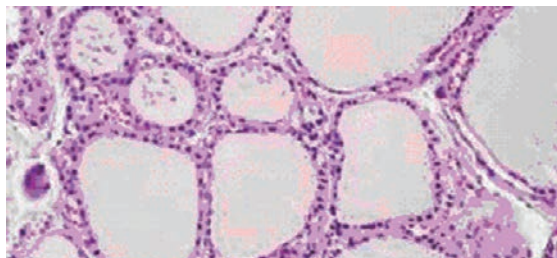
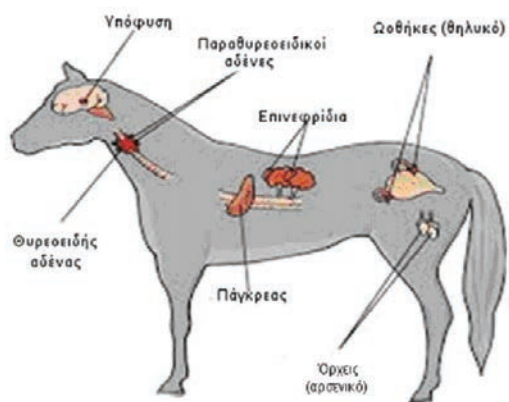


7



ΕΝΔΟΚΡΙΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



Τα συστήματα που συντονίζουν τη δραστηριότητα του οργανισμού και επιτυγχάνουν τη συνεργασία των διαφόρων οργάνων και ιστών είναι:

- α. το νευρικό σύστημα
- β. το ενδοκρινικό σύστημα

Τα δύο αυτά συστήματα είναι ίσης σημασίας, συνεργάζονται μεταξύ τους και αλληλοεπηρεάζονται. Ο υποθάλαμος είναι ο γενικός συντονιστής των ενδοκρινών αδένων και συνεργάζεται στενά με την υπόφυση, η οποία στη συνέχεια επηρεάζει σχεδόν όλους τους υπόλοιπους ενδοκρινείς αδένες.

Οι **ενδοκρινείς αδένες** (π.χ. υπόφυση, θυρεοειδής αδένας, παραθυρεοειδείς κλπ.) δεν έχουν εκφορητικό αγωγό και εκκρίνουν το προϊόν τους (ορμόνες) στο αίμα, που στη συνέχεια το μεταφέρει στα διάφορα όργανα στόχους.

Οι **εξωκρινείς αδένες** εκκρίνουν το προϊόν τους με εκφορητικό αγωγό σε κάποια κοιλότητα του σώματος (π.χ. σιελογόνοι αδένες στη στοματική κοιλότητα).

Οι **μικτοί αδένες** έχουν δυο μοίρες, μία **ενδοκρινή** και μία **εξωκρινή** και παράγουν ορμόνη με την πρώτη και προϊόν έξω έκκρισης με τη δεύτερη (π.χ. το πάγκρεας παράγει ινσουλίνη και παγκρεατικό υγρό).

7.1 Ορμόνες

Τα προϊόντα έκκρισης των ενδοκρινών αδένων ονομάζονται ορμόνες, από τη λέξη ορμάω (κινητοποιώ, διεγείρω). Σήμερα βέβαια υπάρχουν ορμόνες, που δρουν όχι μόνο διεγερτικά αλλά και ανασταλτικά.

Οι ενδοκρινείς αδένες και οι ορμόνες έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη ρύθμιση της δραστηριότητας του οργανισμού κατά:

- α. την ανάπτυξη
- β. τη διαφοροποίηση
- γ. την αναπαραγωγή
- δ. την ομοιοστασία του εσωτερικού περιβάλλοντος και
- ε. την προσαρμογή στις μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος.

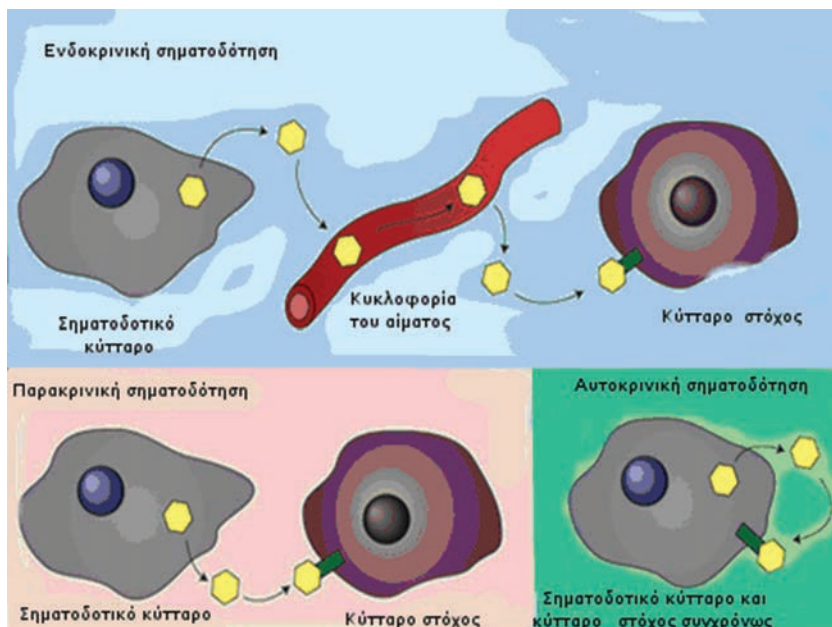
7.1.1 Τρόποι μεταφοράς των ορμονών στα κύτταρα στόχος

Η παραδοσιακή έννοια της μεταφοράς των ορμονών στα κύτταρα στόχος μόνο με την κυκλοφορία του αίματος δεν ισχύει σε όλες τις περιπτώσεις. Υπάρχουν και άλλοι τρόποι μεταφοράς.

Οι τρόποι μεταφοράς των ορμονών είναι οι εξής:

- **επικρινικός** (οι ορμόνες περνούν μέσω των χασμοσυνδέσμων μετα-

- ξύ των κυττάρων χωρίς να μπουν στο εξωκυτταρικό υγρό),
- **νευροκρινικός** (μέσω των συναπτικών σχισμών μεταξύ των νευρώνων όπως οι νευροδιαβιβαστές, π.χ. η νοραδρεναλίνη. Μερικές ορμόνες, όπως η ωκυτοκίνη, συντίθενται στο σώμα των νευρώνων, αποθηκεύονται στους νευράξονες και εκκρίνονται στο αίμα),
 - **παρακρινικός** (όταν το κύτταρο-στόχος είναι κοντά στο κύτταρο που παράγει μία ορμόνη, η ορμόνη διαχέεται στο μεσοκυττάριο υγρό π.χ. οι προσταγλανδίνες, η τεστοστερόνη, οι αυξητικοί παράγοντες κ.ά.),
 - **ενδοκρινικός** (οι ορμόνες μεταφέρονται στα κύτταρα – στόχος με την κυκλοφορία του αίματος. Ο τρόπος αυτός αφορά τις περισσότερες ορμόνες και αποτελεί την κλασική περίπτωση),
 - **αυτοκρινικός** (η ορμόνη παράγεται σε ένα κύτταρο και δρα σε μεμβρανικούς υποδοχείς του ίδιου του κυττάρου, π.χ. η ιντερλευκίνη-1 στα μονοκύτταρα λευκοκύτταρα κ.ά.).
 - **εσωκρινικός** (η ορμόνη παράγεται σε ένα κύτταρο και δρα σε εσωτερικούς υποδοχείς του ίδιου του κυττάρου)
 - **εξωκρινικός** (στην κοιλότητα του εντέρου κ.ά., π.χ. οι ορμόνες του πεπτικού συστήματος, βλέπε πεπτικό σύστημα).



Εικόνα 68. Ενδοκρινικός, παρακρινικός και αυτοκρινικός τρόπος δράσης των ορμονών (Internet, <http://www.utm.utoronto.ca>).

7.1.2 Μηχανισμός δράσης των ορμονών

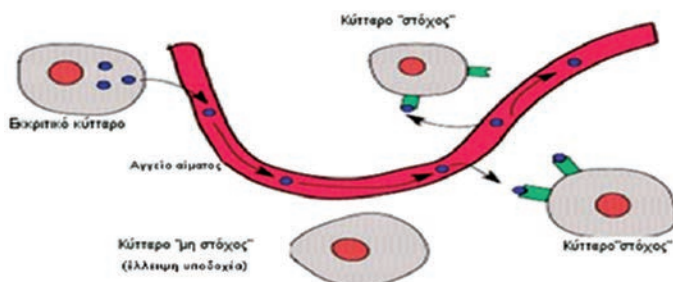
Οι ορμόνες ρυθμίζουν την κυτταρική λειτουργία με δύο μηχανισμούς.

1. Είσοδος στα κύτταρα στόχος

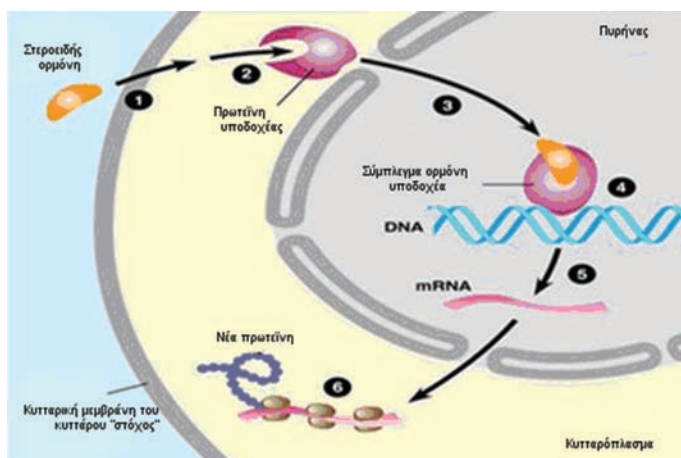
Οι στεροειδείς ορμόνες που δρουν με τον τρόπο αυτό εισέρχονται εντός των κυττάρων μέσω της κυτταρικής μεμβράνης και εκεί συνδέονται με έναν ειδικό υποδοχέα (υποδοχέας στεροειδών ορμονών. Το σύμπλεγμα ορμόνη – υποδοχέας μεταφέρεται στον πυρήνα όπου ενεργοποιεί τη μεταγραφή του γενετικού κώδικα του DNA. Στα ριβοσώματα γίνεται η μετάφραση του γενετικού κώδικα που μεταγράφηκε και ακολουθεί η σύνθεση των ειδικών πρωτεϊνών που έχει ως συνέπεια τη μεταβολική δράση της ορμόνης.

