



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ζωολογία II

Ενότητα 3^η. Ορμόνες

Σκαρλάτος Ντέντος, Επίκουρος Καθηγητής

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Βιολογίας

Χημικός Συντονισμός

Θα αναπτυχθούν τα εξής θέματα:

- Ενδοκρινείς αδένες
- Μηχανισμοί δράσης ορμονών
- Είδη ορμονών-Τρόποι δράσης

Σκαρλάτος Ντέντος
(sdedos@biol.uoa.gr)



Σκοπός της διάλεξης

- Να αναδείξει τη σημασία των ορμονών ως τα μόρια-κλειδιά για την ανάπτυξη και ομοιόσταση των ζωικών ειδών.
- Να παρουσιάσει τους τρόπους δράσης των ορμονών στους ζωικούς οργανισμούς.
- Να παραθέσει βασικές έννοιες και γνώσεις που θα αποτελέσουν θεμέλιο για την κατανόηση περαιτέρω εξειδικευμένων μαθημάτων στα επόμενα εξάμηνα.



Προσδοκώμενα αποτελέσματα

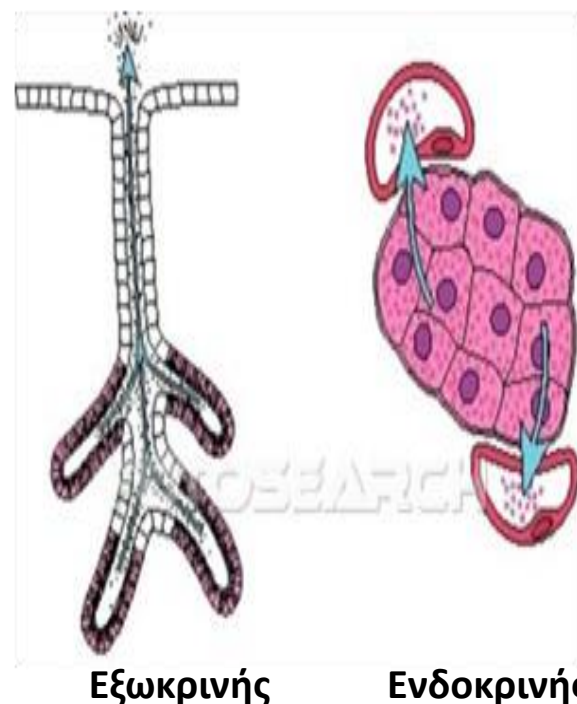
- Όταν θα έχετε ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου και του υλικού που παρουσιάζεται στη διάλεξη θα είσαστε σε θέση να:
- διακρίνετε τις διαφορές μεταξύ ενδοκρινών και εξωκρινών αδένων και τους μηχανισμούς θετικής και αρνητικής ανάδρασης στα ζώα.
- αντιλαμβάνεστε την ιδιαιτερότητα δράσης της κάθε ορμόνης ως παράγωγο της ιδιαίτερης δομής της.
- εξηγείτε τους διαφορετικούς μηχανισμούς που μετατρέπουν μια βιοχημική αντίδραση σε απόκριση από τα κύτταρα και τους ιστούς.

Λέξεις – κλειδιά: Εξωκρινής-Ενδοκρινής αδένας, Θετική-Αρνητική ανάδραση, Διαμεμβρανικοί-Πυρηνικοί υποδοχείς.



Εξωκρινείς αδένες

- Εκβολή εκκρίματος:
 - στο κυκλοφορικό σύστημα=ενδοκρινείς αδένες
 - σε ελεύθερη επιφάνεια=εξωκρινείς αδένες
- Υπάρχουν σε μεγάλη μορφολογική και φυσιολογική ποικιλία σε ζωικούς οργανισμούς.
- π.χ. **αδένες παραγωγής φερομονών, ορώδεις αδένες, βλεννογόνοι αδένες, πάγκρεας, σμηγματογόνοι αδένες, ιδρωτοποιοί αδένες, μαστικοί αδένες, σιελογόνοι αδένες, προστάτης, κ.α.**
- Διακρίνονται σε: **μεροκρινικούς** (παραγωγή έκκρισης από τα κύτταρα (σιελογόνοι)), **αποκρινικούς** (παραγωγή έκκρισης από τμήμα των κυττάρων (μαστικοί) και **ολοκρινικούς** (παραγωγή έκκρισης μαζί με τα κύτταρα (σμηγματογόνοι)).



1



Ενδοκρινείς αδένες: Βασικά στοιχεία

Οι ενδοκρινείς αδένες παράγουν εκκρίσεις που προκαλούν φυσιολογικές αντιδράσεις σε **κύτταρα-στόχους**. Θα μπορούσαμε να πούμε το ίδιο για τους εξωκρινείς αδένες.

Ο τρόπος δράσης των εκκρίσεων μπορεί να είναι:

- **Ενδοκρινικός** (σχέση με την απόσταση μετάδοσης του σήματος),
- **Παρακρινικός** (δράση σε διπλανό κύτταρο από το κύτταρο έκκρισης) και
- **Αυτοκρινικός** (δράση στο ίδιο κύτταρο από το οποίο εκκρίνεται) (εδώ οι όροι μπορούν να συμπεριλάβουν και τους νευροδιαβιβαστές).
- Το ενδοκρινικό σύστημα και ο ενδοκρινικός τρόπος δράσης είναι ένας **αργός τρόπος δράσης**.
- Αλλά χρειάζονται **πολύ χαμηλά επίπεδα ορμόνης** στο κυκλοφορικό σύστημα για να επιτευχθεί απόκριση από το κύτταρο-στόχο. (ορμονικοί τίτλοι της τάξης του 1 nM ή λιγότερο).

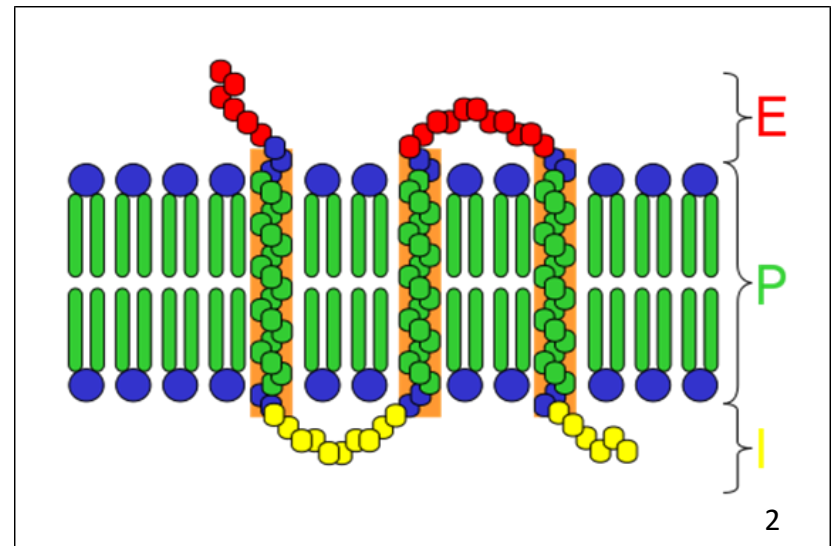


Μηχανισμοί δράσης ορμονών

- Οι ορμόνες δρούν μέσω των υποδοχέων τους.
- 2 είδη υποδοχέων ορμονών:
- 1. **διαμεμβρανικοί υποδοχείς** και 2. **πυρηνικοί υποδοχείς**

Για να τα ξεχωρίζουμε εύκολα:

- **Λιποδιαλυτές ορμόνες: έχουν πυρηνικούς υποδοχείς.**
- **Υδατοδιαλυτές ορμόνες: έχουν διαμεμβρανικούς υποδοχείς.**



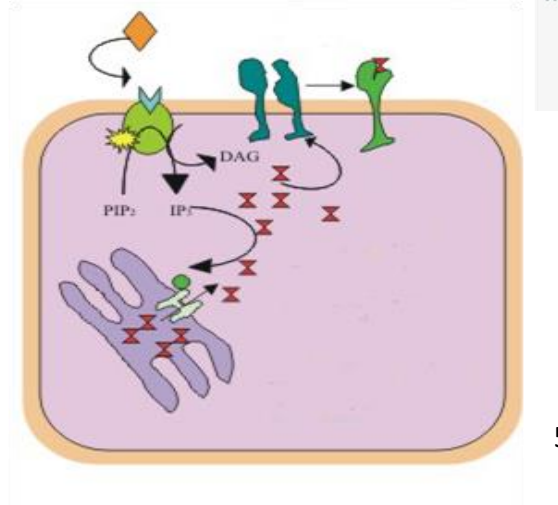
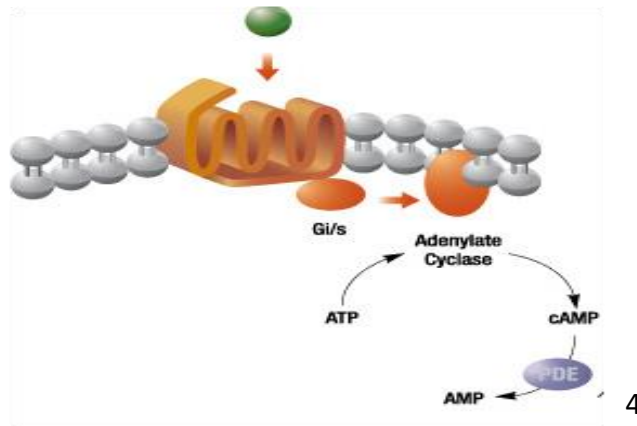
Διαμεμβρανικός υποδοχέας



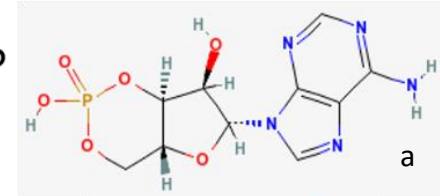
Μηχανισμοί δράσης ορμονών: δεύτεροι αγγελιοφόροι

Σύστημα μετάδοσης σήματος που παράγει 3 συνολικά δεύτερους αγγελιοφόρους:

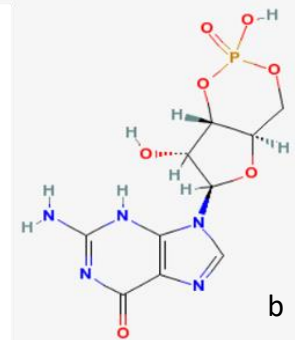
- Ασβέστιο
- Τριφωσφορική ινοσιτόλη (IP_3)
- Διακυλγλυκερόλη (DAG)



