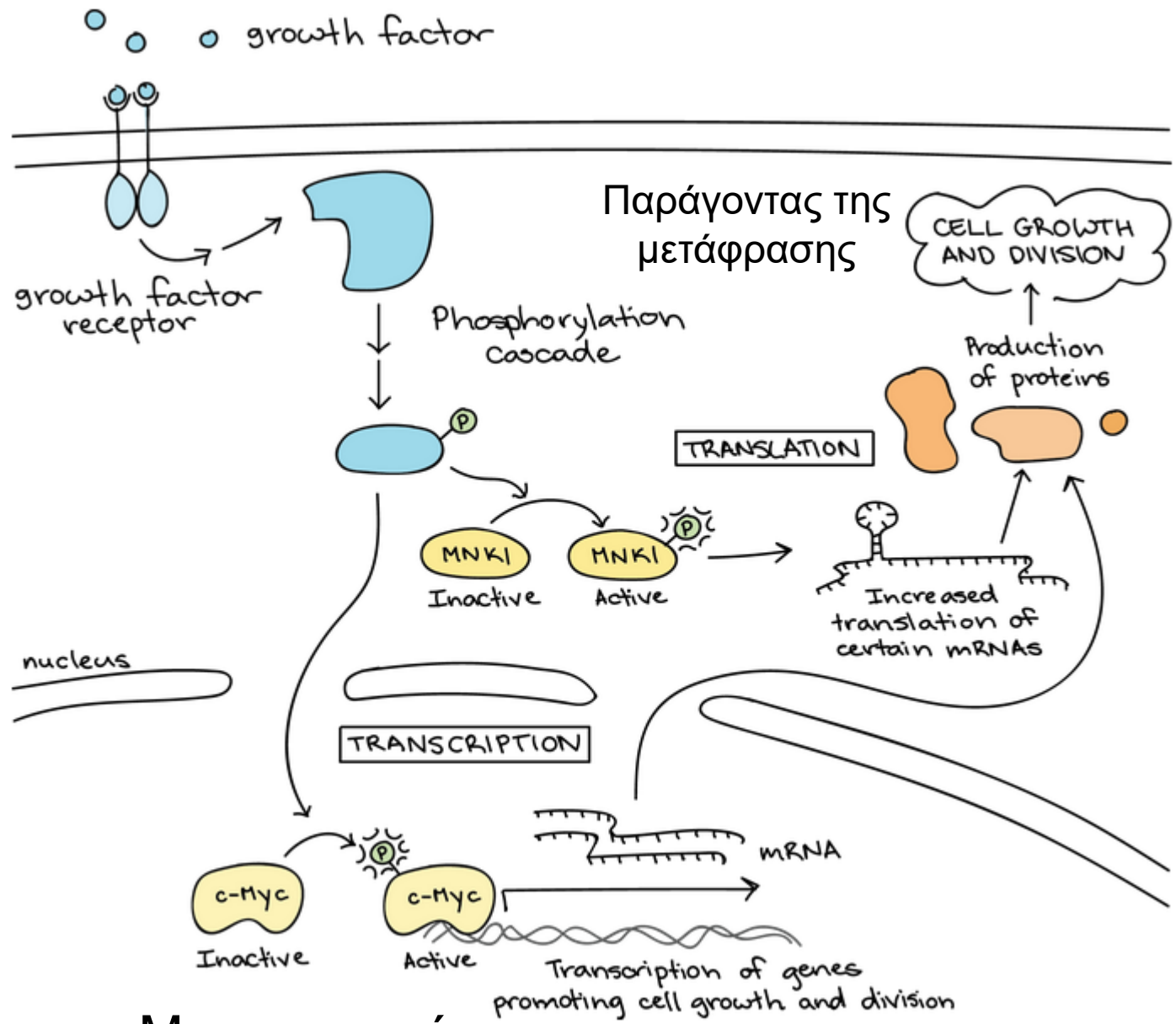


Παίρνοντας την απόφαση



Ρυθμίζοντας τη γονιδιακή
έκφραση

μεταγραφή και μετάφραση



Μεταγραφικός
παράγοντας

ΣΤΡΕΣ

Σωματική άσκηση, κίνδυνος ή
συναισθηματική ένταση

Αδρεναλίνη/ επινεφρίνη

Κάτι λείπει