2. Δράση στους εξωτερικούς υποδοχείς (μεμβρανικούς και διαμεμβρανικούς) της κυτταρικής μεμβράνης

Ο μηχανισμός αυτός στηρίζεται στη θεωρία των δύο αγγελιοφόρων. Ο

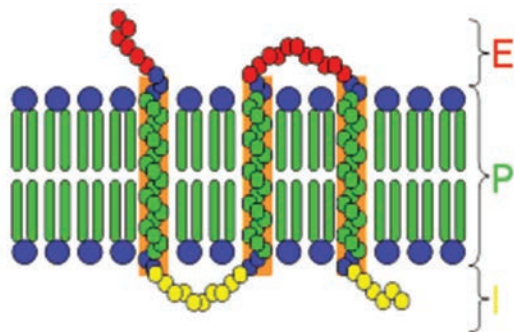


Εικόνα 69. Δράση των ορμονών στους εξωτερικούς υποδοχείς της κυτταρικής μεμβράνης. (Internet. <http://www.sciencelearn.org.nz>).



Εικόνα 70. Δράση των ορμονών στο εσωτερικό του κυττάρου στόχος (στον πυρήνα). (Internet. <http://www.chemistry.ewu.edu>).

πρώτος αγγελιοφόρος που είναι η ορμόνη, δρα σε έναν ειδικό υποδοχέα της εξωτερικής επιφάνειας του κυττάρου και προκαλεί μέσα στο κύτταρο την παραγωγή μίας άλλης ουσίας, που είναι ο δεύτερος αγγελιοφόρος. Ο ρόλος του είναι η μεταβίβαση από το εξωτερικό μέσα στο κύτταρο της εντολής για τη λειτουργία του κυττάρου.

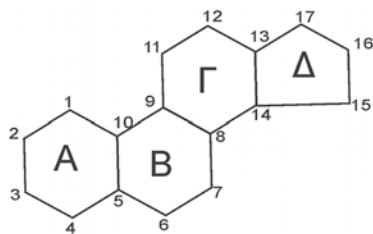


Εικόνα 71. Διαμεμβρανικός υποδοχέας με τις τρεις περιοχές του, την εξωκυτταρική (E), της κυτταρικής μεμβράνης (P) και την εσωκυτταρική (I).
(Internet. <http://www.sciencedirect.com>).

7.2 Χημική φύση των ορμονών

Οι ορμόνες μπορεί να ταξινομηθούν, από χημική άποψη, σε τρεις κυρίως ομάδες:

- α. **Αμίνες.** Είναι παράγωγα αμινοξέων με μητρικό αμινοξύ την τυροσίνη. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ορμόνες του θυρεοειδούς (θυροξίνη, τριιωδιοθυρονίνη) και οι ορμόνες του μυελού των επινεφριδίων (αδρεναλίνη, νοραδρεναλίνη).
- β. **Πεπτίδια και πρωτεΐνες.** Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ορμόνες της υπόφυσης, του παγκρέατος και των παραθυρεοειδών αδένων. Είναι πολυπεπτιδικές (π.χ. γοναδοτροπίνες, αυξητική ορμόνη, παραθορμόνη) ή ολιγοπεπτιδικές (αντιδιουρητική ορμόνη και ωκυτοκίνη).
- γ. **Στεροειδή.** Έχουν ως βασικό στοιχείο το κυκλοπεντανοφαινανθρένιο (Εικόνα 72) και ανήκουν στην ομάδα αυτή οι ορμόνες του φλοιού των επινεφριδίων, των όρχεων και των ωοθηκών (γλυκοκορτικοειδή, αλατοκορτικοειδή, ανδρογόνες ορμόνες, οιστρογόνα και προγεστερόνη).



Εικόνα 72. Χημική δομή του κυκλοπεντανοφαινανθρένιου.

7.3 Ιδιότητες των ορμονών

Οι ιδιότητες των ορμονών είναι οι παρακάτω:

1. Οι ορμόνες επηρεάζουν τη λειτουργία άλλων ενδοκρινών αδένων ή άλλων ιστών.
2. Ρυθμίζουν την ταχύτητα (αυξάνουν ή μειώνουν) παρά προκαλούν την έναρξη διαφόρων λειτουργιών στον οργανισμό.
3. Οι ορμόνες είναι δραστικές σε πολύ μικρές ποσότητες.
4. Πολλές ορμόνες δεν εκκρίνονται με ένα σταθερό ρυθμό αλλά ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού. Έτσι είναι δυνατόν η παραγωγή να είναι **επεισοδιακή** ή **κατά κύματα**, όπως η ωχρινोटρόπος, η ωοθυλακιοτρόπος, η κορτιζόλη κλπ.
5. Οι πρωτεϊνικές ορμόνες μετά την παραγωγή τους αποθηκεύονται συνήθως στον ενδοκρινή αδένά και εκκρίνονται ύστερα από μία διέγερση. Οι στεροειδείς ορμόνες, αντίθετα, εκκρίνονται αμέσως μετά την παραγωγή τους.
6. Η απομάκρυνση μίας ορμόνης από το αίμα οφείλεται σε πρόσληψή της από τα κύτταρα του οργάνου - στόχος, σε αποδόμησή της και σε απέκκρισή της από τον οργανισμό με το ούρο ή τη χολή.

Οι περισσότερες ορμόνες αδρανοποιούνται γρήγορα μετά την έκκρισή τους. Ο χρόνος αδρανοποίησης ποικίλλει μεταξύ των ορμονών. Η ημιπερίοδος ζωής των διαφόρων ορμονών είναι:

Κατεχολαμίνες	Μερικά δευτερόλεπτα
Αντιδιουρητική ορμόνη	2 - 3 λεπτά
Ινσουλίνη	30 λεπτά
Οι περισσότερες στεροειδείς	30 λεπτά
Τριωδιοθυρονίνη	90 - 120 λεπτά
Θυροξίνη	1 εβδομάδα

Η εισαγωγή πρωτεϊνικών ορμονών ενός είδους ζώου σε ένα άλλο είδος προκαλεί την παραγωγή αντισωμάτων τα οποία αδρανοποιούν τις ορμόνες αυτές (ετερόλογες ορμόνες). Το ζώο που δέχεται την ετερόλογη ορμόνη υπόκειται σε διάφορες οργανικές διαταραχές, μέχρι και αναφυλακτικό shock.

7.4 Υπόφυση

Η υπόφυση είναι ένας ενδοκρινής αδένας στη βάση του εγκεφάλου. Οι διαστάσεις του στην αγελάδα είναι 15 χιλιοστά μήκος και 6 - 8 χιλιοστά πλάτος. Αποτελείται από τον **πρόσθιο λοβό** (Anterior lobe) ή **αδενουπό-**

φυση (Adenohypophysis), τον **οπίσθιο λοβό** (Posterior lobe) ή **νευροϋπόφυση** (Neurohypophysis) και τον **ενδιάμεσο λοβό** (Intermediate lobe).

7.4.1 Πρόσθιος λοβός της υπόφυσης

Ο πρόσθιος λοβός συνδέεται με τον υποθάλαμο δια του υποφυσιαίου πυλαίου συστήματος. Σε νευρικούς πυρήνες του υποθάλαμου παράγονται οι **εκλυτικοί παράγοντες** των ορμονών του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης (απελευθερωτικές ορμόνες) ή οι **ανασταλτικοί παράγοντες** (ανασταλτικές ορμόνες) των ορμονών του πρόσθιου λοβού. Οι ορμόνες αυτές μέσω του υποφυσιαίου πυλαίου συστήματος οδηγούνται στον πρόσθιο λοβό και προκαλούν την έκκριση ή την αναστολή των ορμονών του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης. Στον πίνακα 2 φαίνονται οι εκλυτικοί και οι ανασταλτικοί παράγοντες του υποθάλαμου και οι αντίστοιχες ορμόνες, την έκκριση των οποίων ο κάθε παράγοντας διεγείρει ή αναστέλλει.

7.5 Ορμόνες του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης

Από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης εκκρίνονται η **αυξητική ορμόνη**, η **φλοιοτρόπος ορμόνη**, η **θυρεοειδοτρόπος ορμόνη**, η **ωοθυλακιότροπος ορμόνη**, η **ωχρινότροπος ορμόνη** και η **προλακτίνη**.

Πίνακας 2. Εκλυτικοί και ανασταλτικοί παράγοντες και ορμόνες του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης.