cAMP



cGMP

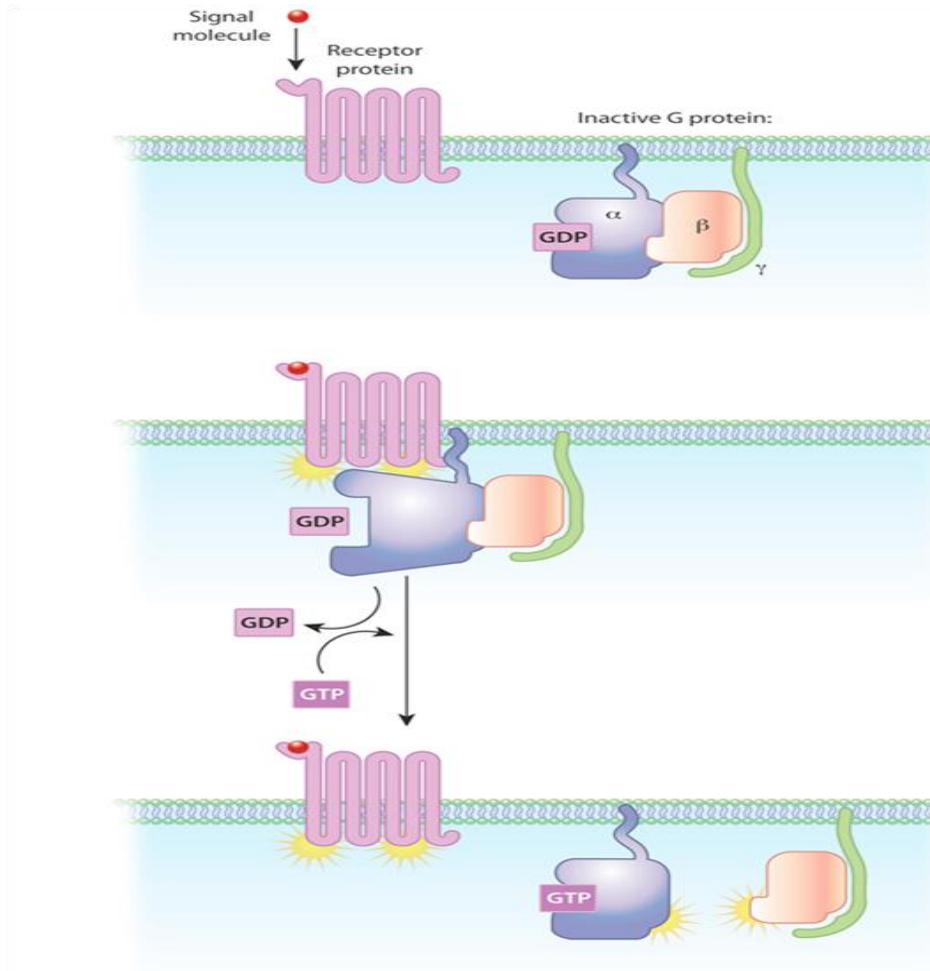


3



Εισαγωγή στο Χημικό Συντονισμό

Μηχανισμοί μετάδοσης σήματος στο κύτταρο 1/9

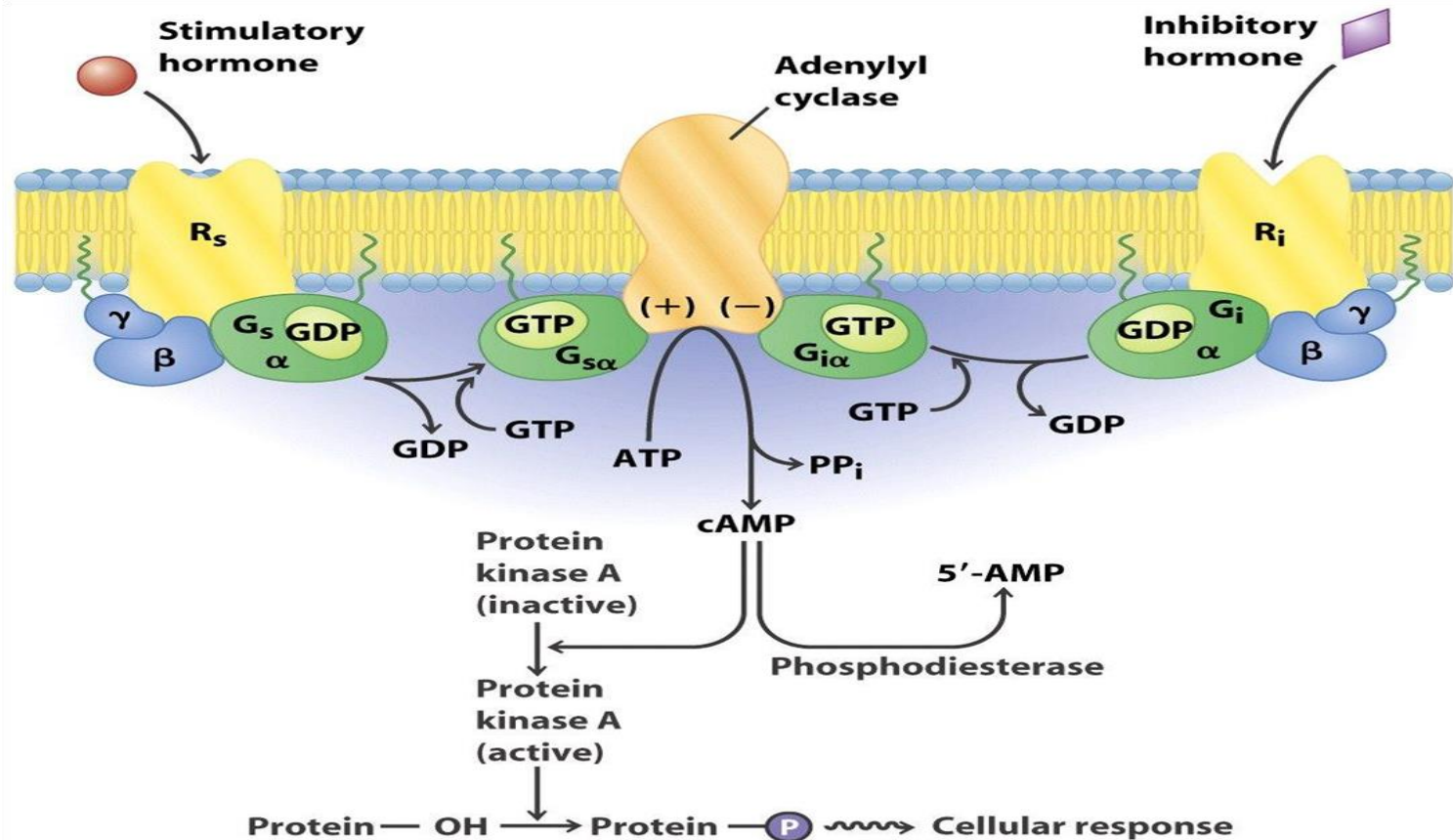


6



Εισαγωγή στο Χημικό Συντονισμό

Μηχανισμοί μετάδοσης σήματος στο κύτταρο 2/9



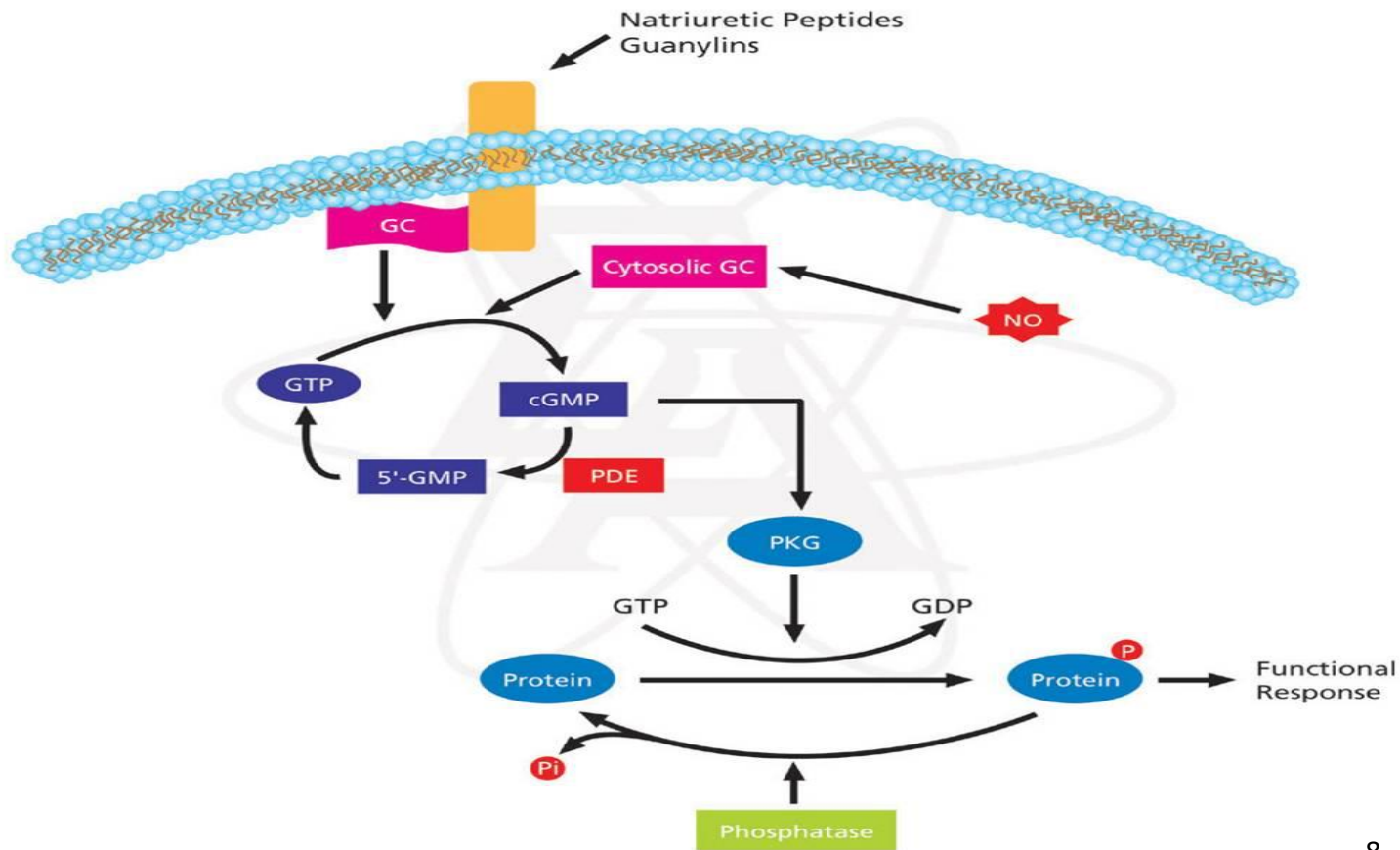
Principles of Biochemistry, 4/e
© 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