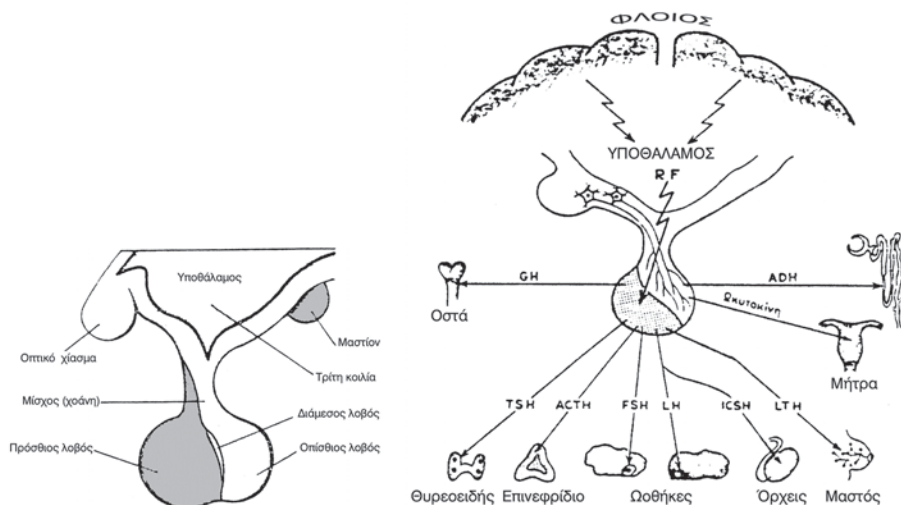
Υποθαλαμικοί παράγοντες	Ορμόνες πρόσθιου λοβού	
	Έκκριση	Αναστολή
Εκλυτικός παράγοντας της αυξητικής ορμόνης (GH - RF)	Αυξητική ορμόνη	-
Ανασταλτικός παράγοντας αυξητικής ορμόνης (GH - IF)	-	Αυξητική ορμόνη
Εκλυτικός παράγοντας της φλοιοτρόπου ορμόνης (ACTH - RF)	Φλοιοτρόπος ορμόνη	-
Εκλυτικός παράγοντας της θυρεοειδοτρόπου ορμόνης (TSH - RF)	Θυρεοειδοτρόπος ορμόνη	-
Εκλυτικός παράγοντας της ωοθυλακιότροπου ορμόνης (FSH - RF)	Ωοθυλακιότροπος ορμόνη	-
Εκλυτικός παράγοντας της ωχρινότροπου ορμόνης (LH - RF)	Ωχρινότροπος ορμόνη	-
Εκλυτικός παράγοντας της προλακτίνης (LTH - RF)	Προλακτίνη	-
Ανασταλτικός παράγοντας της προλακτίνης (PIF)	-	Προλακτίνη

7.5.1 Αυξητική ορμόνη (GH)

Η **αυξητική ορμόνη** (Growth Hormone, GH) ή **σωματοτρόπος ορμόνη** (Somatotropic Hormone, STH) ή **σωματοτροπίνη** (Somatotropin) είναι πρωτεϊνική ορμόνη (πολυπεπτιδική), με 396 αμινοξέα στην αγελάδα. Η ορμόνη αυτή παρουσιάζει διαφορές στα διάφορα είδη στο μόριο της και το μοριακό βάρος (μ.β.) αυτής ποικίλλει στα διάφορα είδη (π.χ. βοοειδή 45000, πρόβατο 48000 κλπ.). Σε πειράματα χρησιμοποιείται ο ομόλογος τύπος της GH γιατί κάθε είδος ζώου αντιδρά καλύτερα στη δική του (ομόλογη) αυξητική ορμόνη.



Εικόνα 73. Θέση των κυριότερων ενδοκρινών αδένων αγελάδας.



Εικόνα 74. Σχηματική παράσταση της υπόφυσης, οι ορμόνες που παράγει και τα όργανα στα οποία δρουν (Ασπιώτης, 1984).

Πολλοί είναι οι παράγοντες που αυξάνουν την έκκριση της GH, όπως υπογλυκαιμία, μείωση συγκέντρωσης λιπαρών οξέων, αύξηση αμινοξέων, άσκηση, πείνα, ο εκλυτικός παράγοντας κ.ά.

7.5.1.1 Φυσιολογικές ιδιότητες της αυξητικής ορμόνης

Η αυξητική ορμόνη:

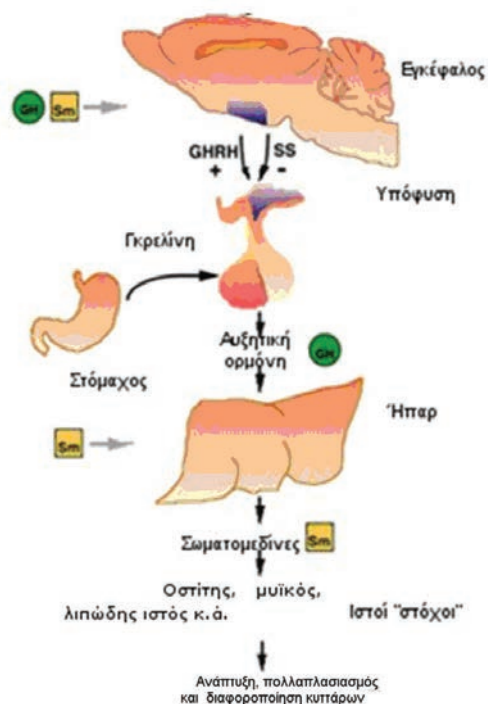
1. Συντελεί στην αύξηση του μεγέθους του σώματος (ανάπτυξη). Η επίδραση αυτή συνίσταται κυρίως στην επιμήκυνση των μακρών οστών (οστεογονία) και στην αύξηση του αναβολισμού των πρωτεϊνών στα κύτταρα (σαρκογονία).
2. Προκαλεί υπεργλυκαιμία και έχει διαβητογόνο δράση γιατί:
 - α. προκαλεί την έκκριση της γλυκαγόνης
 - β. αναστέλλει τη δράση της ινσουλίνης
 - γ. παρεμποδίζει την είσοδο της γλυκόζης στα κύτταρα.
3. Έχει έντονη λιπολυτική δράση, κινητοποιεί τα λίπη και αυξάνει τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και τα κετονοσώματα στο αίμα.
4. Έχει σημαντική επίδραση στην έναρξη της γαλακτοπαραγωγής αφού υπεισέρχεται στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων και των λιπών, που είναι βασικά συστατικά του γάλακτος.

Συμπερασματικά η αυξητική ορμόνη αποτελεί σημαντικό παράγοντα ρύθμισης του μεταβολισμού των πρωτεϊνών, των λιπών και των υδατανθράκων βοηθώντας έτσι τον οργανισμό.

Μειωμένη έκκριση αυξητικής ορμόνης σε νεαρά ζώα προκαλεί **νανισμό**, ενώ υπερέκκριση αυτής στα μεν νεαρά ζώα προκαλεί **γιγαντισμό**, στα δε ενήλικα ζώα προκαλεί **μεγαλακρία** (ακρομεγαλία).

Στην εικόνα 75 φαίνεται η σχέση μεταξύ της αυξητικής ορμόνης και των ορμονών **γκρελίνης** και **σωματομεδινών**. Η γκρελίνη ή αλλιώς «ορμόνη της πείνας» παράγεται από ειδικά κύτταρα κυρίως στο στομάχο και δρα ως νευροπεπτίδιο στον υποθάλαμο για την έκκριση της GH - RF και κατά συνέπεια της GH.

Από την άλλη πλευρά η GH διεγείρει στο συκώτι, κυρίως, αλλά και σε άλλους ιστούς την παραγωγή των σωματομεδινών. Οι σωματομεδίνες είναι ομάδα ορμονών που προωθούν την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων του οργανισμού. Οι ορμόνες αυτές διεγείρουν και την παραγωγή της σωματοστατίνης η οποία αναστέλλει την παραγωγή της GH (αρνητική ανατροφοδότηση).



Εικόνα 75. Τρόπος δράσης της αυξητικής ορμόνης.

Αδενοτρόπες ορμόνες

Οι αδενοτρόπες ορμόνες είναι ορμόνες που διεγείρουν και ρυθμίζουν τη λειτουργία άλλων ενδοκρινών αδένων. Είναι η **φλοιοτρόπος ορμόνη** και η **θυρεοειδοτρόπος ορμόνη**.

7.5.2 Φλοιοτρόπος ορμόνη (ACTH)

Η **φλοιοτρόπος ορμόνη** ή **επινεφριδιοφλοιοτρόπος ορμόνη** ή **κορτικοτροπίνη** (Adrenocorticotrophic Hormone, ACTH, Corticotropin) παράγεται από τα φλοιοτρόπα κύτταρα της υπόφυσης με την επίδραση του εκλυτικού παράγοντα ACTH - RF. Ο υποθάλαμος διεγείρεται για την έκκριση του εκλυτικού παράγοντα από τη στάθμη των κορτικοειδών και από κάθε είδους stress.

7.5.2.1 Φυσιολογικές ιδιότητες της φλοιοτρόπου ορμόνης

Η φλοιοτρόπος ορμόνη έχει τις παρακάτω ιδιότητες και επιδράσεις:

1. Επιδρά στο φλοιό των επινεφριδίων και προάγει την έκκριση κυρίως των γλυκοκορτικοειδών και δευτερευόντως της αλδοστερόνης.
2. Διεγείρει τη λιπόλυση από τις λιπαποθήκες.

7.5.3 Θυρεοειδοτρόπος ορμόνη (TSH)

Η **θυρεοειδοτρόπος ορμόνη** ή **θυρεοτρόπος ορμόνη** ή **θυρεοτροπίνη** (Thyroid Stimulating Hormone, TSH, Thyrotropin) παράγεται από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης με την επίδραση του υποθαλαμικού εκλυτικού παράγοντα TSH - RF. Η θυρεοειδοτρόπος ορμόνη είναι μία γλυκοπρωτεΐνη με σημαντικές διαφορές, ανάμεσα στα διάφορα είδη ζώων, ως προς τη χημική σύνθεση και το μ.β. (από 10000 μέχρι 28000).

Η θυρεοειδοτρόπος ορμόνη διεγείρει την παραγωγή και την έκκριση της **θυροξίνης** (T4) και της **τριιωδιοθυρονίνης** (T3) από το θυρεοειδή αδένα.

Η έκκριση της TSH διεγείρεται από τη στάθμη των ορμονών του θυρεοειδή αδένα (T3, T4) στο αίμα. Μείωση της στάθμης των ορμονών αυτών διεγείρει την έκκριση της TSH, ενώ αντίθετα αύξηση της στάθμης των ορμονών αυτών αναστέλλει την έκκριση της TSH. Ο μηχανισμός αυτός της παλίνδρομης ρύθμισης φαίνεται ότι λειτουργεί τόσο ανάμεσα στο θυρεοειδή αδένα και στον πρόσθιο λοβό, όσο και ανάμεσα στο θυρεοειδή αδένα και στον υποθάλαμο για την έκκριση του εκλυτικού παράγοντα (TSH - RF). Αύξηση επίσης της TSH προκαλεί η πτώση της θερμοκρασίας και το stress.

Γοναδοτρόπες ορμόνες

Οι γοναδοτρόπες ορμόνες (γοναδοτροπίνες ή γοναδοτροφίνες ή προλάνες) είναι ορμόνες από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης οι οποίες δρουν στους γεννητικούς αδένες (γονάδες) δηλαδή στις ωοθήκες και στους όρχεις. Τέτοιες ορμόνες είναι η **ωοθυλακιοτρόπος ορμόνη**, η **ωχρινοτρόπος ορμόνη** και η **προλακτίνη**.

7.5.4 Ωοθυλακιοτρόπος ορμόνη (FSH)

Η **ωοθυλακιοτρόπος ορμόνη** ή **θυλακιοτρόπος ορμόνη** ή **προλάνη Α** (Follicle Stimulating Hormone, FSH) είναι μια γλυκοπρωτεΐνη με διαφορετικό μ.β. στα διάφορα είδη των ζώων (χοίρος 29000, πρόβατο 67000). Η ημιπερίοδος ζωής αυτής είναι 2 - 4 ώρες.

Παράγεται από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης και η παραγωγή της ρυθμίζεται με το σύστημα της παλίνδρομης αλληλορύθμισης. Ο υποθάλαμος επηρεάζεται από τη συγκέντρωση των οιστρογόνων, της προγεστερόνης και της τεστοστερόνης στο αίμα. Αύξηση της συγκέντρωσης των στεροειδών στο αίμα προκαλεί μείωση της έκκρισης της FSH.

7.5.4.1 Φυσιολογικές ιδιότητες της ωοθυλακιotropου ορμόνης

α. Στα **θηλυκά ζώα** η ωοθυλακιotropος ορμόνη:

1. προκαλεί την ανάπτυξη των ωοθυλακίων στην ωοθήκη. Για την πλήρη ωρίμανση των ωοθυλακίων είναι απαραίτητη η συνεργασία της ωχρινotropου ορμόνης.
2. μαζί με την ωχρινotropo ορμόνη προκαλεί έκκριση μεγάλων ποσοτήτων οιστρογόνων ορμονών.
3. μειώνεται η έκκριση της από αυξημένη συγκέντρωση οιστρογόνων στο αίμα.

β. Στα **αρσενικά ζώα** προάγει τη σπερματογένεση, σε συνεργασία με άλλες ορμόνες, προκαλώντας την ωρίμανση των σπερματίδων.

7.5.5 Ωχρινotropος ορμόνη (LH)

Η **ωχρινotropος ορμόνη** ή **ωχρινοποιητική ορμόνη** ή **προλάνη B** (Luteinizing Hormone, LH) είναι γλυκοπρωτεΐνη με μ.β. που διαφέρει από είδος σε είδος (χοίρος 100000, πρόβατο 30000 - 40000). Η ημιπερίοδος ζωής στο αίμα είναι 30 λεπτά περίπου.

Η έκκριση της LH από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης εξαρτάται από τον εκλυτικό παράγοντα της LH (LH - RF). Πολλοί πιστεύουν ότι ο εκλυτικός παράγοντας της LH είναι κοινός με εκείνον της ωοθυλακιotropου (Gn - RF). Ο υποθάλαμος επηρεάζεται από το επίπεδο των στεροειδών ορμονών στο αίμα. Ο πρόσθιος λοβός της υπόφυσης εκκρίνει συνέχεια μια μικρή ποσότητα LH (**τονική έκκριση**). Όταν όμως η στάθμη των οιστρογόνων ορμονών στο αίμα ανέρχεται λίγο πριν την ωοθυλακιორρηξία τότε έχουμε **επεισοδιακή έκκριση** LH.

7.5.5.1 Φυσιολογικές ιδιότητες και δράσεις της LH

α. Στα **θηλυκά ζώα** η ωχρινotropος ορμόνη:

1. προάγει την έκκριση των οιστρογόνων ορμονών.
2. προάγει την ωρίμανση των ωοθυλακίων, σε συνδυασμό με την FSH.
3. προκαλεί την ωοθυλακιორρηξία
4. προκαλεί τη μετατροπή του διαρραγέντος ωοθυλακίου σε ωχρό σωματίο καθώς και την παραγωγή προγεστερόνης από το ωχρό σωματίο.

β. Στα **αρσενικά ζώα** προάγει την έκκριση της τεστοστερόνης διεγείροντας τα ενδιάμεσα κύτταρα του όρχεος.

7.5.6 Προλακτίνη (LTH)

Η **προλακτίνη** ή **λουτεοτρόπος ορμόνη** ή **λουτεοτροπίνη** (Luteotropin) ή **λακτογόνος ορμόνη** (Lactogenig Hormone) ανήκει στην ομάδα των πεπτιδίων. Το μ.β. στο πρόβατο ανέρχεται σε 32000.

Η έκκριση της προλακτίνης ελέγχεται από έναν ανασταλτικό παράγοντα του υποθαλάμου (PIF) και από έναν εκλυτικό παράγοντα (P - RF) που δεν είναι σίγουρο ότι υπάρχει σε όλα τα ζώα.

7.5.6.1 Φυσιολογικές ιδιότητες της προλακτίνης

α. Στα **θηλυκά ζώα** η προλακτίνη:

1. προάγει την ανάπτυξη του μαστικού αδένος και συντελεί στην έναρξη και στη διατήρηση της γαλακτοπαραγωγής.
2. σε ορισμένα είδη (ποντικός, πρόβατο) ενεργεί σαν ωχρινοτροφική ορμόνη.

β. Στα **αρσενικά ζώα** υπάρχουν ενδείξεις ότι η προλακτίνη συμβάλει στην ανάπτυξη των επικουρικών αδένων.

Στα **πηνά**, τέλος, η προλακτίνη ευνοεί την ανάπτυξη των αδένων του πρόλοβου (περιστέρι) και προκαλεί την εκδήλωση του ενστίκτου της επώασης.

Οπίσθιος λοβός της υπόφυσης

Από τον οπίσθιο λοβό της υπόφυσης εκκρίνονται δυο ορμόνες η **αντιδιουρητική ορμόνη** και η **ωκυτοκίνη**, οι οποίες όμως δεν παράγονται σε αυτόν. Ο οπίσθιος λοβός της υπόφυσης θεωρείται πλέον σαν χώρος αποθήκευσης των παραπάνω ορμονών, που παράγονται στους πυρήνες του υποθαλάμου (υπεροπτικός και παρακοιλιακός). Μετά την παραγωγή τους στον υποθάλαμο μεταφέρονται από τον υποθάλαμο στον οπίσθιο λοβό της υπόφυσης για αποθήκευση με τους νευράξονες των νευρικών κυττάρων του υποθαλάμου.

7.6 Ορμόνες του οπίσθιου λοβού της υπόφυσης

7.6.1 Αντιδιουρητική ορμόνη (ADH)

Η **αντιδιουρητική ορμόνη** ή **βαζοπρεσίνη**, ή **πιτρεσσίνη** ή **τονεφίνη** ή **υπερτασική ορμόνη** ή **αγγειοπιεσίνη** (Antidiuretic Hormone, ADH, Vasopressine, Pitressine, Tonefine) είναι ένα πεπτίδιο με 9 αμινοξέα. Η ADH των περισσότερων θηλαστικών περιέχει αργινίνη, ενώ η ADH του χοίρου περιέχει λυσίνη.

Η αντιδιουρητική ορμόνη δρα στους νεφρούς και προκαλεί συμπίκνωση του ούρου αυξάνοντας την επαναρρόφηση του νερού στα άπω σπειροειδή σωληνάρια και στα αθροιστικά σωληνάρια, με αποτέλεσμα τη μείωση της εκκρινόμενης ποσότητας ούρου.

Σε περίπτωση ανεπάρκειας της ADH προκαλείται ο **άποιος διαβήτης** (πολυδιψία, πολουρία χωρίς όμως υπεργλυκαιμία και γλυκοζουρία). Εμφανίζεται στη γάτα, στο σκύλο και στον άνθρωπο.

Η αύξηση της ωσμωτικής πίεσης του αίματος και η μείωση του όγκου του αίματος είναι τα ερεθίσματα για την έκκριση της ADH. Τα ερεθίσματα που φθάνουν στον υποθάλαμο για την έκκριση της ADH προέρχονται από:

- α. ωσμωυποδοχείς,
- β. τασσεούποδοχείς (καρωτιδικός βολβός, αορτικό τόξο).
- γ. συγκινησιακές καταστάσεις (φόβος κλπ.)
- δ. χημικές ουσίες (π.χ. αλκοόλ)

Η αντιδιουρητική ορμόνη διαθέτει επίσης μικρή αγγειοσυσταλτική δράση. Απαιτούνται όμως μεγάλες δόσεις για την εκδήλωση της δράσης αυτής.

7.6.2 Ωκυτοκίνη

Η **ωκυτοκίνη** ή **οξυτοκίνη** (Oxytocin) ή **πιτοκίνη** (Pitocin) είναι ένα οκταπεπτίδιο, που έχει την ίδια χημική σύσταση σε όλα τα θηλαστικά.