7



Εισαγωγή στο Χημικό Συντονισμό

Μηχανισμοί μετάδοσης σήματος στο κύτταρο 3/9

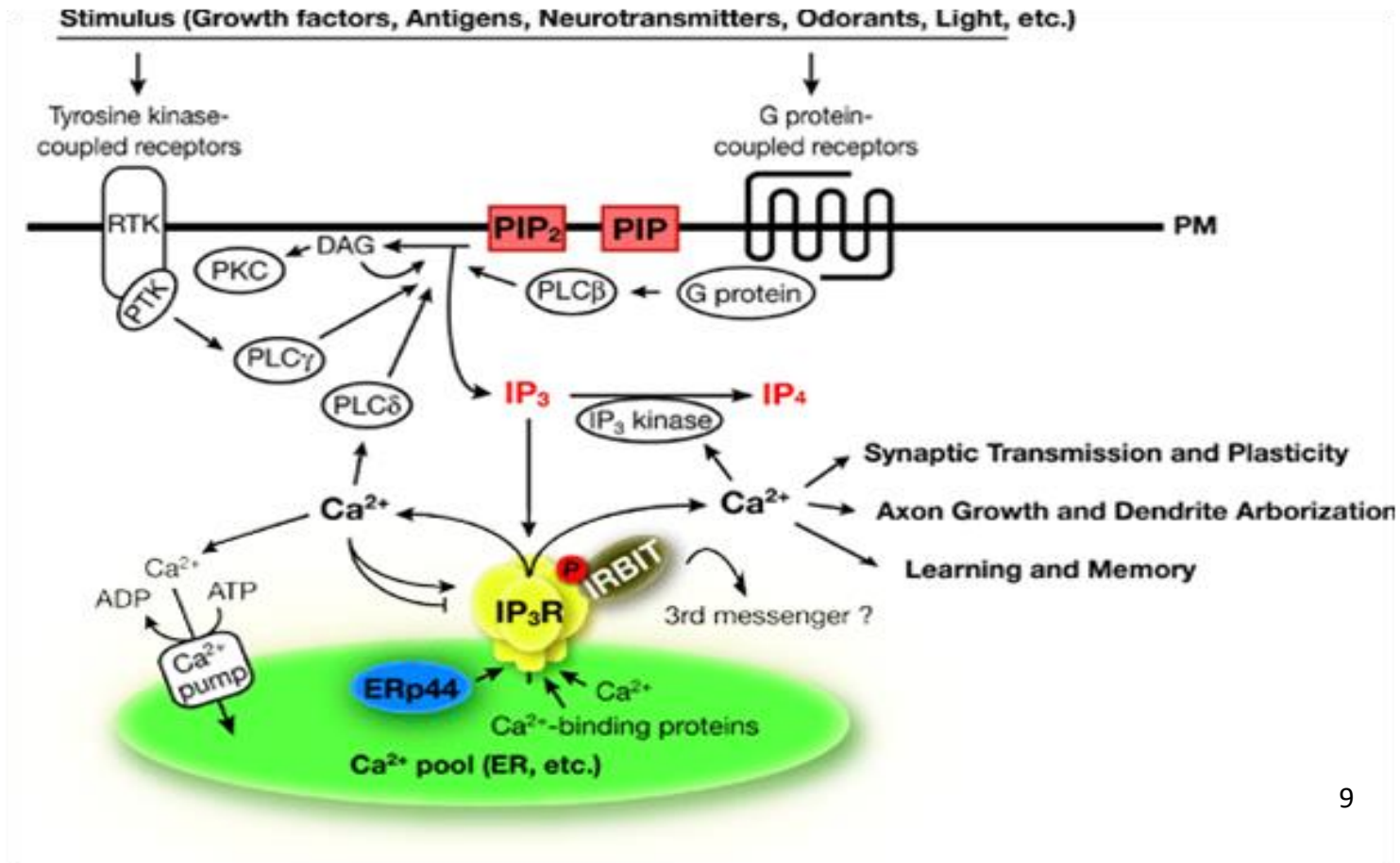


8



Εισαγωγή στο Χημικό Συντονισμό

Μηχανισμοί μετάδοσης σήματος στο κύτταρο 4/9

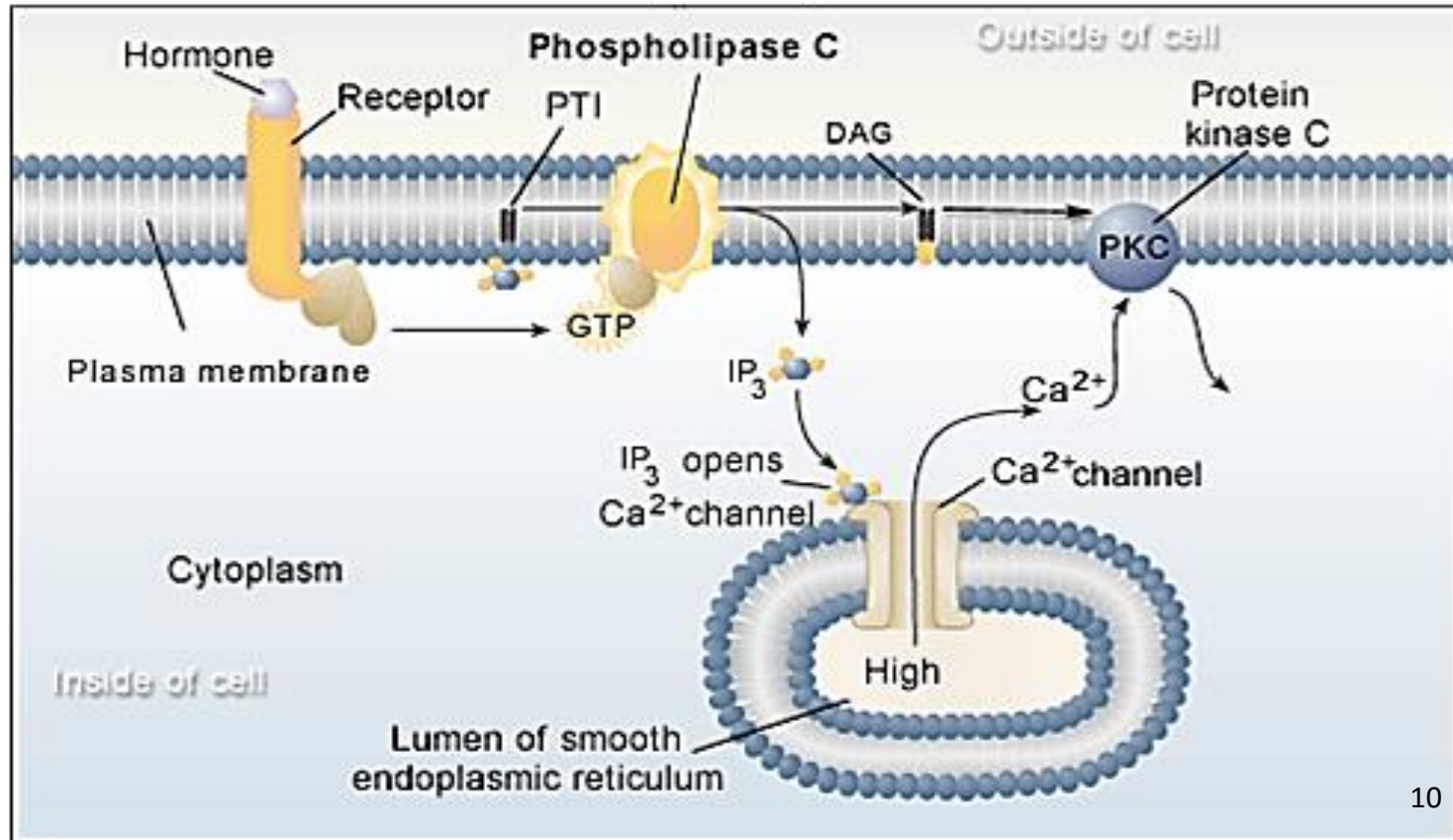


9

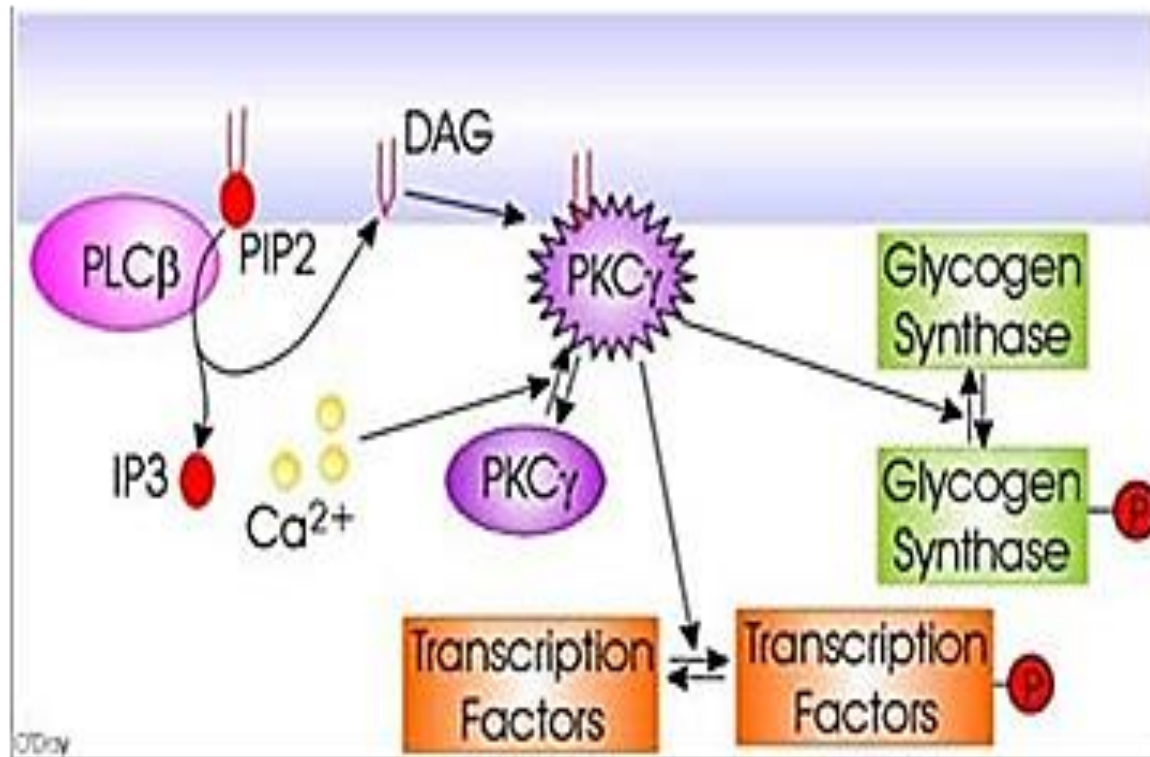


Εισαγωγή στο Χημικό Συντονισμό

Μηχανισμοί μετάδοσης σήματος στο κύτταρο 5/9



Η διακυλγλυκερόλη (DAG) ως δεύτερος αγγελιοφόρος

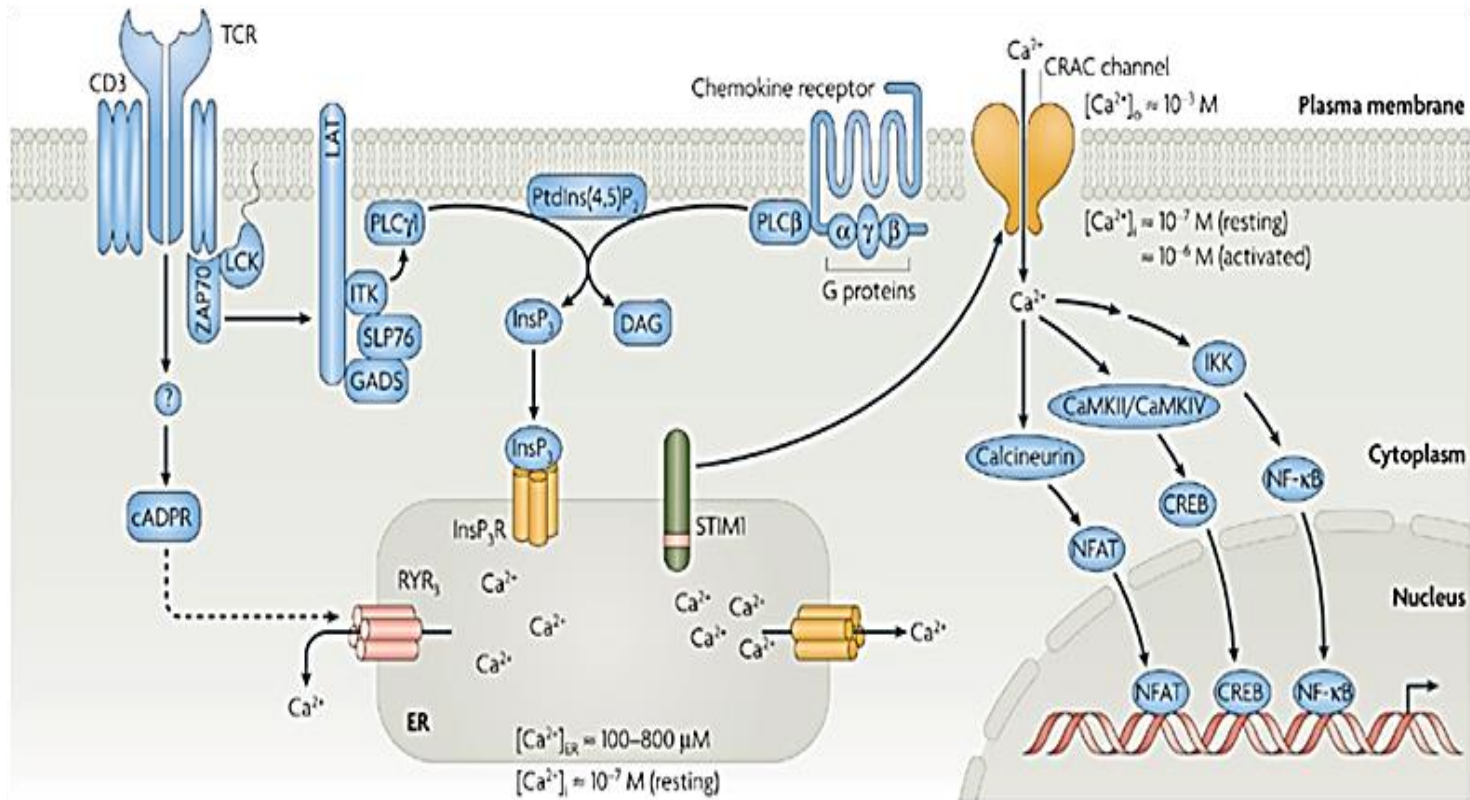


11



Εισαγωγή στο Χημικό Συντονισμό

Μηχανισμοί μετάδοσης σήματος στο κύτταρο 6/9



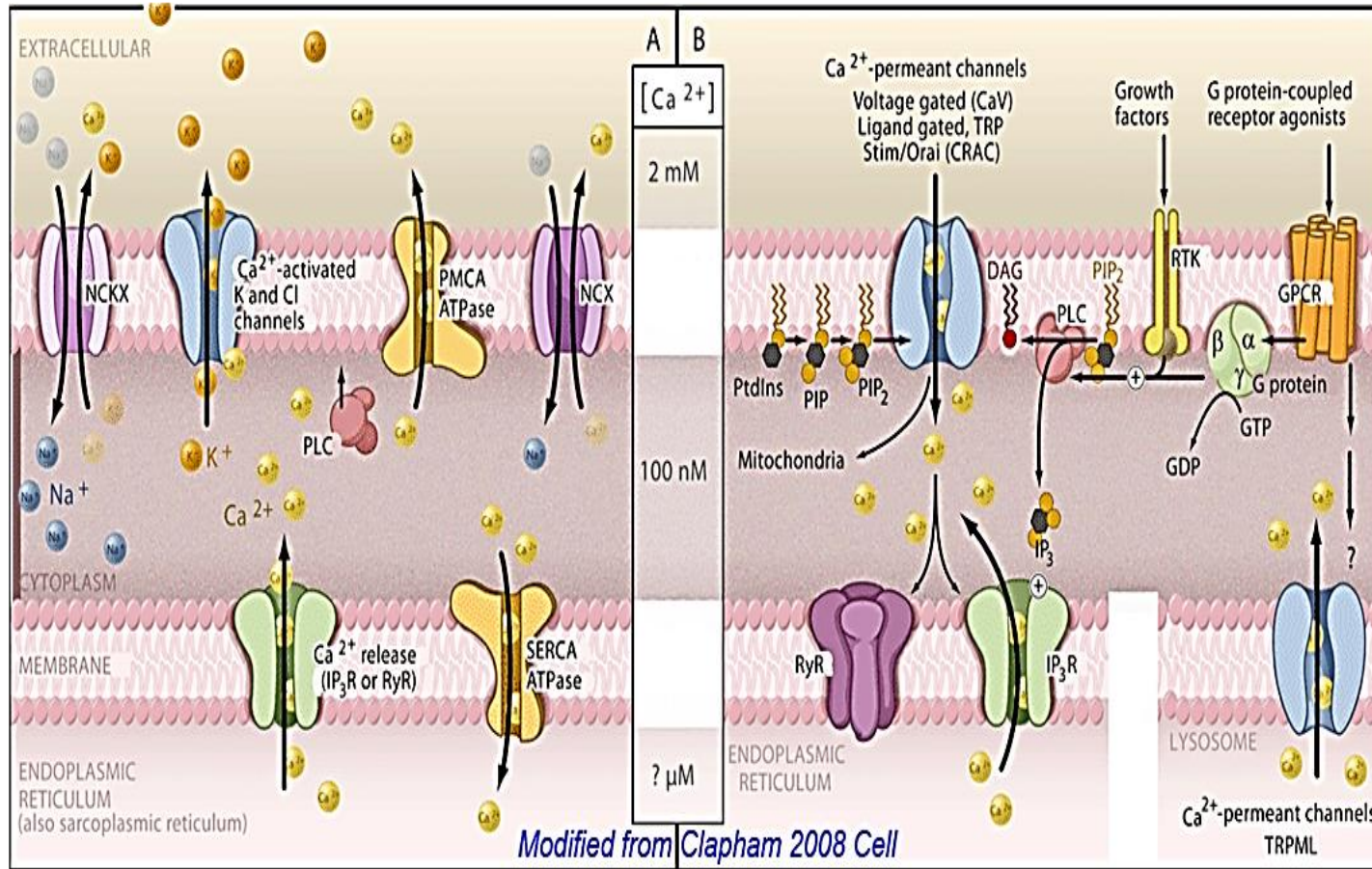
12

Nature Reviews | Immunology



Εισαγωγή στο Χημικό Συντονισμό

Μηχανισμοί μετάδοσης σήματος στο κύτταρο 7/9

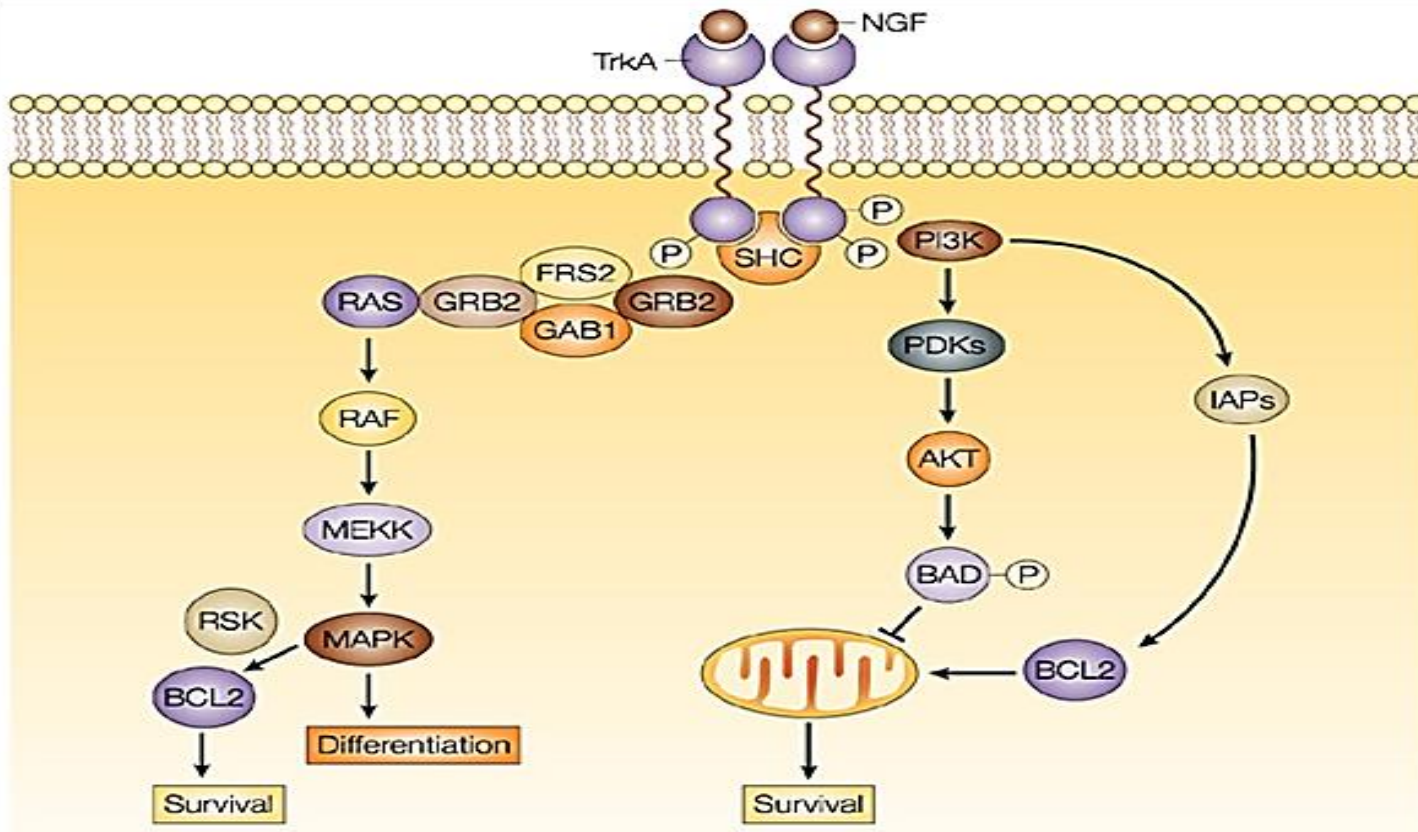


13



Εισαγωγή στο Χημικό Συντονισμό

Μηχανισμοί μετάδοσης σήματος στο κύτταρο 8/9

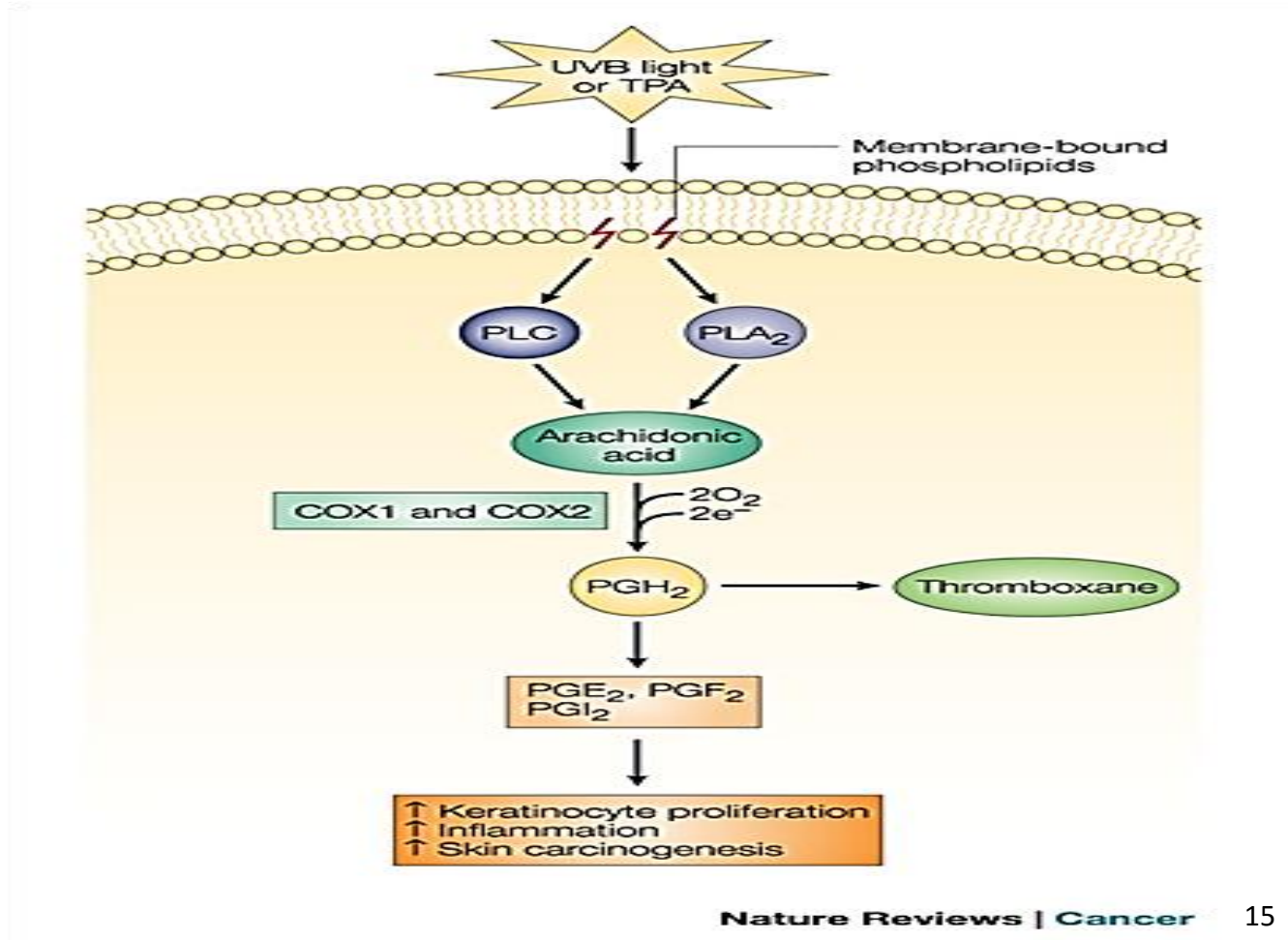


Nature Reviews | Cancer 14

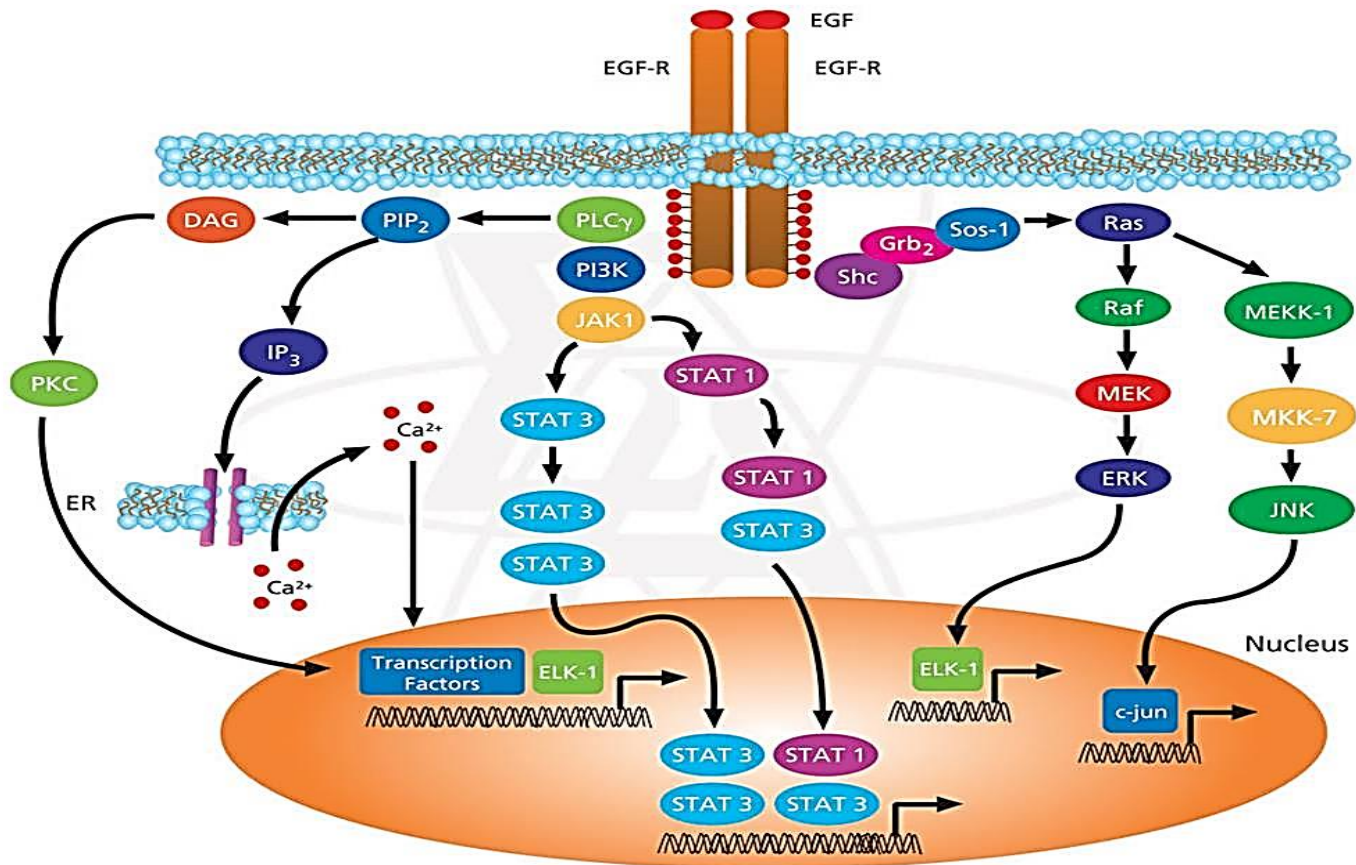


Εισαγωγή στο Χημικό Συντονισμό

Μηχανισμοί μετάδοσης σήματος στο κύτταρο 9/9



Περισσότερη πολυπλοκότητα: Μεταφορά σήματος από αυξητικούς παράγοντες



16



Είδη ορμονών – Τρόποι δράσης: Ορμόνες Ασπονδύλων

Στα έντομα, για παράδειγμα, έχουμε...

Πολλά νευροπεπτίδια.....

- Νεανική ορμόνη
- Προθωρακικοτροπική ορμόνη
- Βομβυξίνη
- Ορμόνη εκκόλαψης (Ecdlosion hormone)
- Ορμόνη πρόκλησης έκδυσης
- Μπουρσικόνη (Bursicon)
- Ορμόνη διάπαυσης
- Αλλατοτροπίνη
- Αλλατοστατίνη
- Αδιποκινητική ορμόνη
- Διουρητική ορμόνη
- CCAP
- Ορμόνη πρόκλησης σύνθεσης της φερορμόνης

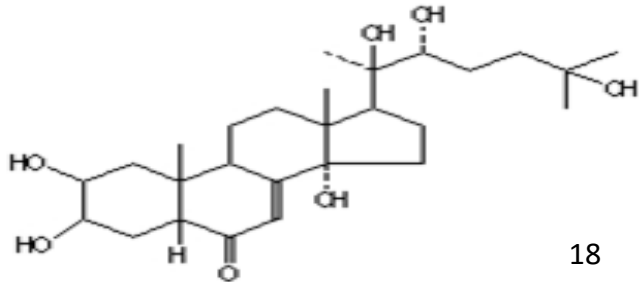


17



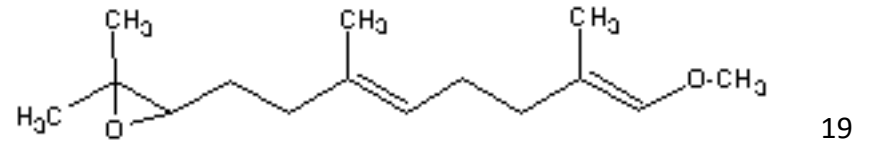
Είδη ορμονών – Τρόποι δράσης:

Τρόπος δράσης της εκδυσόνης και της νεανικής ορμόνης

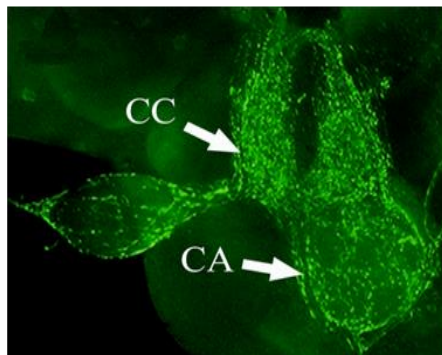


Εκδυσόνη

χαρακτηρίζει την κατηγορία των Εκδυσοζώνων

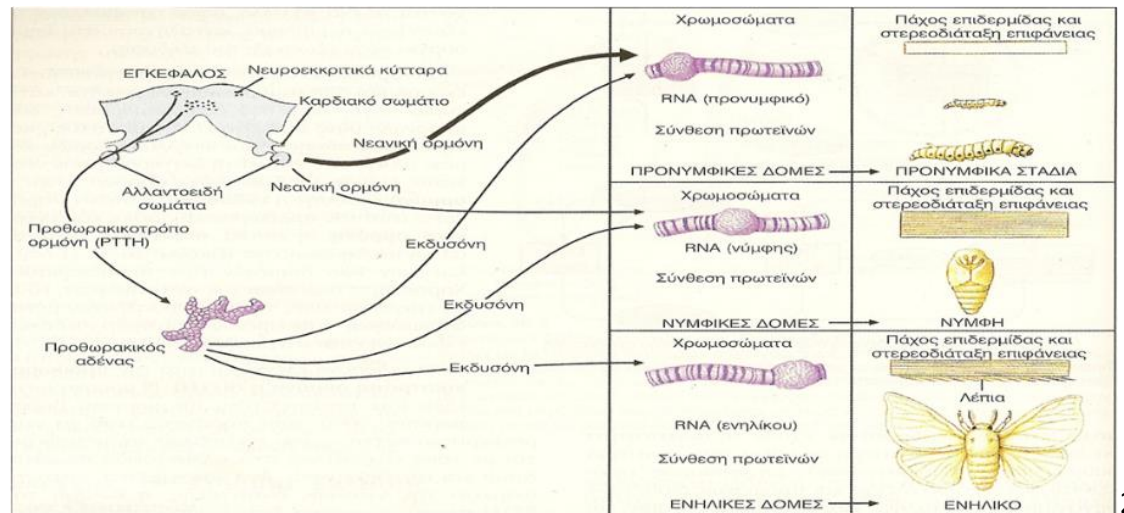


Νεανική ορμόνη (τερπένιο)



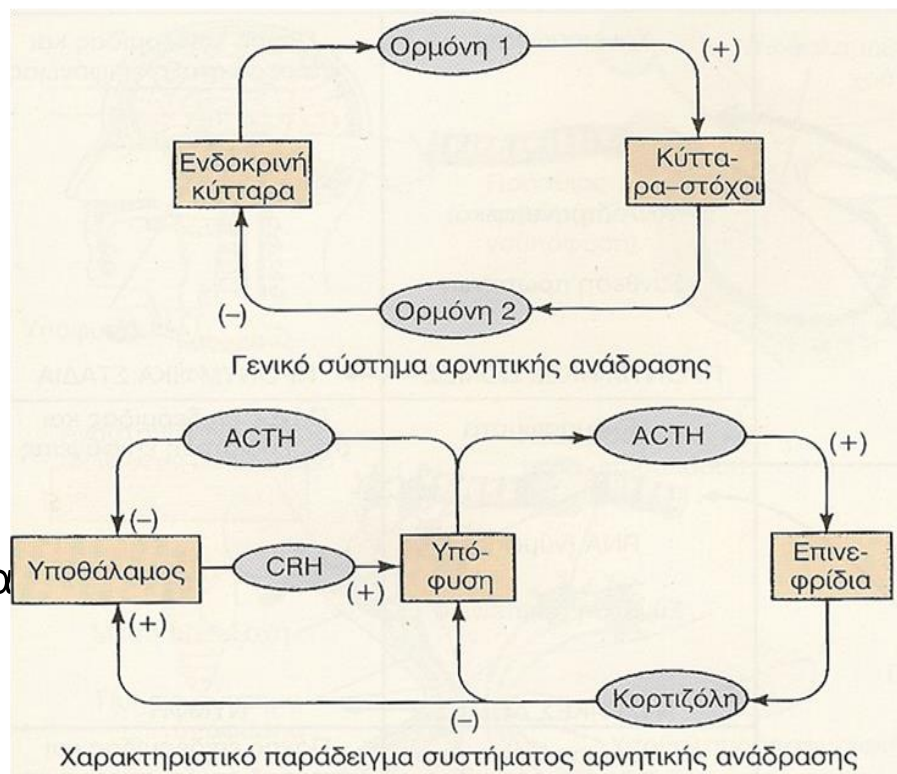
CC: καρδιακά σωμάτια,
CA: αλλαντοειδή σωμάτια

20

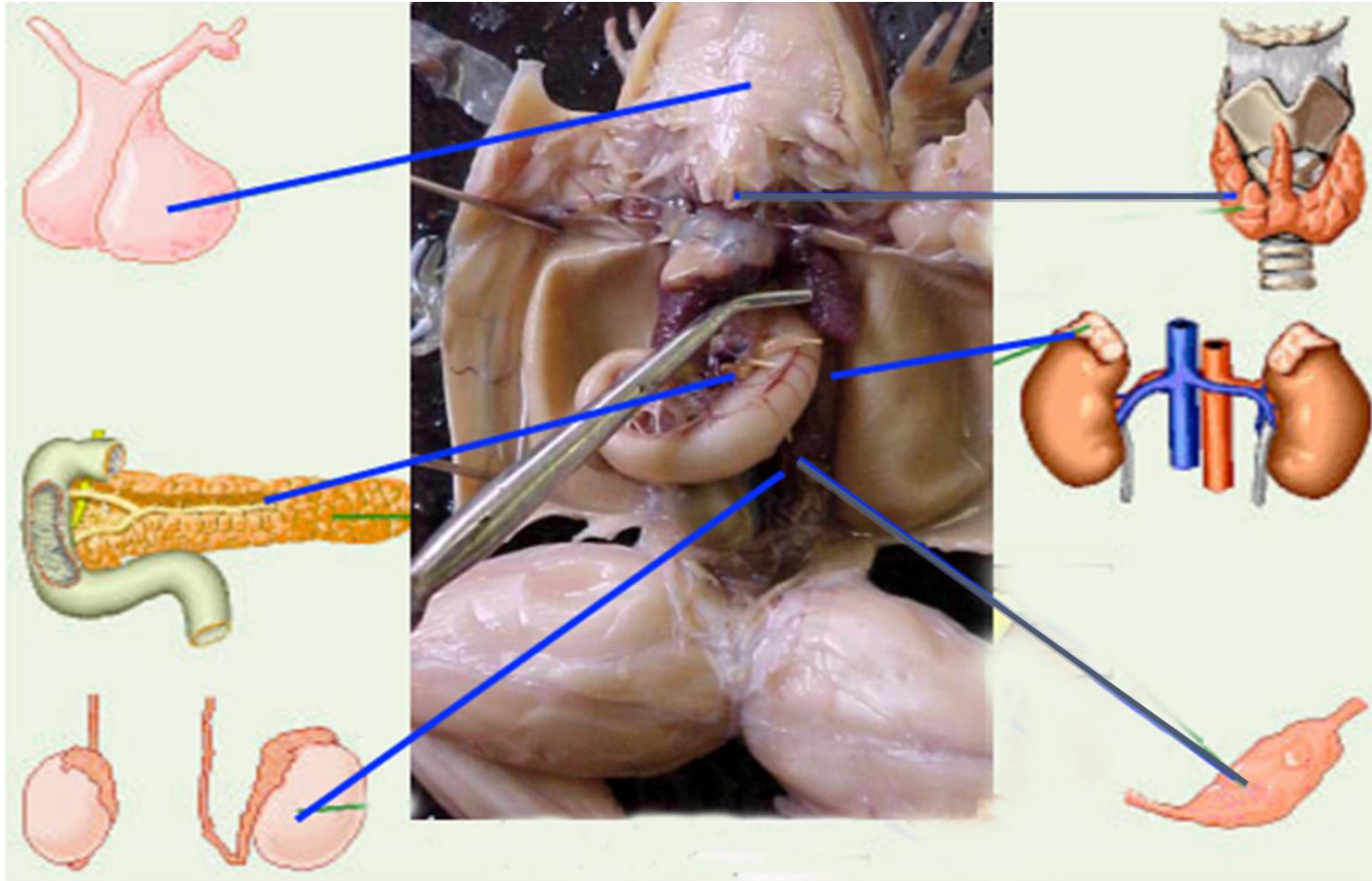


Είδη ορμονών – Τρόποι δράσης: Τι είναι αρνητική / θετική ανάδραση

- **Αρνητική ανάδραση:** Είναι η πλέον συνήθης και λαμβάνει χώρα όταν τα επίπεδα μιας ορμόνης σηματοδοτούν έμμεσα ή άμεσα στα κύτταρα παραγωγής της **να σταματήσουν την έκκρισή της**.
- **Θετική ανάδραση:** Αρκετά σπάνια και λαμβάνει χώρα όταν τα επίπεδα μιας ορμόνης σηματοδοτούν έμμεσα ή άμεσα στα κύτταρα παραγωγής της **να αυξήσουν την έκκριση της** (παράδειγματα: η **ωκυτοκίνη** στον τοκετό και η **οιστραδιόλη** στην έκκριση της ωχρινοποιητικής ορμόνης).



Είδη ορμονών – Τρόποι δράσης: Ορμόνες Σπονδυλοζώων – Ενδοκρινείς αδένες



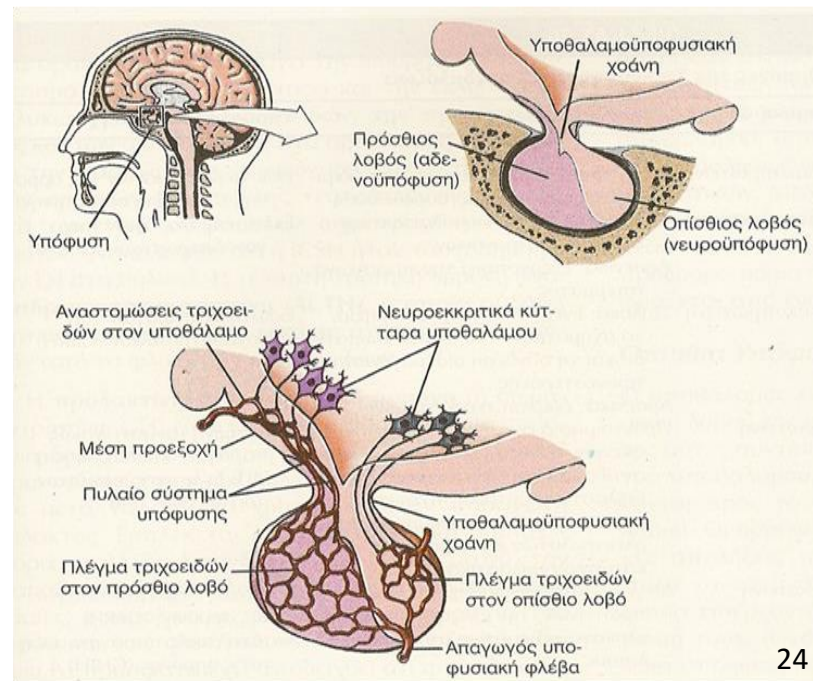
23



Είδη ορμονών – Τρόποι δράσης: Δομή υποθαλάμου - υπόφυσης

Ορμόνες της Υπόφυσης:

- Υπάρχουν πολλές και έτσι ένας τρόπος να θυμόμαστε τις ορμόνες της πρόσθιας υπόφυσης είναι τα αρχικά: **FLAT PEG** (**F**SH, **L**H, **A**CTH, **T**SH, **P**rolactin, **E**ndorphins και **G**H).
- Ένας άλλος τρόπος να τις θυμόμαστε είναι ανάλογα με τα κύτταρα που τις παράγουν (οξεόφιλα ή βασεόφιλα). Έτσι έχουμε τα αρχικά: **GP-A**
- B-FLAT** "**G**H, **P**rolactin-**A**cidophiles (οξεόφιλα)" "(**β**ασεόφιλα) **B**asophiles- **F**SH,**L**H,**A**CTH,**T**SH".