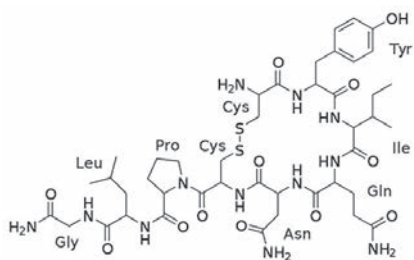
7.6.2.1 Φυσιολογικές ιδιότητες και δράσεις της ωκυτοκίνης

Η ωκυτοκίνη:

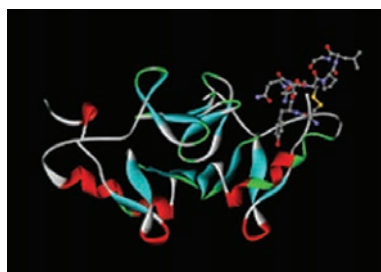
1. Διεγείρει και συσπά τα μυοεπιθηλιακά κύτταρα που περιβάλλουν τις αδenoκυψελίδες και τους μικρούς εκφορητικούς πόρους και προωθεί το γάλα, που έχει εκκριθεί προηγούμενα και καταλαμβάνει τις κοιλότητες των αδenoκυψελών και των εκφορητικών πόρων του μαστού, προς τα κατώτερα μέρη του μαστικού αδένος (εκφορητικοί αγωγοί και μαστικός κόλπος). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **αντανακλαστικό της καθόδου του γάλακτος** (Milk, Letdown Reflex ή Milk Ejection Reflex). Το γάλα μετά την έκκρισή του από τα αδενικά κύτταρα παραμένει στα ανώτερα μέρη του μαστικού αδένος (αδenoκυψέλες και εκφορητικοί πόροι) λόγω πλήρωσης του υπόλοιπου μαστικού αδένος. Με την επίδραση του αντανακλαστικού της εκροής το γάλα αυτό προωθείται προς το κατώτερο τμήμα του μαστικού αδένος, το οποίο έχει ήδη εκκενωθεί μερικώς λόγω του αρμέγματος ή του θηλασμού.
2. Προκαλεί συσπάσεις του μυομητρίου της μήτρας (συσπάσεις λείων μυικών ινών) εφόσον αυτό βρίσκεται υπό την επίδραση οιστρογόνων σε

υψηλή στάθμη στο αίμα. Αυτό συμβαίνει κατά τη φάση του οίστρου και κατά την τελευταία φάση του τοκετού. Στη διάρκεια της οχείας η σύσπαση της μήτρας βοηθάει τη μεταφορά των σπερματοζωαρίων στον ωαγωγό για τη γονιμοποίηση του ωαρίου. Στη διάρκεια του τοκετού οι συσπάσεις της μήτρας ευνοούν την έξοδο του εμβρύου και την αποβολή των εμβρυϊκών υμένων.

3. Διεγείρει την έκκριση της προλακτίνης.



Εικόνα 76. Χημική δομή της ωκυτοκίνης. (Internet. <http://www.nl.wikipedia.org>).



Εικόνα 77. Υποδοχέας της ωκυτοκίνης. (Internet. <http://www.chantellelafittebiol4550.blogspot.com>).

7.6.2.2 Ρύθμιση της έκκρισης της ωκυτοκίνης

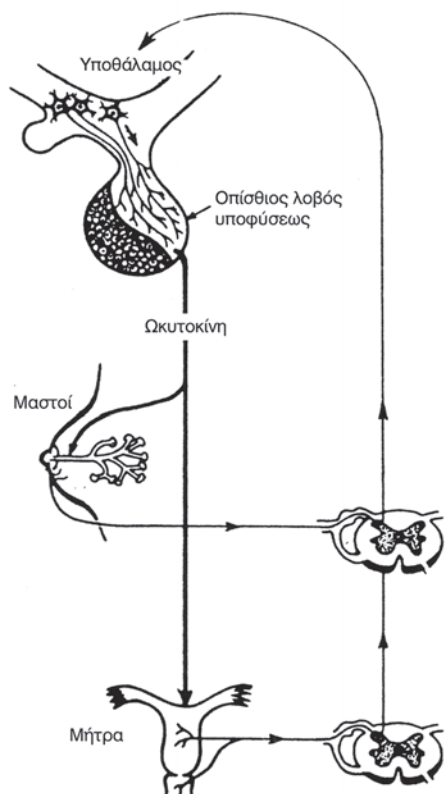
Η ωκυτοκίνη εκκρίνεται κατά τη διάρκεια του τοκετού, του θηλασμού, του αρμέγματος και της οχείας. Αύξηση της έκκρισης της ωκυτοκίνης προκαλούν:

- α. ο ερεθισμός της θηλής του μαστού (θηλασμός, άρμεγμα, πλύσιμο και μάλαξη μαστού).
- β. τα μηχανικά ερεθίσματα από τον τράχηλο της μήτρας και τον κολεό κατά τον τοκετό.
- γ. διάφορα εξαρτημένα αντανεκλαστικά (θέα του νεογέννητου, θόρυβος αμελκτικής μηχανής).

Το άγχος, ο φόβος και η αδρεναλίνη αναστέλλουν στην έκκριση της ωκυτοκίνης. Ανησυχία ή φόβος του ζώου στη διάρκεια του αρμέγματος αναστέλλει την έκκριση της ωκυτοκίνης.

7.7 Ενδιάμεσος λοβός της υπόφυσης

Βρίσκεται μεταξύ του πρόσθιου και του οπίσθιου λοβού της υπόφυσης. Παρόλο που στον άνθρωπο είναι ατροφικός στα διάφορα ζώα είναι σημαντικός. Πιστεύεται πως ρυθμίζει τη φυσιολογική αλλαγή του χρώματος παράγοντας την **ορμόνη διέγερσης των μελανοκυττάρων (μελανοτροπίνη)**.



Εικόνα 78. Ερεθίσματα από το μαστό, τη μήτρα ή τον κόλπο διεγείρουν την έκκριση της ωκυτοκίνης (Ασπιώτης 1984).

7.8 Θυρεοειδής αδένας

Ο θυρεοειδής αδένας αποτελείται από τους δύο πλάγιους λοβούς, που συνδέονται μεταξύ τους με τον ισθμό. Στα περισσότερα θηλαστικά ο θυρεοειδής αδένας βρίσκεται πάνω στο πρώτο ή δεύτερο ημικρίκιο της τραχείας, στην κάτω πλευρά.

Η ιστολογική μονάδα του θυρεοειδή αδένος είναι το **θυρεοειδές κυστίδιο**. Στο θυρεοειδές κυστίδιο παράγονται δυο ορμόνες η **θυροξίνη** (T4) και η **τριιωδιοθυρονίνη** (T3). Για τη σύνθεση αυτών είναι απαραίτητη η παρουσία ιωδίου. Ο θυρεοειδής προσλαμβάνει ιόντα ιωδίου με ένα μηχανισμό ενεργητικής μεταφοράς (αντλία ιωδίου).

Η συγκέντρωση ιωδίου στο θυρεοειδή αδένος είναι πολύ μεγαλύτερη, μέχρι 20 φορές, από τη συγκέντρωση ιωδίου στο πλάσμα. Η σχέση αυτή μπορεί να αυξηθεί 300 - 500 φορές μετά από διέγερση του αδένος με την επίδραση της θυρεοειδοτρόπου ορμόνης της υπόφυσης.

Στο θυρεοειδές κυστίδιο τα I- οξειδώνονται και ενώνονται με το αμινοξύ τυροσίνη και έτσι παράγονται:

- η μονοϊωδιοτυροσίνη (MIT)
- η διιωδιοτυροσίνη (DIT)

Στη συνέχεια οι ουσίες αυτές ενώνονται μεταξύ τους και έχουμε την παραγωγή των παρακάτω ουσιών:

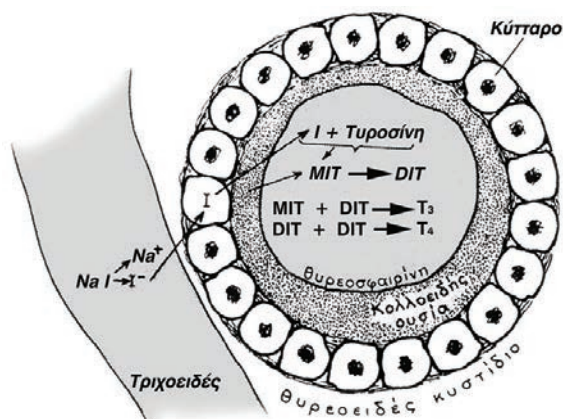
- MIT + DIT Τριιωδιοθυρονίνη (T3)
- DIT + DIT Θυροξίνη (T4)

Το 35% περίπου του ιωδίου στο θυρεοειδή αδένά βρίσκεται με τη μορφή της T4 και μόνο το 10% με τη μορφή της T3.