24



Θυρεοτροπίνη (TSH):

Δομή: Γλυκοπρωτεΐνη αποτελούμενη από 2 υπομονάδες (α-υπομονάδα και β-υπομονάδα) (Μορ. Βάρος 32 kDa (13+15+ υδατάνθρακες)).

Δεύτερος αγγελιοφόρος: cAMP

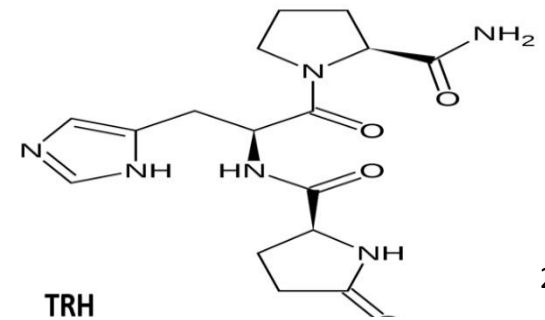
Εκκρίνεται από: Πρόσθια υπόφυση

Υποθαλαμικός έλεγχος: Εκλυτικός παράγοντας θυρεοτροπίνης (TRH) (τριπεπτίδιο (πρωτοταγής δομή: Glu-His-Pro-NH₂) από πρόδρομο πολυπεπτίδιο.

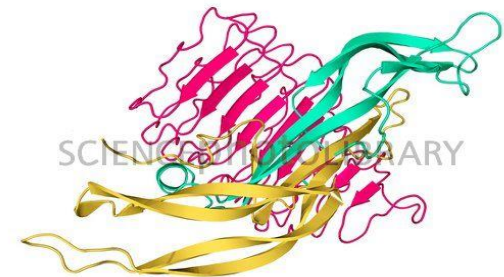
Ενεργοποιεί: Τα θυλακιώδη κύτταρα του θυροειδή αδένου.

Δράση: Προκαλεί πρόσληψη/παρακράτηση ιωδίου στον θυροειδή αδένου μέσω αύξησης των επιπέδων των πρωτεϊνών θυρογλοβίνη, περοξειδάση της θυροξίνης και συµμεταφορέα νατρίου-ιωδίου.

Σχόλια: Κλασικό μονοπάτι αρνητικής ανάδρασης.



25



TSH

26



Θυλακιοτρόπος (FSH) 1/2

Δομή: Γλυκοπρωτεΐνη αποτελούμενη επίσης από 2 υπομονάδες (α-υπομονάδα και β-υπομονάδα) (Μορ. Βάρος 32 kDa (13+15+υδατάνθρακες)).

Δεύτερος αγγελιοφόρος: cAMP (πολύπλοκο).

Εκκρίνεται από: Πρόσθια υπόφυση.

Υποθαλαμικός έλεγχος: Εκλυτικός παράγοντας γοναδοτροπινών (GnRH) (δεκαπεπτίδιο (πρωτοταγής δομή: Glu-His-Trp-Ser-Tyr-Gly-Leu-Arg-Pro-Gly-NH₂) από πρόδρομο πολυπεπτίδιο.

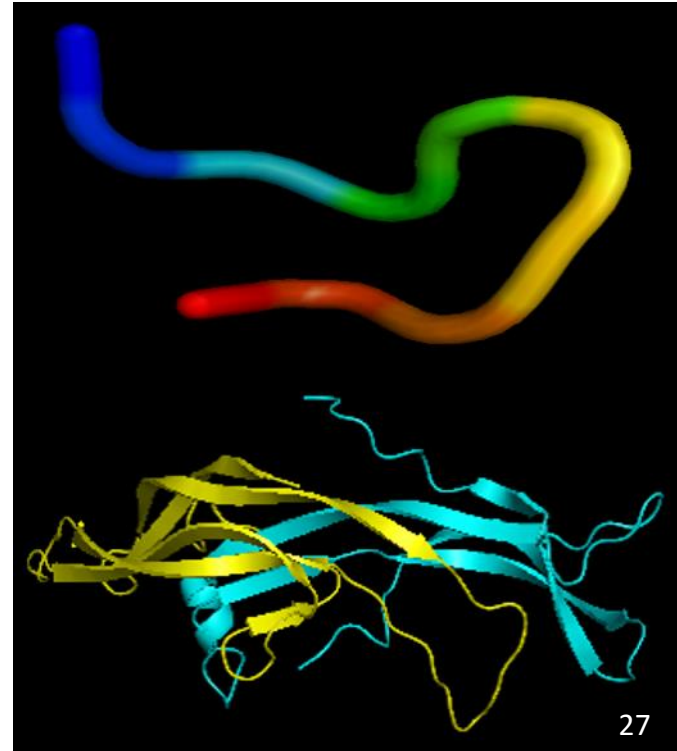
Ενεργοποιεί: Τα κύτταρα της κοκκιώδους στοιβάδας της ωοθήκης (θηλυκά), τα κύτταρα του Sertoli (αρσενικά).



Θυλακιοτρόπος (FSH) 2/2

Δράση: Προκαλεί την παραγωγή της πρωτεΐνης πρόσδεσης των ανδρογόνων από τα κύτταρα του Sertoli (αρσενικά). Την έκφραση του ενζύμου αρωματάση (παραγωγή οιστραδιόλης) και την έκφραση του υποδοχέα της LH.

Σχόλια: Και εδώ έχουμε μονοπάτι αρνητικής ανάδρασης .

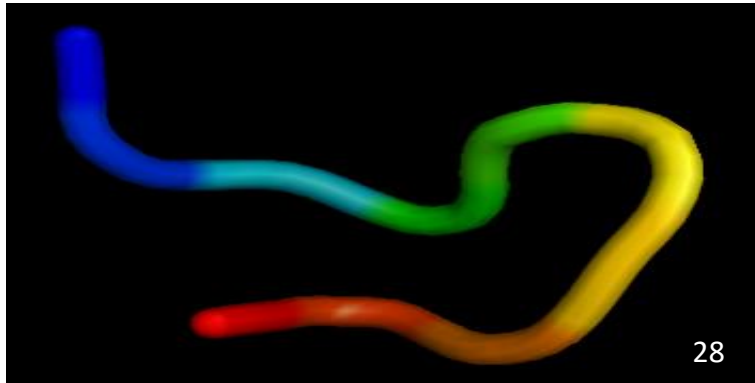


Ωχρινοποιητική ορμόνη (LH) 1/2

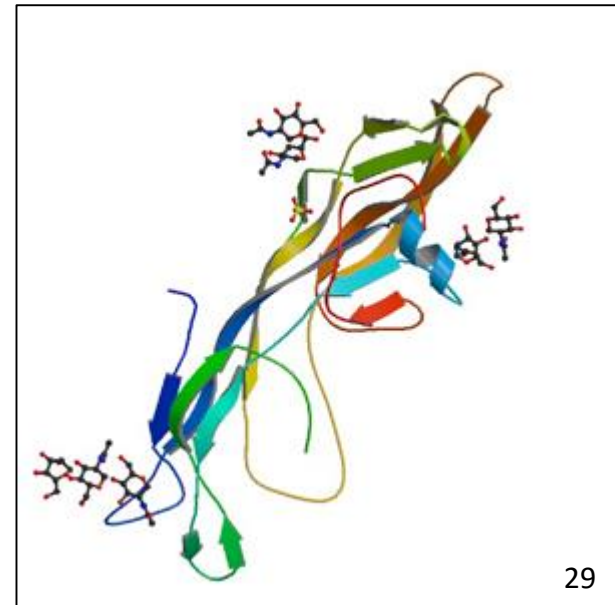
- **Δομή:** Γλυκοπρωτεΐνη αποτελούμενη επίσης από 2 υπομονάδες (α-υπομονάδα και β-υπομονάδα) (Μορ. Βάρος 32 kDa (13+15+ υδατάνθρακες).
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** cAMP (πολύπλοκο).
- **Εκκρίνεται από:** Πρόσθια υπόφυση.
- **Υποθαλαμικός έλεγχος:** Επίσης ο εκλυτικός παράγοντας γοναδοτροπινών (GnRH) (δεκαπεπτίδιο (πρωτοταγής δομή: Glu-His-Trp-Ser-Tyr-Gly-Leu-Arg-Pro-Gly-NH₂) από πρόδρομο πολυπεπτίδιο.
- **Ενεργοποιεί:** Τα ωχρινικά κύτταρα και τα κύτταρα της κοκκιώδους στοιβάδας της ωοθήκης (θηλυκά), τα κύτταρα του Leydig (αρσενικά).
- **Δράση:** Προκαλεί την παραγωγή της τεστοστερόνης από τα κύτταρα του Leydig (αρσενικά). Την παραγωγή προγεστερόνης από τα ωχρινικά και κοκκιώδη κύτταρα της ωοθήκης.
- **Σχόλια:** Εδώ έχουμε μονοπάτι θετικής ανάδρασης για την έκκριση της LH μέσω των οιστρογόνων.



Ωχρινοποιητική ορμόνη (LH) 2/2



GnRH

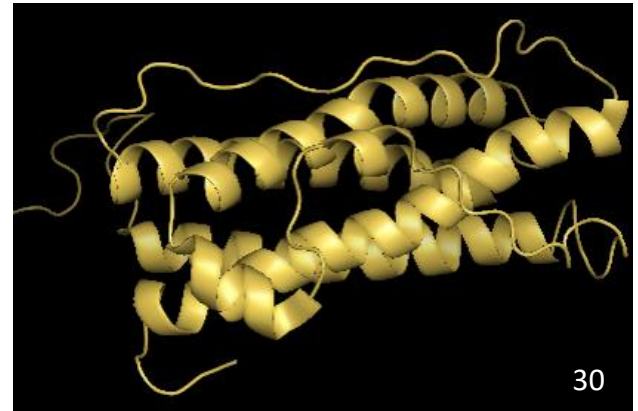


LH



Προλακτίνη 1/3

- **Δομή:** Γλυκοπρωτεΐνη (Μορ. Βάρος 26 kDa)
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** Υποδοχέας κινάσης τυροσίνης
- **Εκκρίνεται από:** Πρόσθια υπόφυση
- **Υποθαλαμικός έλεγχος:** Ανασταλτικός μέσω της ντοπαμίνης. Διεγερτικός μέσω του εκλυτικού παράγοντα της προλακτίνης (πολυπεπτίδιο 83 αμινοξέων (στον αρουραίο)).
- **Ενεργοποιεί:** Τα μυοεπιθηλιακά κύτταρα των μαστικών αδένων για την παραγωγή γάλακτος. Ο υποδοχέας της προλακτίνης έχει βρεθεί σε πολλά άλλα είδη κυττάρων εκτός από τους μαστικούς αδένες. Αυτό σχετίζεται με τη δράση της ορμόνης σε άλλους φυσιολογικούς μηχανισμούς (δείτε παρακάτω).



Προλακτίνη 2/3

- **Δράση:** Προκαλεί την παραγωγή γάλακτος από τους μαστικούς αδένες των **Θηλαστικών**. Αλλά έχουν βρεθεί και ταυτοποιηθεί μια πλειάδα από άλλες δράσεις σε διάφορα Σπονδυλόζωα.
- Αν πρέπει να συνοψιστούν οι δράσεις της θα μπορούσαμε να πούμε ότι το 50% αφορά φαινόμενα ανάπτυξης, το 40% φαινόμενα αναπαραγωγής, το 25% αφορά δράσεις στην ωσμωρρύθμιση, το 25% αφορά δράσεις σε επιδερμικούς ιστούς και το 35% αφορά δράσεις σε συνεργία με άλλες ορμόνες.



Προλακτίνη 3/3

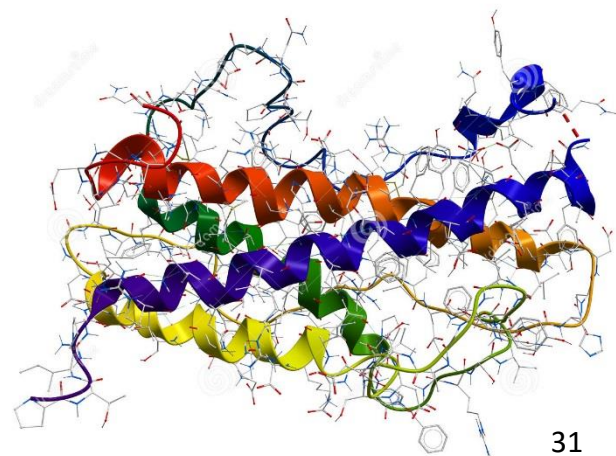
Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα δράσης:

- Διέγερση γονικής συμπεριφοράς στα Πτηνά,
- Σπερματογένεση και ωορρηξία στα Αμφίβια,
- Ανάπτυξη μελανοφόρων κυττάρων και αναγέννηση ιστών στα Αμφίβια, **Ωσμορρύθμιση στους Ιχθύες,**
- Αποβολή επιδερμίδας στα Ερπετά,
- Ανάπτυξη της αμάρας στα Αμφίβια,
- **Πιστεύεται ότι οι πλέον αρχέγονες δράσεις της προλακτίνης σχετίζονται με την ωσμορρύθμιση.**



Σωματοτροπίνη (GH)

- **Δομή:** Πρωτεΐνη (Μορ. Βάρος 25 kDa).
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** IP_3 /ασβέστιο μέσω της PLCγ.
- **Εκκρίνεται από:** Πρόσθια υπόφυση.
- **Υποθαλαμικός έλεγχος:** Ο εκλυτικός παράγοντας αυξητικής ορμόνης (GnRH) και η σωματοστατίνη
- **Ενεργοποιεί:** Αναβολική ορμόνη. Ενεργοποιεί πολλά είδη κυττάρων.
- **Δράση:** Προκαλεί την παραγωγή του αυξητικού παράγοντα της ινσουλίνης ο οποίος διαμεσολαβεί για την αύξηση μυϊκής μάζας, τη λιπολυτική δράση κ.α.
- **Σχόλια:** Η παρουσία της σωματοτροπίνης έχει εντοπιστεί στα άλλα Σπονδυλόζωα.



31

Download from
Dreamstime.com

23148812
Leonid Andronov | Dreamstime.com

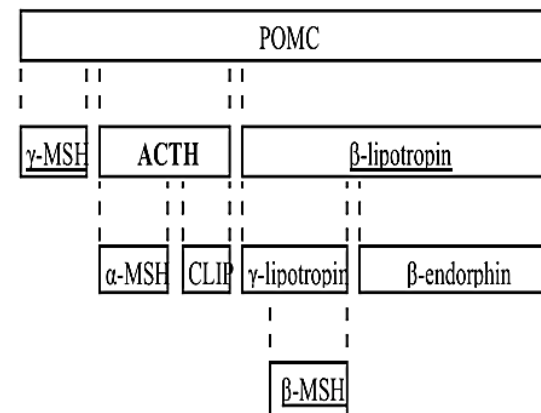


Αδρενοκορτικοτροπίνη (ACTH)

- **Δομή:** Παράγεται από πρόδρομη πρωτεΐνη όπως φαίνεται στο σχήμα (Μορ. Βάρος 5 kDa).
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος: cAMP.**
- **Εκκρίνεται από: Πρόσθια υπόφυση.**
- **Υποθαλαμικός έλεγχος:** Ο εκλυτικός παράγοντας κορτικοτροπίνης (CRH) (πολυπεπτίδιο από πρόδρομο μόριο).
- **Ενεργοποιεί: Τα αδρενοκορτικοειδή κύτταρα των επινεφριδίων**
- **Δράση:** Προκαλεί την σύνθεση και έκκριση γλυκο- και μεταλλο-κορτικοστεροειδών και ανδρογόνων με ενεργοποίηση της πρόσληψης και του μεταβολισμού της χοληστερόλης.
- **Σχόλια:** Παρουσία μονοπατιού αρνητικής ανάδρασης από τα αδρενοκορτικοειδή.

Προ-οπιομελανοκορτικοτροπίνη
(αδρενοκορτικοτροπίνη/ β-λιποτροπίνη/
α-μελανοτροπίνη/ β-μελανοτροπίνη/ β-ενδορφίνη)

Παράγωγα προ-οπιομελανοκορτικοτροπίνης



32



Μελανοτροπίνη (MSH) 1/2

- **Δομή:** 3 διαφορετικά πεπτίδια παράγονται από πρόδρομη πρωτεΐνη όπως φάνηκε προηγουμένως (α -MSH (13 αμινοξέα, β -MSH (18 αμινοξέα) γ -MSH (11 αμινοξέα)).
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** cAMP και IP_3 /ασβέστιο μέσω της PLC β .
- **Εκκρίνεται από:** Πρόσθια υπόφυση.
- **Έλεγχος έκκρισης:** Ντοπαμίνη (ανασταλτική δράση). Το τριπεπτίδιο (Pro-Leu-Gly-NH₂) πρωτεολυτικό προϊόν της ωκυτοκίνης παρεμποδίζει την έκκριση της MSH. Στους βατράχους έχει εντοπιστεί ένα πεπτίδιο 37 αμινοξέων.