7.8.1 Φυσιολογικές ιδιότητες και δράσεις των θυρεοειδικών ορμονών

Οι ορμόνες αυτές αυξάνουν το μεταβολισμό στους περισσότερους ιστούς (καρδιά, ήπαρ, νεφροί, σκελετικοί μύες, πάγκρεας). Ειδικότερα οι ορμόνες του θυρεοειδή αδένά δρουν:

- α. στο **μεταβολισμό των πρωτεϊνών**. Μικρές ποσότητες T3 και T4 έχουν αναβολική επίδραση, ενώ μεγάλες ποσότητες έχουν καταβολική επίδραση.
- β. στο **μεταβολισμό των υδατανθράκων**. Η θυροξίνη προάγει το μεταβολισμό του γλυκογόνου στο ήπαρ σε γλυκόζη (γλυκογονόλυση) και τη γλυκονεογένεση. Αυξάνει την απορρόφηση γλυκόζης από το έντερο καθώς και την απορρόφηση και χρησιμοποίηση αυτής από τα κύτταρα.
- γ. στο **μεταβολισμό των λιπιδίων**. Οι T3 και T4 προάγουν τον καταβολισμό των λιπιδίων.
- δ. στη **σωματική ανάπτυξη**. Η φυσιολογική λειτουργία του θυρεοειδή είναι απαραίτητη για την κανονική ανάπτυξη του οργανισμού. Συγκεκριμένα επηρεάζουν την ανάπτυξη των οστών. Σε περίπτωση υποθυρεοειδισμού ή υπερπαραθυρεοειδισμού τα οστά δεν αναπτύσσονται κανονικά.
- ε. στο **κεντρικό νευρικό σύστημα**. Η παρουσία των ορμονών αυτών είναι απαραίτητη για την κανονική ανάπτυξη και λειτουργία του νευρικού συστήματος.
- στ. στο **κυκλοφορικό σύστημα**. Οι ορμόνες του θυρεοειδή αδένά έχουν θετική χρονότροπη και ινότροπη επίδραση στην καρδιά, αυξάνουν τον ΚΛΟΑ κλπ.
- ζ. στο **αναπνευστικό σύστημα**. Οι ορμόνες του θυρεοειδή αδένά αυξάνουν τον αριθμό και το βάθος των αναπνευστικών κινήσεων. Αντίθετα σε περίπτωση ανεπάρκειας αυτών μειώνεται ο αριθμός και το βάθος των αναπνευστικών κινήσεων.



Εικόνα 79. Σύνθεση θυρεοειδικών ορμονών στο θυρεοειδές κυστίδιο (Ασπιώτης, 1984).

- η. στο **γαστρεντερικό σωλήνα**. Η θυροξίνη αυξάνει την κινητικότητα του γαστρεντερικού σωλήνα, ενώ σε περίπτωση ανεπάρκειας αυτής μπορεί να παρατηρηθεί δυσκοιλιότητα.
- θ. στο **δέρμα και στο τρίχωμα**. Η θυροξίνη επηρεάζει την ανάπτυξη του δέρματος, του τριχώματος, των κεράτων και των οδόντων.
- ι. στο **αναπαραγωγικό σύστημα**. Η θυροξίνη προάγει την ανάπτυξη του μαστού και τη γαλακτοπαραγωγή. Επίσης επηρεάζει το αναπαραγωγικό σύστημα, την κανονική κυοφορία και το σχηματισμό του εμβρύου. Στα βοοειδή όμως βρέθηκε ότι η θυρεοειδεκτομή δεν επηρεάζει σημαντικά τη σπερματογένεση ή την ωοθυλακιορρηξία.

7.8.2 Ρύθμιση της έκκρισης των ορμονών του θυρεοειδούς αδένος

Η δραστηριότητα του θυρεοειδούς αδένος ελέγχεται κυρίως από τη θυρεοειδοτρόπο (TSH) και αυτή από τον εκλυτικό παράγοντα του υποθαλάμου (TSH-RF). Μείωση των T₃ και T₄ στο αίμα διεγείρει την έκκριση της TSH και του TSH-RF, ενώ αντίθετα αύξηση της συγκέντρωσης των T₃ και T₄ αναστέλλει την έκκριση της TSH και του TSH-RF. Στην πρώτη περίπτωση διεγείρεται ο θυρεοειδής και αυξάνεται η έκκριση των θυρεοειδικών ορμονών, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η έκκριση των θυρεοειδικών ορμονών είναι μειωμένη.

Επίσης η σωματοστατίνη αναστέλλει την έκκριση της TSH, ενώ το ψύχος αυξάνει την έκκριση της TSH με τις ανάλογες επιδράσεις στη λειτουργία του θυρεοειδούς και την έκκριση των θυρεοειδικών ορμονών.

7.8.3 Διαταραχές της λειτουργίας του θυρεοειδή αδένος

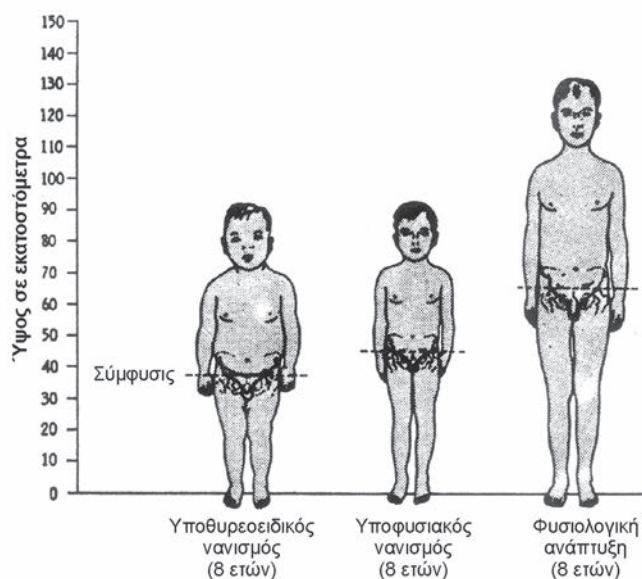
α. Υποθυρεοειδισμός. Υποθυρεοειδισμός είναι η υπολειτουργία του θυρεοειδή αδένος με μειωμένη έκκριση των ορμονών του (T3 και T4). Ο υποθυρεοειδισμός οφείλεται σε:

1. βλάβη του θυρεοειδή (πρωτογενής υποθυρεοειδισμός).
2. βλάβη του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης (δευτερογενής υποθυρεοειδισμός).

Σε περίπτωση υποθυρεοειδισμού παρατηρείται υποδόριο οίδημα (**μυξοίδημα**) στα ζώα και στον άνθρωπο. Στον άνθρωπο με υποθυρεοειδισμό παρατηρείται **νανισμός** και **κρετινισμός** (νεαρά άτομα) και **μυξοίδημα** (ενήλικα άτομα).



Εικόνα 80. Δίδυμα πρόβατα ηλικίας 20 μηνών. Το πρόβατο με την καθυστερημένη ανάπτυξη υποβλήθηκε σε θυρεοειδεκτομή σε ηλικία 4 εβδομάδων (BREAZILE, 1971)



Εικόνα 81. Διαφορές μεταξύ υποθυρεοειδικού και υποφυσιακού νανισμού (Ασπιώτης, 1984).

β. Υπερθυρεοειδισμός

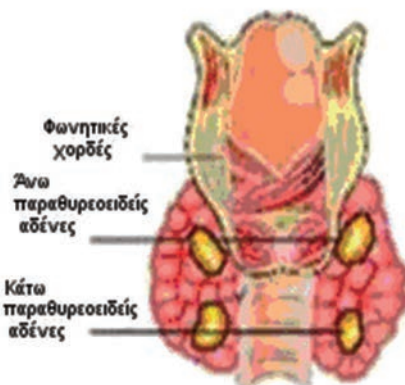
Υπερθυρεοειδισμός είναι η υπερλειτουργία του θυρεοειδή αδένος, με αυξημένη παραγωγή θυρεοειδικών ορμονών. Τα συμπτώματα είναι η διόγκωση του θυρεοειδή, η προεξοχή των οφθαλμών (**εξόφθαλμη βρογχοκήλη**), η αύξηση του βασικού μεταβολισμού, η απώλεια βάρους, η νευρική υπερδιέγερση, η ταχυκαρδία κλπ.

γ. Βρογχοκήλη

Σε περίπτωση έλλειψης ιωδίου παρατηρείται υπερπλασία του θυρεοειδή χωρίς όμως ορμονική υπερέκκριση (**απλή βρογχοκήλη**). Ο θυρεοειδής μη δυνάμενος να συνθέσει το απαιτούμενο ποσό των ορμονών T3 και T4 υπερπλάσσεται.

7.9 Παραθυρεοειδείς αδένες

Οι παραθυρεοειδείς αδένες στα περισσότερα είδη των ζώων (και στον άνθρωπο) είναι 4. Ευρίσκονται επί του θυρεοειδούς αδένος. Οι παραθυρεοειδείς αδένες εκκρίνουν την ορμόνη **παραθορμόνη**, που παίζει βασικό ρόλο στη ρύθμιση της συγκέντρωσης του ασβεστίου στο αίμα. Μία άλλη ορμόνη, η **καλσιτονίνη**, που συμμετέχει και αυτή στη ρύθμιση του ασβεστίου, εκκρίνεται από το θυρεοειδή αδένος (θυρεοκαλσιτονίνη), αλλά και από τους παραθυρεοειδείς αδένες και το θύμο αδένος.



Εικόνα 82. Παραθυρεοειδείς αδένες.
(Internet. <http://www.parathyroid.com>).

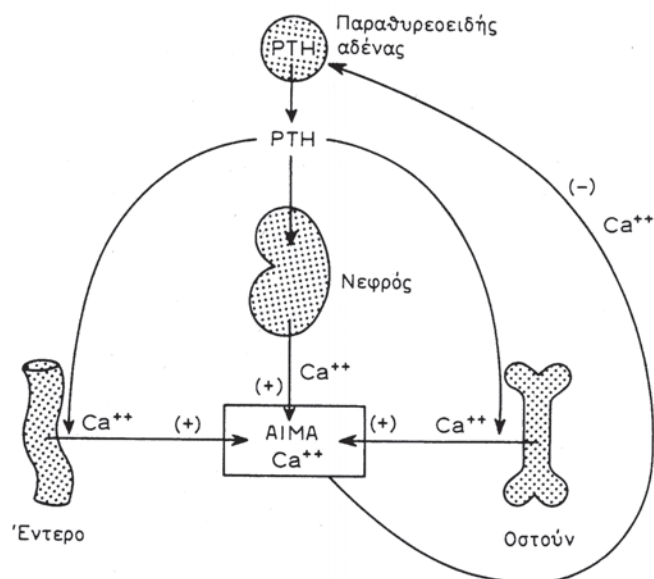
7.9.1 Παραθορμόνη

Η **παραθορμόνη** είναι πολυπεπτίδιο με 84 αμινοξέα. Η δομή της στον άνθρωπο, το χοίρο και τα βοοειδή είναι πλήρως γνωστή με ορισμένες διαφορές μεταξύ τους. Η έκκριση αυτής από τους παραθυρεοειδείς αδένες ρυθμίζεται κυρίως από τη συγκέντρωση ιόντων ασβεστίου στο αίμα. Αύξηση της συγκέντρωσης Ca^{++} αναστέλλει την έκκριση της παραθορμόνης, ενώ μείωση της συγκέντρωσης ιόντων ασβεστίου διεγείρει την έκκριση της παραθορμόνης.