Μελανοτροπίνη (MSH) 2/2

- **Ενεργοποιεί:** Τα μελανοκύτταρα στο δέρμα και στα τριχοθυλάκια των Θηλαστικών, τα μελανοφόρα κύτταρα των Αμφιβίων.
- **Δράση:** Προκαλεί την παραγωγή και εναπόθεση της μελανίνης από τα μελανοκύτταρα. Τη διασπορά της μελανίνης στα μελανοφόρα κύτταρα.
- (τα δεδομένα για τα άλλα είδη Σπονδυλοζώων είναι διφορούμενα με δράσεις να αναφέρονται για ένα είδος και όχι για άλλο). Παίζει ρόλο και σε μηχανισμούς πρόσληψης τροφής.
- **Σχόλια:** Μέγιστο επιστημονικό ενδιαφέρον υπάρχει στις μεταλλάξεις των υποδοχέων της MSH και τις επιπτώσεις που αυτές έχουν στο χρώμα των τριχών και του δέρματος.



Εγκεφαλικά νευροπεπτίδια

- **Δομή:** Παράγεται από πρόδρομη **πρωτεΐνη** όπως φάνηκε στο προηγούμενο σχήμα (Μορ. Βάρος 4 kDa)
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος: cAMP**
- **Εκκρίνεται από: Πρόσθια υπόφυση**
- **Υποθαλαμικός έλεγχος: Ασαφής**
- **Ενεργοποιεί: Νευρικά κύτταρα που φέρουν υποδοχείς των οπιοειδών**
- **Δράση:** Προκαλεί ενεργοποίηση των υποδοχέων των οπιοειδών και σχετίζεται με την αναστολή της δράσης ανασταλτικών νευροδιαβιβαστών (GABA)
- **Σχόλια:** Παράγεται σε όλα τα Σπονδυλόζωα εκτός από τα Άγναθα.
- Δεν έχει εντοπιστεί συγκεκριμένος ρόλος στα μη Θηλαστικά.

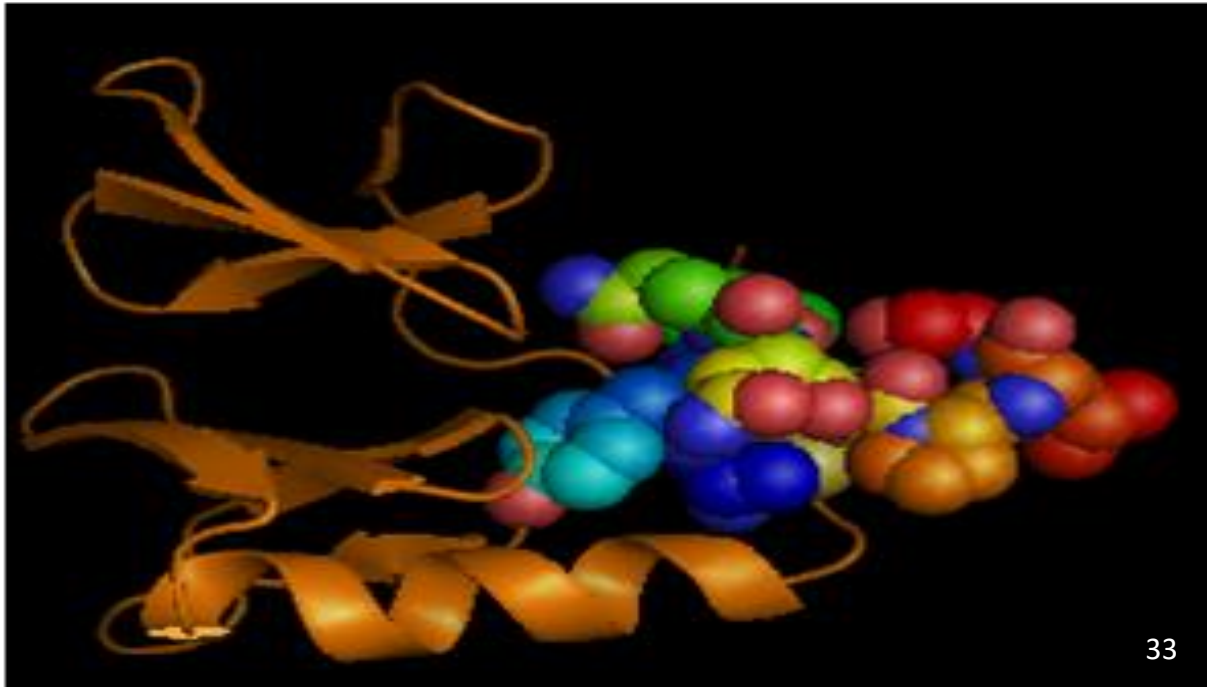


Ωκυτονίνη 1/2

- **Δομή:** Πεπτίδιο 9 αμινοξέων (Cys-Tyr-Ile-Gln-Asn-Cys-Pro-Leu-Gly) των Θηλαστικών. Εκκρίνεται από πρόδρομο μόριο που φέρει μαζί και την πρωτεΐνη μεταφορέα της (νευροφυσίνη I).
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** IP_3 /ασβέστιο μέσω της PLCβ.
- **Εκκρίνεται από:** Οπίσθια υπόφυση.
- **Έλεγχος έκκρισης:** Σύστημα θετικής ανάδρασης και μέσω νευροδιαβιβαστών.
- **Ενεργοποιεί:** Τα μυοεπιθηλιακά κύτταρα των μαστικών αδένων και τα κύτταρα του μυομητρίου και ενδομητρίου.
- **Δράση:** Προκαλεί την παραγωγή της γάλακτος από τους μαστικούς αδένες και τη σύσπαση της μήτρας κατά τον τοκετό.
- **Σχόλια:** Βρίσκεται μόνο στα Θηλαστικά, μοιάζει με τη βασοπρεσίνη και έχει πολλές δράσεις στα νευρικά κύτταρα του εγκεφάλου.



Ωκυτονίνη 2/2



Νευροφυσίνη I

Ωκυτοκίνη

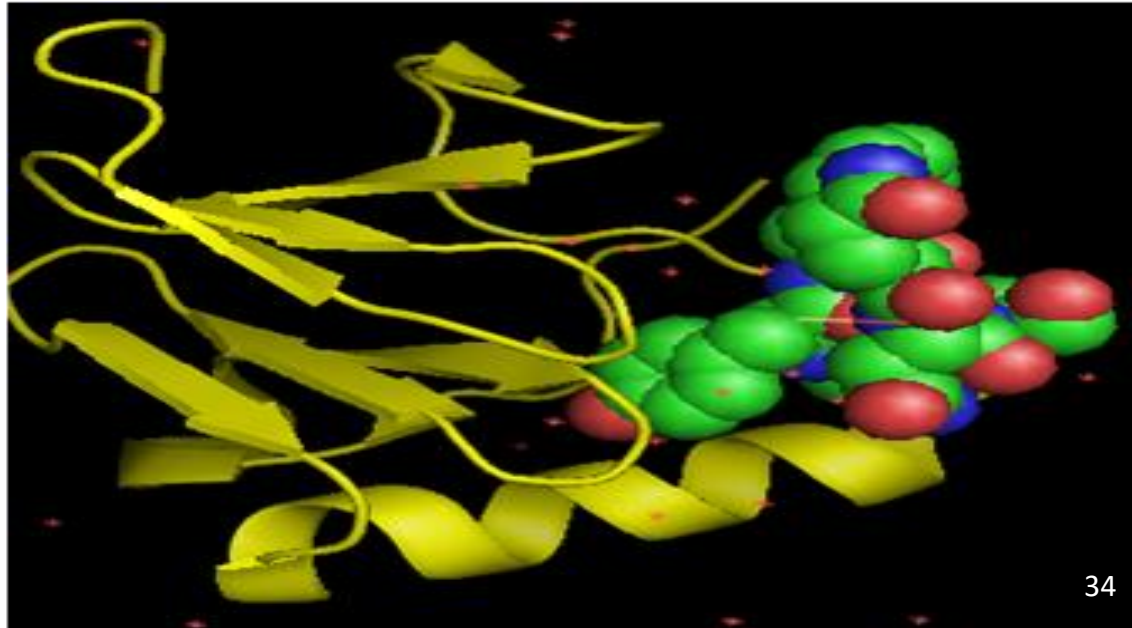


Βασοπρεσίνη ή ADH 1/2

- **Δομή:** Πεπτίδιο 9 αμινοξέων (Cys-Tyr-Phe-Gln-Asn-Cys-Pro-Arg-Gly). Εκκρίνεται από πρόδρομο μόριο που φέρει μαζί και την πρωτεΐνη μεταφορέα της (νευροφυσίνη II).
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** IP_3 /ασβέστιο μέσω της PLCβ και cAMP.
- **Εκκρίνεται από:** Οπίσθια υπόφυση.
- **Έλεγχος έκκρισης:** Πολύπλοκος και πολυπαραγοντικός. Ωσμουποδοχείς, Αγγειοτενσίνη II, άλλες ορμόνες.
- **Ενεργοποιεί:** Κύτταρα στα άπω εσπειραμένα σωληνάρια του νεφρού, κύτταρα στα αθροιστικά σωληνάρια του νεφρού, κύτταρα στην αγκύλη του Henle, άλλα και κύτταρα του κυκλοφορικού και κεντρικού νευρικού συστήματος.
- **Δράση:** Ελέγχει την κατακράτηση νερού από το σώμα. Αυξάνει την επαναπορρόφηση του νερού προκαλώντας αύξηση επιπέδων του μεταφορέα νερού (Ακουαπορίνη-2). Αυξάνει την επαναπορρόφηση της ουρίας. Αυξάνει την επαναπορρόφηση του νατρίου.
- **Σχόλια:** Έχει δειχθεί η σχέση της βασοπρεσίνης με τη μονογαμική συμπεριφορά ενός είδους τρωκτικών.



Βασοπρεσίνη ή ADH 2/2



Νευροφυσίνη II

Βασοπρεσίνη



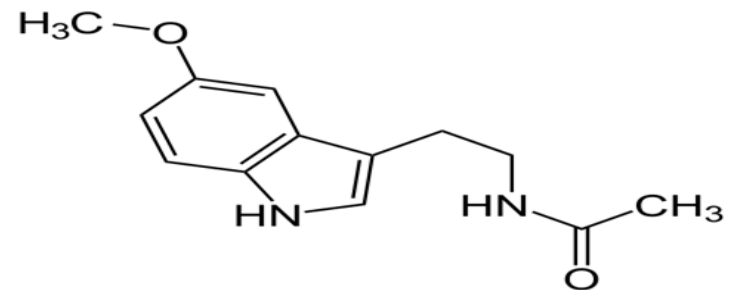
Αγγειοτονίνη (Vasotocin)

- **Δομή:** Πεπτίδιο 9 αμινοξέων (Cys-Tyr-Ile-Gln-Asn-Cys-Pro-Arg-Gly).
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** : (Εικάζεται) IP_3 /ασβέστιο μέσω της PLCβ.
- **Εκκρίνεται από:** Οπίσθια υπόφυση.
- **Δράση:** Είναι γνωστό ότι προκαλεί πρόωρη ωοτοκία στα Πτηνά και τα Αμφίβια και εκδήλωση συμπεριφοράς ζευγαρώματος στα Αμφίβια (σαλαμάνδρες).
- **Σχόλια:** Η ορμόνη αυτή **δεν έχει βρεθεί στα Θηλαστικά** αλλά έχει βρεθεί στα Άγναθα, Χονδριχθίες, Οστεϊχθίες, Ερπετά, Αμφίβια, Πτηνά.

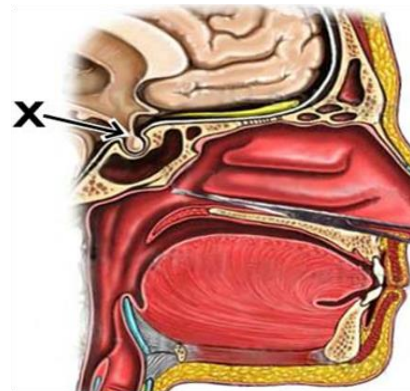


Μελατονίνη 1/3

- **Δομή:** N-ακετυλο-5-μεθοξυ-τροπταμίνη.
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** cAMP (μέσω Gi).
- Εκκρίνεται από: **Επίφυση.**
- **Έλεγχος έκκρισης:** Από περιοχή του υποθαλάμου που ονομάζεται υπερχιασματικός πυρήνας. Εξαιρετικά περίπλοκος έλεγχος έκκρισης.



35



36



37



Μελατονίνη 2/3

- **Ενεργοποιεί:** Οι υποδοχείς της μελατονίνης υπάρχουν σε μια πλειάδα κυττάρων και ιστών.

Δράση:

- Ρυθμίζει τον ημερήσιο ρυθμό στα Θηλαστικά και βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα τη νύχτα από ότι την ημέρα σε όλα τα είδη, ανεξάρτητα αν είναι νυκτόβια ή όχι.
- Χορήγηση μελατονίνης επηρεάζει τους αναπαραγωγικούς κύκλους μειώνοντας τα επίπεδα της LH.



Μελατονίνη 3/3

- Χορήγηση μελατονίνης παρεμποδίζει τη δράση του θυρεοειδούς αδένου σε νεαρά άτομα στα Αμφίβια και τα Θηλαστικά.
- Χορήγηση μελατονίνης παρεμποδίζει την αναπαραγωγική δραστηριότητα σε Αμφίβια, Ερπετά και Πτηνά ενώ έχει διττή δράση σε Οστεϊχθύες και Θηλαστικά.
- Χορήγηση **μελατονίνης** προκαλεί συγκέντρωση των **κυστιδίων μελανίνης** ή παρεμπόδιση της **σύνθεσης μελανίνης** σε όλα τα Σπονδυλόζωα εκτός από τα Πτηνά.
- Ανταγωνίζεται τη δράση της MSH στο δέρμα των Αμφιβίων και παρεμποδίζει την διάχυση των χρωστικών στα μελανοφόρα κύτταρα του δέρματος των ζώων αυτών.

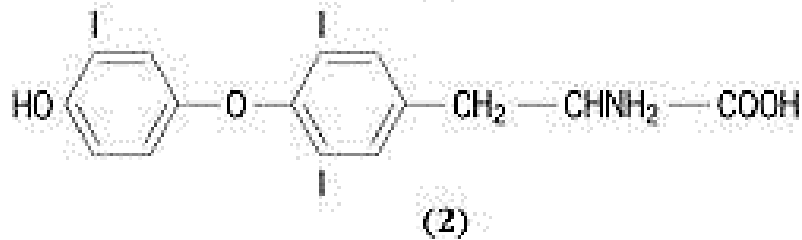
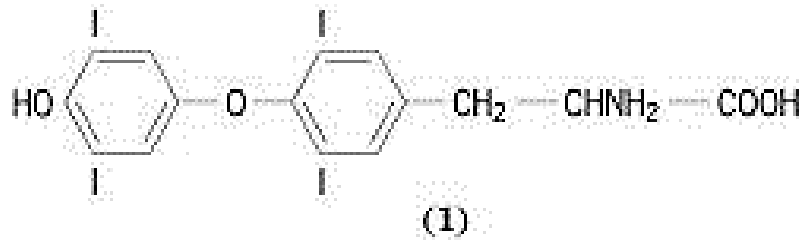


Ορμόνες Μεταβολισμού: Θυροξίνη 1/2

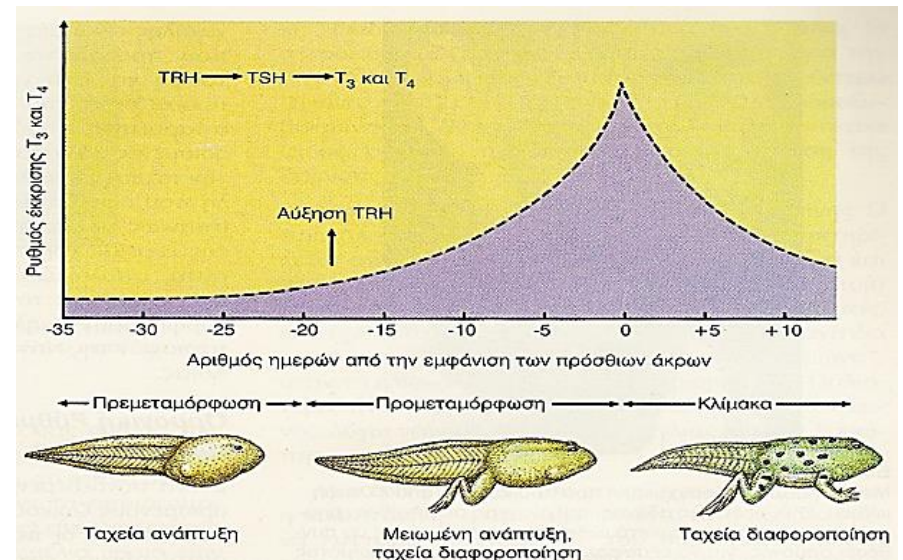
- **Δομή:** 3,5,3',5'-τετρα-ιοδοθυρονίνη. Εκκρίνεται ως T4 και μετατρέπεται σε T3 στους ιστούς.
- **Πυρηνικός υποδοχέας**
- **Εκκρίνεται από:** Θυροειδή αδένια
- **Έλεγχος έκκρισης:** TSH.
- **Ενεργοποιεί:** Μεταγραφή γονιδίων.
- **Δράση:** 1) Προάγει την ανάπτυξη του νευρικού συστήματος 2) Διεγείρει το ρυθμό μεταβολισμού 3) Διατηρεί τη μεταβολική δραστηριότητα στα ομοιόθερμα (Πουλιά, Θηλαστικά). Επίσης βοηθά την προσαρμογή στο κρύο αυξάνοντας την παραγωγή θερμότητας.
- Επηρεάζει την ανάπτυξη και μεταμόρφωση των Αμφιβίων και σχετίζεται με την παρουσία συμπεριφοράς διαβίωσης έξω από το υγρό περιβάλλον.



Ορμόνες Μεταβολισμού: Θυροξίνη 2/2



38



39



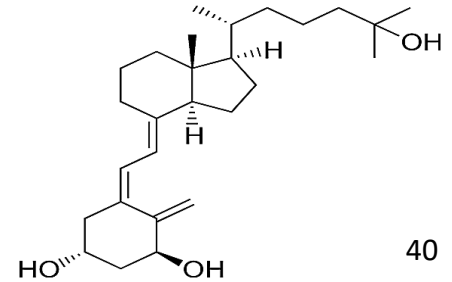
Ορμόνες Μεταβολισμού: Παραθορμόνη

- **Δομή:** Πεπτίδιο 34 αμινοξέων εκκρίνεται μετά από πρωτεόλυση πρόδρομης πρωτεΐνης.
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** cAMP
- **Εκκρίνεται από:** Παραθυροειδή αδένια.
- **Έλεγχος έκκρισης:** Το ασβέστιο στο αίμα προσδένεται και ενεργοποιεί τους υποδοχείς ανίχνευσης ασβεστίου στην επιφάνεια των κυττάρων του παραθυροειδούς αδένια.



Ορμόνες Μεταβολισμού: 1,25-διυδροξυ-βιταμίνη D

- **Δομή:** Δι-υδροξυλιωμένη μορφή βιταμίνης D.
- Πυρηνικός υποδοχέας (VDR).
- Εκκρίνεται από: Τους νεφρούς.
- Έλεγχος έκκρισης: Η έκκριση της 1,25-διυδροξυ-βιταμίνης D.
- ρυθμίζεται από την PTH μέσω έκφρασης της 1-α-υδροξυλάσης της 25-υδροξυβιταμίνης D3 και παραγωγή της 1,25-διυδροξυ-βιταμίνης D.
- **Ενεργοποιεί:** Πυρηνικό υποδοχέα στο εντερικό επιθήλιο.
- **Δράση:** Προκαλεί αύξηση της έκφρασης της πρωτεΐνης καλμπινδίνης (calbindin) η οποία αυξάνει την απορρόφηση του ασβεστίου από την τροφή.

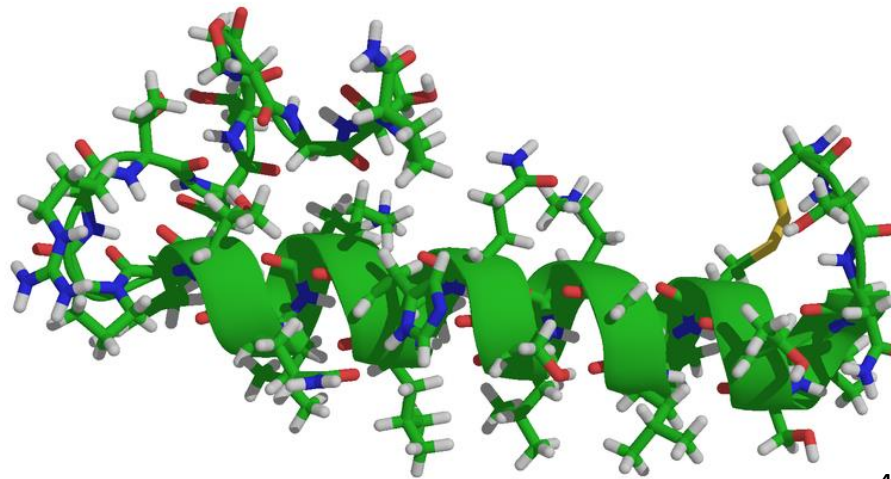


Ορμόνες Μεταβολισμού: Καλσιτονίνη 1/2

- **Δομή:** Πεπτίδιο 32 αμινοξέων εκκρίνεται μετά από πρωτεόλυση πρόδρομης πρωτεΐνης.
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** cAMP
- **Εκκρίνεται από:** Τα παραθυλακιώδη κύτταρα του θυρεοειδή αδένος (κύτταρα C). Στα μη-Θηλαστικά (Πτηνά, Ερπετά, Ιχθύες) εκκρίνεται από το εσχατο-βραγχιακό σωματίο (UBB)
- **Έλεγχος έκκρισης:** Αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα.
- **Ενεργοποιεί:** Τους **οστεοκλάστες** και μειώνει της δράσης τους. Οι άλλες δράσεις της καλσιτονίνης είναι αντίστροφες αυτών της PTH
- **Δράση:** 1) Παρεμποδίζει την απορρόφηση ασβεστίου από το εντερικό επιθήλιο. 2) Παρεμποδίζει την απορρόφηση του ασβεστίου από τα οστά. 3) Ρυθμίζει τα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα.



Ορμόνες Μεταβολισμού: Καλσιτονίνη 2/2



41

Καλσιτονίνη



Επινεφρίδια

Γλυκοκορτικοειδή-Κορτιζόλη

(Η κορτικοστερόνη κυρίως στα ζώα).

- **Δομή:** Συντίθενται από την χοληστερόλη (δείτε παρακάτω).
- Πυρηνικός υποδοχέας (GR)..
- **Εκκρίνεται από:** Τον φλοιό των επινεφριδίων (στηλιδωτή ζώνη (zona fasciculata)).
- Έλεγχος έκκρισης: ACTH.
- **Ενεργοποιεί:** Όλα τα κύτταρα που εκφράζουν τον υποδοχέα της (δηλαδή όλα τα κύτταρα, μιας και ο υποδοχέας της εκφράζεται παντού!).
- **Δράση:** Έχει πολλαπλές δράσεις που σχετίζονται με τις ανοσολογικές αντιδράσεις στις φλεγμονές. Προάγει την σύνθεση γλυκόζης από πρόδρομα μόρια που δεν είναι υδρατάνθρακες (αμινοξέα, λίπη) με τη διαδικασία της γλυκονεογένεσης.



Επινεφρίδια

Μεταλλοκορτικοειδή-Αλδοστερόνη 1/2

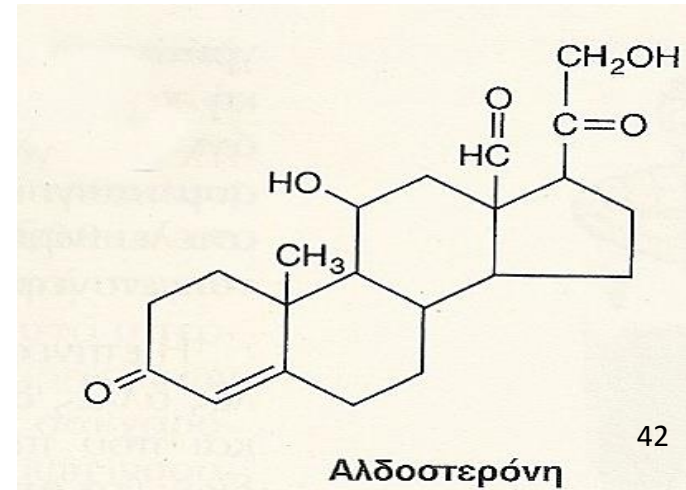
- **Δομή:** Συντίθεται από την χοληστερόλη (δείτε παρακάτω)
- **Πυρηνικός υποδοχέας (MR)**
- **Εκκρίνεται από:** Τον φλοιό των επινεφριδίων (σπειροειδής ζώνη (zona glomerulosa))
- **Έλεγχος έκκρισης:** Αγγειοτενσίνη II, επίπεδα καλίου στο αίμα, ACTH (όχι σημαντικός).



Επινεφρίδια

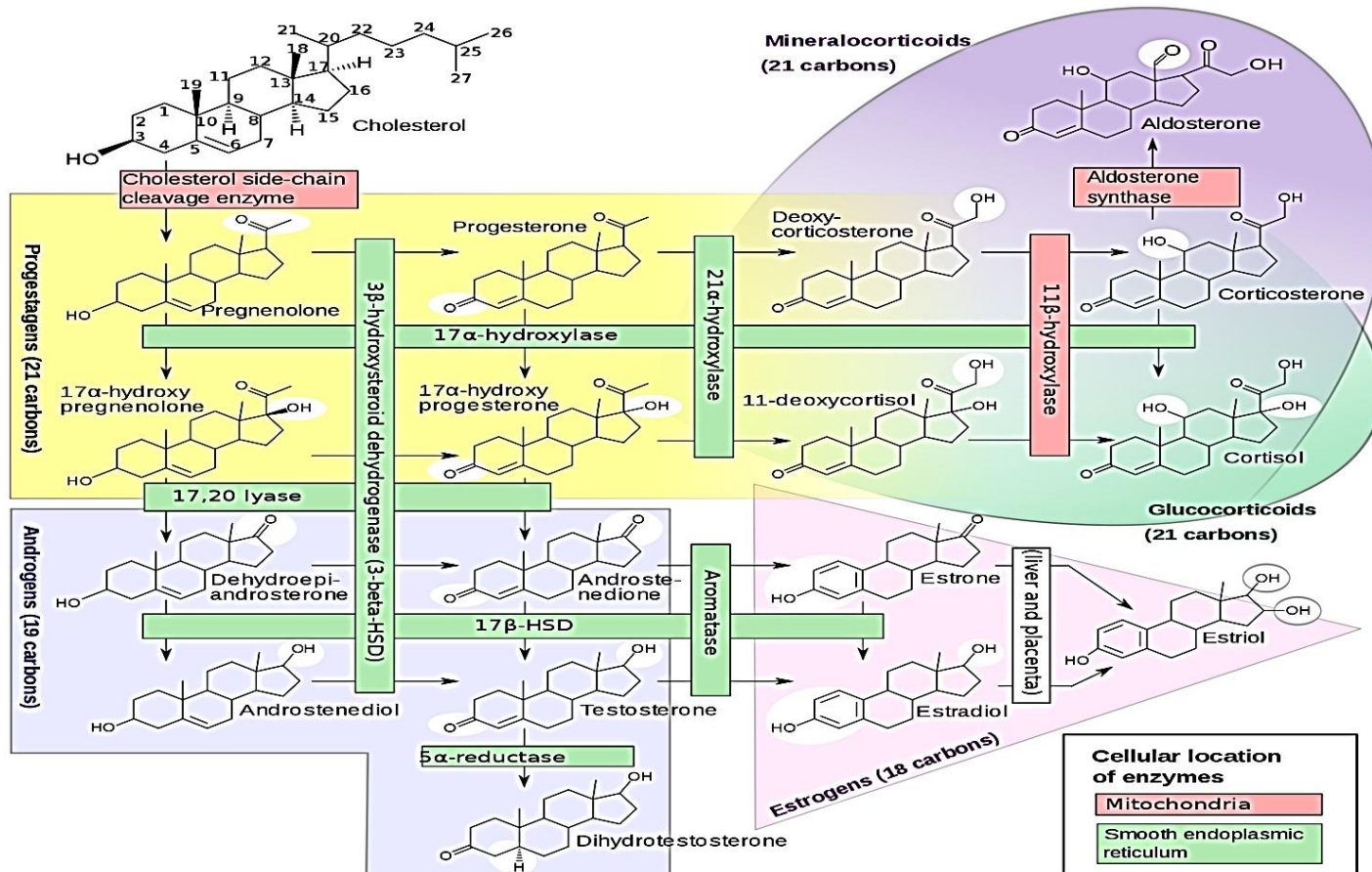
Μεταλλοκορτικοειδή-Αλδοστερόνη 2/2

- **Ενεργοποιεί:** Τον πυρηνικό υποδοχέα της στα κύρια κύτταρα του άπω εσπειραμένου σωληναρίου στα νεφρά και προκαλεί έκφραση του επιθηλιακού καναλιού νατρίου (ENaC) και της αντλίας νατρίου/καλίου
- **Δράση:** Προκαλεί επαναπορρόφηση **Νατρίου** και νερού και έκκριση **Καλίου**. Λόγω αυτής της δράσης παίρνει το όνομα “μεταλλο-”.
- Με τη δράση της επιτυγχάνεται αυξημένος όγκος αίματος και αυξημένη πίεση αίματος.



Επινεφρίδια

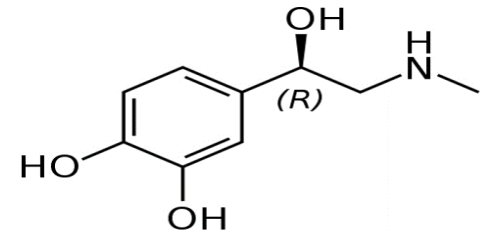
Ανδρογόνα (Διϋδροεπιανδροστερόνη (DHEA)) παράγονται στα Θηλαστικά από το φλοιό των επινεφριδίων (δικτυωτή ζώνη (zona reticularis))



Επινεφρίδια

Επινεφρίνη / Νορεπινεφρίνη

- **Δομή:** Συντίθεται από την L-τυροσίνη μέσω της L-DOPA και της ντοπαμίνης.
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** IP_3 /ασβέστιο μέσω της PLCβ και cAMP.
- **Εκκρίνεται από:** Κύτταρα του μυελού των επινεφριδίων που μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα μεγάλο συμπαθητικό γάγγλιο.
- **Έλεγχος έκκρισης:** Συμπαθητικό νευρικό σύστημα, ACTH, κορτιζόλη **Ενεργοποιεί:** Διαμεμβρανικούς υποδοχείς σε μια πλειάδα κυττάρων και ιστών (συκώτι, μυϊκό ιστό, λιπώδη ιστό).
- **Δράση:** Δρα στις αντιδράσεις “μάχης ή φυγής” και σε αντιδράσεις απέναντι σε στρεσογόνες καταστάσεις. Προκαλεί αύξηση καρδιακού παλμού, σύσπαση αιμοφόρων αγγείων, γλυκογονόλυση στο συκώτι.