Η παραθορμόνη ρυθμίζει τη συγκέντρωση Ca και P στο αίμα δρώντας συγκεκριμένα στα οστά, στους νεφρούς και στο έντερο ως εξής:

1. Κινητοποιεί Ca και P από τα οστά.

2. Αυξάνει την απορρόφηση Ca και P από το έντερο.
3. Αυξάνει την επαναπορρόφηση Ca στα ουροφόρα σωληνάρια (μειώνει την απέκκριση).
4. Μειώνει την επαναπορρόφηση P στα ουροφόρα σωληνάρια (αυξάνει την απέκκριση).



Εικόνα 83. Δράση της παραθορμόνης και ρύθμιση της έκκριση αυτής (Σμοκοβίτης, 1990).

7.9.2 Υποπαραθυρεοειδισμός

Υποπαραθυρεοειδισμός είναι η μείωση και η παύση της λειτουργικής δραστηριότητας των παραθυρεοειδών αδένων με μειωμένη έκκριση παραθορμόνης, μειωμένη συγκέντρωση Ca στο αίμα (υπασβεσταιμία) και αυξημένη συγκέντρωση P στο αίμα. Παρατηρείται σε σκύλους και γάτες. Τα συμπτώματα είναι ανησυχία, νευρική κατάσταση και ταχυκαρδία.

7.9.3 Υπερπαραθυρεοειδισμός

Υπερπαραθυρεοειδισμός είναι η υπερλειτουργία των παραθυρεοειδών αδένων και η υπερέκκριση παραθορμόνης. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται υπερασβεσταιμία, υποφωσφαταιμία και αυξημένη απέκκριση Ca και P στο ούρο (πρωτογενής υπερπαραθυρεοειδισμός). Τα οστά απασβεστιούνται, γίνονται πορώδη, με κενά διαστήματα, μαλακά και εύθραυστα.

(κυστική ινώδης οστίτις). Εμφανίζονται ουρολιθίαση, ανορεξία και μυϊκή αδυναμία.

Στην περίπτωση του δευτερογενούς υπερπαραθυρεοειδισμού έχουμε υπασβεσταιμία και υπερφωσφαταιμία (π.χ. επιπλοκή νεφρικής ανεπάρκειας).

7.9.4 Καλσιτονίνη

Η **καλσιτονίνη** είναι ένα πολυπεπτίδιο η έκκριση του οποίου διεγείρεται από την αύξηση του Ca στο αίμα. Η φυσιολογική δράση της καλσιτονίνης είναι:

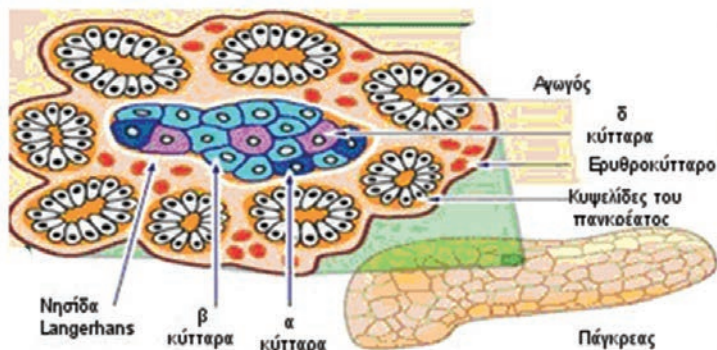
1. Εμποδίζει τη μετακίνηση Ca από τα οστά.
2. Αυξάνει την απέκκριση Ca και P με το ούρο.
3. Δεν διαπιστώθηκε επίδρασή της στην απορρόφηση Ca από το έντερο.

7.10 Πάγκρεας

Το πάγκρεας είναι ένας μικτός αδένας, του οποίου η εξωκρινής μοίρα παράγει το παγκρεατικό υγρό, ενώ η ενδοκρινής μοίρα παράγει τις ορμόνες **ινσουλίνη**, **γλυκαγόνη** και **σωματοστατίνη**.

Η ενδοκρινής μοίρα αποτελείται από ομάδες κυττάρων, τα **νησίδια του Langerhans**. Τα νησίδια δέχονται νευρικές ίνες από το παρασυμπαθητικό και το συμπαθητικό νευρικό σύστημα. Στα θηλαστικά τα νησίδια του Langerhans αποτελούνται από τρεις τύπους κυττάρων:

- α. τα α-κύτταρα που παράγουν την ορμόνη γλυκαγόνη.
- β. τα β-κύτταρα που παράγουν την ορμόνη ινσουλίνη.
- γ. τα δ-κύτταρα που παράγουν την ορμόνη σωματοστατίνη.



Εικόνα 84. Νησίδιο του Langerhans και τα περιβάλλοντά αυτό αδενικά κύτταρα.
(Internet. <http://www.plaza.ufl.edu>).

7.10.1 Ινσουλίνη

Η ινσουλίνη είναι ένα πολυπεπτίδιο με μοριακό βάρος 6000. Έχει δυο αλυσίδες (Α και Β) με 21 και 30 αμινοξέα, αντίστοιχα. Έχει επιτευχθεί σύνθεση ινσουλίνης του ανθρώπου, του προβάτου και των βοοειδών. Η δομή του μορίου έχει μικροδιαφορές στα διάφορα είδη.

Η ινσουλίνη μειώνει τη συγκέντρωση γλυκόζης στο αίμα και έχει επίδραση σ' ολόκληρο το μεταβολισμό (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη, ηλεκτρολύτες, νερό). Ειδικότερα η ινσουλίνη:

Στο μεταβολισμό των υδατανθράκων

- α. προάγει την είσοδο της γλυκόζης στα κύτταρα (σκελετικοί μύες, λείοι και καρδιακοί μύες, λευκοκύτταρα).
- β. προάγει τη γλυκογονογένεση (σύνθεση γλυκογόνου από γλυκόζη).
- γ. μειώνει το ρυθμό γλυκογονόλυσης (αποδόμηση του γλυκογόνου σε γλυκόζη).
- δ. μειώνει τη γλυκονεογένεση (σχηματισμός γλυκόζης από μη υδατανθρακούχες ουσίες).

Στο μεταβολισμό των λιπιδίων

- α. διεγείρει τη λιπογένεση
- β. εμποδίζει τη λιπόλυση
- γ. αναστέλλει την κινητοποίηση των λιπών με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση του λίπους στο σώμα των ζώων.

Στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών

- α. αυξάνει τη σύνθεση των πρωτεϊνών στα ριβοσώματα
- β. διευκολύνει την είσοδο αμινοξέων στα κύτταρα.

Ρύθμιση της έκκρισης της ινσουλίνης

Η έκκριση της ινσουλίνης επηρεάζεται κυρίως από τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα. Αύξηση της στάθμης της γλυκόζης στο αίμα προάγει την έκκριση ινσουλίνης. Αύξηση της έκκρισης της ινσουλίνης προκαλεί και η αυξημένη συγκέντρωση αμινοξέων (κυρίως αργινίνης, λυσίνης και λευκίνης), το βουτυρικό οξύ (μηρυκαστικά), τα κετονικά σώματα (σε μεγάλη συγκέντρωση), η αυξητική ορμόνη, τα γλυκοκορτικοειδή, η θυροξίνη καθώς και η διέγερση του παρασυμπαθητικού συστήματος. Η διέγερση του συμπαθητικού αναστέλλει την έκκριση της ινσουλίνης.

7.10.2 Γλυκαγόνη

Η **γλυκαγόνη** ή **γλυκογόνο** ή **γλουκαγόνο** είναι ένα πολυπεπτίδιο με 29

αμινοξέα και με μ.β. 3500. Η γλυκαγόνη έχει αντίθετη επίδραση σε σχέση με την ινσουλίνη δηλαδή προκαλεί:

- α. υπεργλυκαιμία
- β. γλυκογονόλυση
- γ. γλυκονεογένεση

με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση της γλυκόζης στο αίμα.

Η ομοιοστασία της γλυκόζης επιτυγχάνεται με 8 υπεργλυκαιμικούς παράγοντες και ένα υπογλυκαιμικό παράγοντα. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

Υπεργλυκαιμικοί παράγοντες

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| - αδρεναλίνη | - προλακτίνη |
| - αυξητική ορμόνη | - γλυκοκορτικοειδή |
| - φλοιοτρόπος ορμόνη | - θυροξίνη |
| - θυρεοειδοτρόπος ορμόνη | - γλυκαγόνη |

Υπογλυκαιμικός παράγοντας

- ινσουλίνη

Υποϊνσουλινισμός

Είναι η μείωση έκκρισης ινσουλίνης. Σε περίπτωση ανεπάρκειας ινσουλίνης εμφανίζεται ο σακχαρώδης διαβήτης με συμπτώματα πολυφαγία, πολυδιψία, πολυουρία, υπεργλυκαιμία, γλυκοζουρία και απώλεια βάρους.