44

Επινεφρίνη

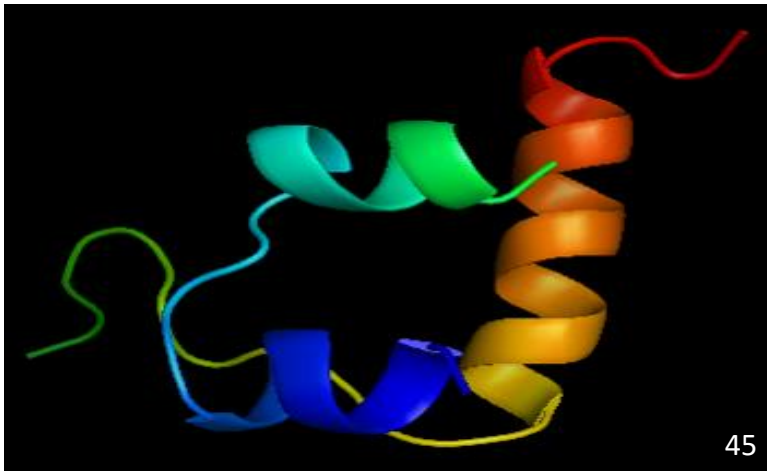


Ινσουλίνη 1/2

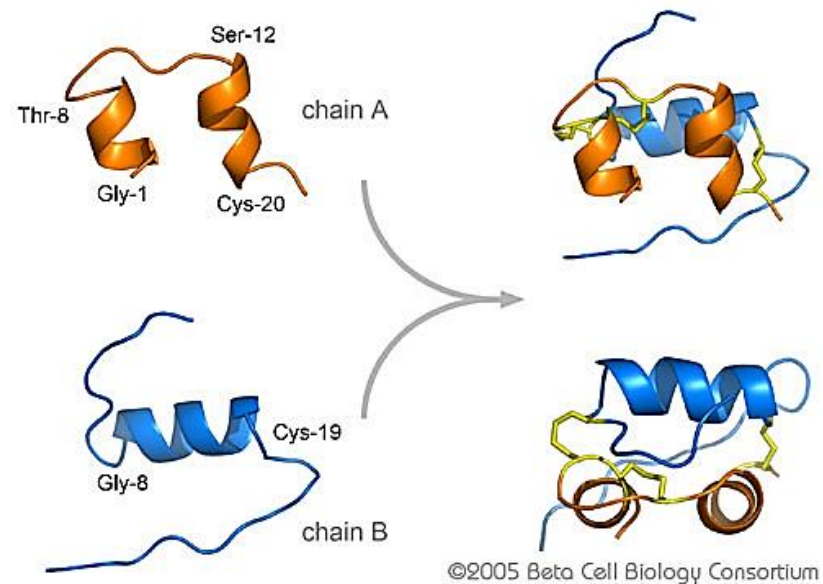
- **Δομή:** Διμερές πολυπεπτίδιο αποτελούμενο από την α-υπομονάδα (21 αμινοξέα) και τη β-υπομονάδα (29 αμινοξέα). Δημιουργία δισουλφιδικών δεσμών μεταξύ των υπομονάδων μετά από πρωτεόλυση πρόδρομης πρωτεΐνης.
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** Υποδοχέας κινάσης τυροσίνης
- **Εκκρίνεται από:** β-κύτταρα στις νησίδες Langerhans του παγκρέατος
- **Έλεγχος έκκρισης:** Από τα υψηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα. Μέσω εκπόλωσης των β-κυττάρων που οδηγεί σε έκκριση ινσουλίνης.
- **Ενεργοποιεί:** Κυρίως κύτταρα του μυϊκού και τους λιπώδους ιστού
- **Δράση:** Προκαλεί αύξηση των επιπέδων του μεταφορέα γλυκόζης (Glut4) στην κυτταρική μεμβράνη. Αυτό οδηγεί σε αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στα κύτταρα και αύξηση γλυκογονογένεσης, μείωση γλυκονεογένεσης, αύξηση σύνθεση λιπαρών οξέων και μείωση λιπόλυσης.



Ινσουλίνη 2/2



Βομβυξίνη (έντομα)



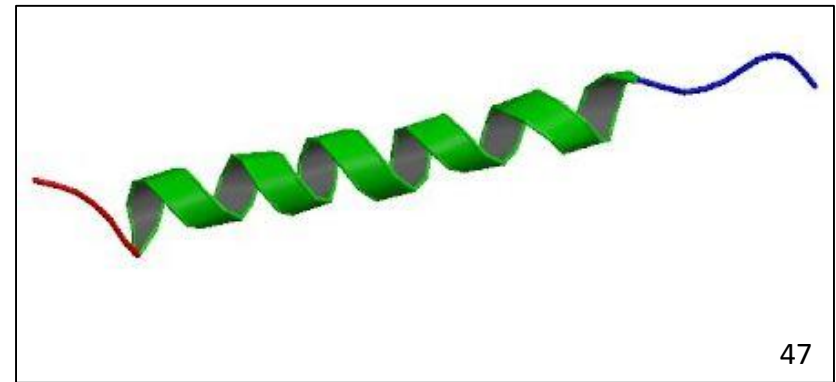
46

Ινσουλίνη



Γλυκαγόνη

- **Δομή:** Πεπτίδιο 29 αμινοξέων (Μορ. Βάρος 3,5 kDa).
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** cAMP.
- **Εκκρίνεται από:** α-κύτταρα στις νησίδες Langerhans του παγκρέατος.
- **Έλεγχος έκκρισης:** Από τα χαμηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και από την ινσουλίνη.
- **Ενεργοποιεί:** Κύτταρα του ήπατος να εκκρίνουν γλυκόζη μέσω γλυκογονόλυσης.
- **Δράση:** Προκαλεί τις αμέσως αντίθετες δράσεις από αυτές τις ινσουλίνης.



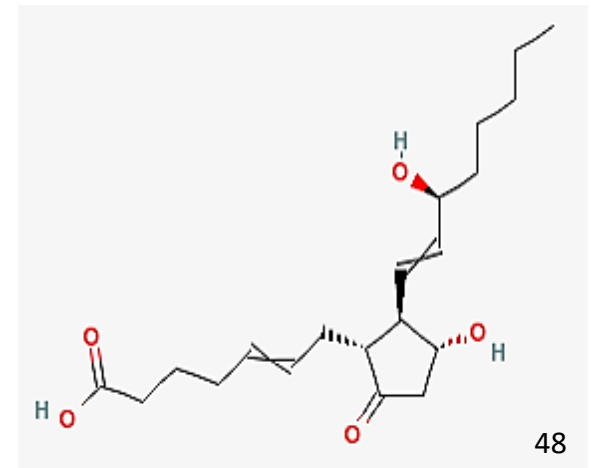
Γλυκαγόνη

47



Προστανοειδή

- **Δομή:** Ομάδα εικοσανοειδών που περιλαμβάνει τις προσταγλανδίνες, τα θρομβοξάνια και τις προστακυκλίνες.
- **Δεύτερος αγγελιοφόρος:** cAMP ή IP_3 /ασβέστιο.
- **Εκκρίνεται από:** Παράγονται και εκκρίνονται από πολλούς ιστούς ή κύτταρα μέσω της δράσης της κυκλοοξυγενάσης.
- **Υποθαλαμικός έλεγχος:** Όχι
- **Ενεργοποιούν:** Αιμοπεταλία, επιθηλιακά κύτταρα, λεία μυϊκά κύτταρα, κ. α.
- **Δράση:** Προκαλούν τη προσκόλλησή των αιμοπεταλίων, συστολή των λείων μυϊκών κυττάρων, παραγωγή φλεγμονώδους αντίδρασης, κ.α.
- **Σχόλια:** Κλασικό μονοπάτι μετάδοσης σήματος με παρακρινικό και αυτοκρινικό τρόπο.



Προσταγλανδίνη E₂



Τέλος Παρουσίασης



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Σκαρλάτος Ντέντος, Επίκουρος Καθηγητής. «Ζωολογία II. Ενότητα 3. Ορμόνες». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL1/>.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 1/8

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

- **Εικόνα 1.** Fotosearch and Photosearch are trademarks of Fotosearch, LLC. All rights reserved. © 07/30/2015. sa401031 LifeART Medical Illustrations Photograph Royalty Free. Σύνδεσμος: <http://www.fotosearch.com/LIF115/sa401031/>. Πηγή: <http://www.fotosearch.com/>.
- **Εικόνα 2.** This file is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license. Creative Commons Licence. Σύνδεσμος: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transmembrane_receptor.svg. Πηγή: <https://commons.wikimedia.org>.
- **Εικόνα 3.** a, CC Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 Unported. Urheberrecht ©, b. 2007-2015, Santa Cruz Biotechnology, Inc. Σύνδεσμος: a) <http://biowiki.edu-wiki.org/camp>. b) http://www.scbio.de/new_chemicals.html. Πηγή: a) <http://biowiki.edu-wiki.org/>. b) <http://www.scbio.de>.
- **Εικόνα 4.** © 2015 Genetic Engineering & Biotechnology News All Rights Reserved. Σύνδεσμος: <http://www.genengnews.com/gen-articles/second-messengers-accumulation-assays/2793/>. Πηγή: <http://www.genengnews.com/>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 2/8

- **Εικόνα 5.** © 2008 Rice University. Σύνδεσμος: http://www.ruf.rice.edu/~rur/issue1_files/barron.html. Πηγή: THE ROLE OF MECHANICAL STRESS IN SKELETAL MYOCYTES: MAPK SIGNAL TRANSDUCTION PATHWAYS. David A. Barron: Rice University, Dr. Ashok Kumar: Baylor College of Medicine, Dr. Aladin M. Boriek: Baylor College of Medicine.
- **Εικόνα 6.** © 2014 Nature Education. Σύνδεσμος: <http://www.nature.com/scitable/content/the-relationships-of-g-proteins-to-the-14707107>. Πηγή: <http://www.nature.com>.
- **Εικόνα 7.** © 2015 imageKB. Σύνδεσμος: <http://www.imagekb.com/adenylate-cyclase-inhibitor>. Πηγή: <http://www.imagekb.com/>.
- **Εικόνα 8.** Copyright © 2015 Sigma-Aldrich Co. LLC. All Rights Reserved. - See more at: <http://www.sigmaaldrich.com/life-science/cell-biology/cell-biology-products.html?TablePage=9563778#sthash.D7D0d8iB.dpuf>. Σύνδεσμος: <http://www.sigmaaldrich.com/life-science/cell-biology/cell-biology-products.html?TablePage=9563778>. Πηγή: <http://www.sigmaaldrich.com/>.
- **Εικόνα 9.** Intracellular signal transduction and calcium signaling. Σύνδεσμος: <http://www.brain.riken.jp/en/faculty/details/29>. Πηγή: <http://www.brain.riken.jp/>.
- **Εικόνα 10.** All contents copyright © 2002-04. All rights reserved. Σύνδεσμος: http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/problem_sets/signaling/07t.html. Πηγή: <http://www.biology.arizona.edu>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 3/8

- **Εικόνα 11.** © 2012, and may be used by individuals without prior permission if proper credit is given. Σύνδεσμος:http://www.utm.utoronto.ca/~w3cellan/signal_transduction.html. Πηγή: <http://www.utm.utoronto.ca>.
- **Εικόνα 12.** © 2015 NYU Department of Pathology. Σύνδεσμος:<http://labs.pathology.med.nyu.edu/feske-lab/research>. Πηγή: <http://labs.pathology.med.nyu.edu/>.
- **Εικόνα 13.** This page includes content from Wikipedia articles (see list) licensed under CC-BY-SA. Σύνδεσμος: http://www.snipview.com/q/Calcium_signaling. Πηγή: <http://www.snipview.com>.
- **Εικόνα 14.** Σύνδεσμος: http://www.lookfordiagnosis.com/mesh_info.php?term=Receptors%2C+Nerve+Growth+Factor&lang=1. Πηγή: www.nature.com.
- **Εικόνα 15.** © 2015 Macmillan Publishers Limited. All Rights Reserved. Σύνδεσμος: http://www.nature.com/nrc/journal/v4/n1/fig_tab/nrc1253_F3.html. Πηγή: <http://www.nature.com/>.
- **Εικόνα 16.** University of Trieste, Italy. Alesandra Pontillo, Laboratorio Immunologia Pediatrica, IRCCS Burlo Garofolo Πηγή: <http://gginofarm.altervista.org/didattica/biochimica/lez.24%20attivazione%20recettori.pdf>



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 4/8

- **Εικόνα 17.** © Peter J. Bryant middle instar. Σύνδεσμος: <http://mothphotographersgroup.msstate.edu/species.php?hodges=7775>. Πηγή: Moth Photographers Group at the Mississippi Entomological Museum at the Mississippi State University.
- **Εικόνα 18.** © Krzysztof Gębicki. Σύνδεσμος: <http://www.chemorganiczna.com/ciekawe-teksty/17-teksty-o-chemii/86-steroidy.html?showall=1>. Πηγή: <http://www.chemorganiczna.com/>.
- **Εικόνα 19.** THE ECOLOGY OF NATURAL PRODUCTS. Σύνδεσμος: <http://briantonenmph.com/natural-sciences/4-projects/plantae-the-evolution-of-plant-chemicals/level-3-natural-products-ecology/>. Πηγή: <http://briantonenmph.com/>.
- **Εικόνα 20.** Copyrighted.
- **Εικόνα 21.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνα 22.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνα 23.** LinkedIn Corporation © 2015. Σύνδεσμος: <http://www.slideshare.net/surendranaduthila/frog-anatomy>. Πηγή: <http://www.slideshare.net>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 5/8

- **Εικόνα 24.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνα 25.** Thyrotropin-releasing hormone. Wikipedia the Free Encyclopedia. Creative Commons. Σύνδεσμος: https://en.wikipedia.org/wiki/Thyrotropin-releasing_hormone. Πηγή: <https://en.wikipedia.org>.
- **Εικόνα 26.** Thyroid-stimulating hormone molecule. Credit: LAGUNA DESIGN/SCIENCE PHOTO LIBRARY. Σύνδεσμος: <http://www.sciencephoto.com/media/97354/view>. Πηγή: <http://www.sciencephoto.com>.
- **Εικόνα 27.** Copyrighted.
- **Εικόνα 28.** Copyrighted.
- **Εικόνα 29.** Σύνδεσμος: <http://dbc-labs.com/luteinizing-hormone-lh-elisa/>. Πηγή: <http://dbc-labs.com/>.
- **Εικόνα 30.** Prolactin. Wikipedia the Free Encyclopedia. Creative Commons. Σύνδεσμος: <https://en.wikipedia.org/wiki/Prolactin>. Πηγή: <https://en.wikipedia.org>.
- **Εικόνα 31.** Σύνδεσμος: <http://www.dreamstime.com/stock-photography-human-growth-hormone-somatotropin-image23148812>. Πηγή: <http://www.dreamstime.com>.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 6/8

- **Εικόνα 32.** Copyrighted.
- **Εικόνα 33.** Copyrighted.
- **Εικόνα 34:** Copyrighted.
- **Εικόνα 35.** Σύνδεσμος: <http://www.censa.de/der-speicheltest/grundlagen/hormone/melatonin.html>. Πηγή: <http://www.censa.de>.
- **Εικόνα 36.** Σύνδεσμος: <https://www.pinterest.com/eyesonuphotoart/anatomy-and-science/>. Πηγή: <https://www.pinterest.com/>.
- **Εικόνα 37.** Crystalinks is Created and Designed by Ellie Crystal © 1995 - 2014 - All Rights Reserved. Σύνδεσμος: <http://www.crystalinks.com/thirdeyepineal.html>. Πηγή: <http://www.crystalinks.com>.
- **Εικόνα 38.** The Great Soviet Encyclopedia, 3rd Edition (1970-1979). © 2010 The Gale Group, Inc. All rights reserved. Σύνδεσμος: <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Thyroxine>. Πηγή: <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com>
- **Εικόνα 39.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνα 40 .** Molecular Structure of Vitamin D. © 2015 Phyte Media Inc. Σύνδεσμος: <http://www.eattosaveyourlife.com/food-and-supplements/vitamin-d/>. Πηγή: <http://www.eattosaveyourlife.com>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 7/8

- **Εικόνα 41.** Wikimedia. Creative Commons. 3d structure of salmon calcitonin after PDB 2GLH. Ref.: G.Andreotti et al. (2006). Structural determinants of salmon calcitonin bioactivity: the role of the Leu-based amphipathic alpha-helix.. J Biol Chem, 281, 24193-24203. PMID 16766525 [DOI: 10.1074/jbc.M603528200]. Σύνδεσμος: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CALC1_2GLH.png. Πηγή: adapted from <http://www.pdb.org/pdb/files/2glh.pdb> using PyMOL.
- **Εικόνα 42.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, l'Anson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνα 43.** (March 2009) Expansion, grouping, addition of enzyme localization, numbering of cholesterol and coloring by Mikael Häggström. Σύνδεσμος: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Steroidogenesis.svg>. Πηγή: <https://en.wikipedia.org/>.
- **Εικόνα 44.** GNU Free Documentation License (GFDL), Public domain (PD). Author Cacycle. Σύνδεσμος: http://www.easypedia.gr/el/articles/a/d/r/%CE%95%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B1~Adrenaline_chemical_structure.png_5de2.html. Πηγή: Selfmade.
- **Εικόνα 45.** Copyrighted.
- **Εικόνα 46.** © 2002-2015 Beta Cell Biology Consortium - All Rights Reserved. Σύνδεσμος: https://www.betacell.org/content/articleview/article_id/8/. Πηγή: <https://www.betacell.org>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 8/8

- **Εικόνα 47.** Glucagon. Wikipedia the Free Encyclopedia. Σύνδεσμος: <https://en.wikipedia.org/wiki/Glucagon>. Πηγή: <https://en.wikipedia.org>
- **Εικόνα 48.** U.S. National Library of Medicine National Center for Biotechnology Information. Σύνδεσμος: <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/158>. Πηγή: <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>.