Ο σακχαρώδης διαβήτης μπορεί να εμφανισθεί σε όλα τα ζώα, εμφανίζεται όμως πιο συχνά στο σκύλο και στη γάτα. Στα μηρυκαστικά εμφανίζεται σπάνια και με ήπια συνήθως συμπτωματολογία.

Υπερινσουλινισμός

Σε περίπτωση αυξημένης συγκέντρωσης ινσουλίνης στο αίμα προκαλείται υπογλυκαιμία στο χοίρο, στο σκύλο και στον άνθρωπο.

7.10.3 Σωματοστατίνη

Η **σωματοστατίνη** αρχικά απομονώθηκε στον υποθάλαμο, αργότερα όμως βρέθηκε και σε άλλα σημεία του σώματος (βλεννογόνος γαστρεντερικού σωλήνα, πάγκρεας κ.ά.). Η σωματοστατίνη αναστέλλει την έκκριση της αυξητικής ορμόνης, της ινσουλίνης και της γλυκαγόνης.

7.11 Επινεφρίδια

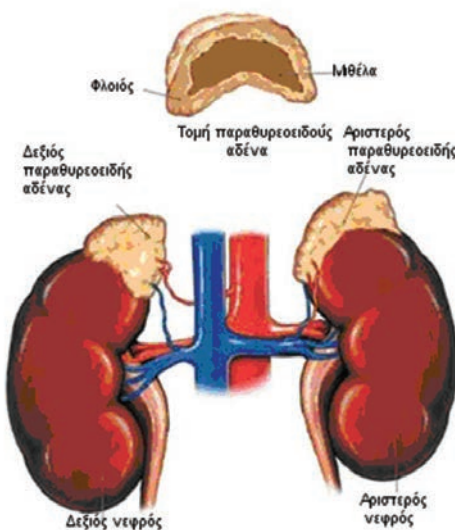
Τα επινεφρίδια είναι δύο και βρίσκονται στον πρόσθιο λοβό κάθε νεφρού. Τα επινεφρίδια αποτελούνται από το φλοιό (φλοιώδης μοίρα) και το μυελό (μυελώδης μοίρα).

Στο μυελό των επινεφριδίων εκκρίνονται οι κατεχολαμίνες, ενώ στο φλοιό εκκρίνονται τα **γλυκοκορτικοειδή**, τα **αλατοκορτικοειδή** και τα **σεξοτρόπα κορτικοειδή**.

7.11.1 Ορμόνες του φλοιού των επινεφριδίων

Από το φλοιό των επινεφριδίων εκκρίνονται οι παρακάτω ορμόνες:

- | | | |
|----------------------------------|---|---|
| 1. Γλυκοκορτικοειδή: | { | κορτιζόλη
κορτικοστερόνη
κορτιζόνη |
| 2. Αλατοκορτικοειδή: | { | αλδοστερόνη
κορτικοστερόνη
δεσοξυκορτικοστερόνη |
| 3. Σεξοτρόπα κορτικοειδή: | { | ανδρογόνες ορμόνες
οιστρογόνα
προγεστερόνη |



Εικόνα 85. Φλοιός και μυελός των επινεφριδίων. (Internet. <http://www.healthherbsandnutrition.com>).

7.11.2 Γλυκοκορτικοειδή

Ονομάζονται έτσι γιατί έχουν σχέση με την ανταλλαγή της ύλης των υδατανθράκων. Τα γλυκοκορτικοειδή:

- α. αυξάνουν τη γλυκονεογένεση.
- β. μειώνουν τη χρησιμοποίηση της γλυκόζης στα κύτταρα.
- γ. αυξάνουν τον καταβολισμό των πρωτεϊνών.
- δ. αυξάνουν τη λιπόλυση και την κινητοποίηση των λιπών.
- ε. έχουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες.
- στ. σε μεγάλες δόσεις μειώνουν τα αντισώματα.
- ζ. αυξάνουν τα ουδετερόφιλα λευκοκύτταρα, τα θρομβοκύτταρα και τα ερυθρά αιμοσφαίρια.

Η έκκριση των γλυκοκορτικοειδών γίνεται με την επίδραση της φλοιότropic ορμόνης (ACTH), η οποία πάλι ρυθμίζεται από τον εκλυτικό παράγοντα του υποθαλάμου (ACTH - RF). Ο τελευταίος εκκρίνεται σε περιπτώσεις δυσμενών παραγόντων για τον οργανισμό (π.χ. τραυματισμοί). Σε περίπτωση stress η αδρεναλίνη διεγείρει την έκκριση της ACTH.

7.11.3 Αλατοκορτικοειδή

Ονομάζονται έτσι γιατί έχουν επίδραση στο νάτριο, κάλιο και χλώριο.

Το κυριότερο αλατοκορτικοειδές είναι η αλδοστερόνη. Η αλδοστερόνη δρα κυρίως στα ουροφόρα σωληνάρια, αλλά και στους σιελογόνους αδένες και στους ιδρωτοποιούς αδένες. Η αλδοστερόνη:

- α. προάγει την επαναπορρόφηση νατρίου στα ουροφόρα σωληνάρια.
- β. αυξάνει την απέκκριση καλίου.

Τα αλατοκορτικοειδή γενικά αυξάνουν την επαναπορρόφηση νατρίου, χλωρίου και νερού και την απέκκριση καλίου, φωσφόρου και μαγνησίου.

Αυξάνουν έτσι τα εξωκυτταρικά υγρά, τον όγκο του αίματος, τον ΚΛΟΑ και την αρτηριακή πίεση.

Η έκκριση της αλδοστερόνης ελέγχεται:

- α. μερικά από την ACTH
- β. από τη συγκέντρωση νατρίου και καλίου στο αίμα. Μείωση του νατρίου ή αύξηση του καλίου διεγείρουν την έκκριση της αλδοστερόνης.
- γ. με το μηχανισμό ρενίνης - αγγειοτασίνης.

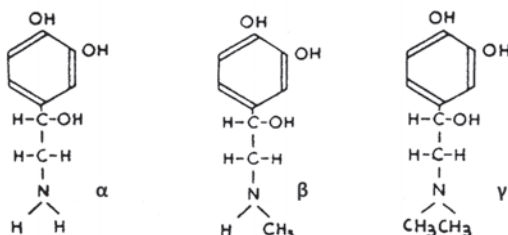
7.11.4 Σεξοτρόπα κορτικοειδή (γεννητικές ορμόνες)

Οι ποσότητες που παράγονται σε φυσιολογικές συνθήκες από το φλοιό των επινεφριδίων είναι πολύ μικρές, ιδιαίτερα για τις ανδρογόνες ορμό-

νες και τα οιστρογόνα. Σε περίπτωση νεοπλασμάτων στα επινεφρίδια οι ποσότητες ανδρογόνων ή οιστρογόνων αυξάνονται και μπορούν να προκαλέσουν αρρενοποίηση ή θυληπρέπεια, στα θηλυκά και αρσενικά ζώα, αντίστοιχα.

7.11.5 Ορμόνες του μυελού των επινεφριδίων

Στο μυελό των επινεφριδίων εκκρίνονται οι ορμόνες **αδρεναλίνη**, **νοραδρεναλίνη** και **ισοπροτερενόλη**, που ονομάζονται **κατεχολαμίνες**. Στα ενήλικα θηλαστικά η έκκριση της αδρεναλίνης είναι επικρατέστερη της νοραδρεναλίνης. Στα περισσότερα είδη η συνήθης αναλογία αδρεναλίνης - νοραδρεναλίνης είναι 4:1. Αντίθετα στα πτηνά και στα έμβρυα των θηλαστικών υπερέρχει η νοραδρεναλίνη.



Εικόνα 86. Νοραδρεναλίνη (α), αδρεναλίνη (β), ισοπροτερενόλη (γ)

7.11.5.1 Φυσιολογική δράση των κατεχολαμινών

Η αδρεναλίνη προκαλεί αγγειοσύσπαση (αγγειοσυστολή) στους βλεννογόνους, στο δέρμα και στα σπλάχνα, ενώ συγχρόνως προκαλεί αγγειοδιαστολή στους σκελετικούς μύες και στο μυοκάρδιο. Προκαλεί δηλαδή ανακαταδιανομή του αίματος για αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών σε αίμα.

Η νοραδρεναλίνη προκαλεί αγγειοσυστολή στους βλεννογόνους, στο δέρμα και στα σπλάχνα.

Στο μεταβολισμό η αδρεναλίνη προκαλεί:

α. αύξηση της γλυκογονόλυσης στο ήπαρ.

β. αύξηση της γλυκονεογένεσης.

γ. αύξηση των οξειδώσεων.

δ. κινητοποίηση λιπών.

ε. αύξηση της συχνότητας των παλμών της καρδιάς και της δύναμης συστολής του μυοκαρδίου.

στ. συστολή του σπλήνα και έγχυση ερυθρών αιμοσφαιρίων στην κυκλοφορία.

Η έκκριση των κατεχολαμινών ρυθμίζεται από το συμπαθητικό νευρικό σύστημα. Διέγερση του συμπαθητικού συστήματος (stress, θυμός, φόβος) προκαλεί έκκριση κατεχολαμινών.

7.12 Όρχεις

Κύριες λειτουργίες των όρχεων είναι η σπερματογένεση και η παραγωγή των ανδρογόνων ορμονών. Εκτός από τις ανδρογόνες ορμόνες στους όρχεις παράγονται σε μικροποσά οιστρογόνα, προγεστερόνη, ανασταλτική και ρελαξίνη.

7.12.1 Ανδρογόνες ορμόνες

Η κύρια ανδρογόνος ορμόνη είναι η **τεστοστερόνη** και δευτερεύουσα η **ανδροστενεδιόνη**. Οι ανδρογόνες ορμόνες παράγονται στα ενδιάμεσα κύτταρα (κύτταρα Leydig) των όρχεων.

Οι ανδρογόνες ορμόνες:

1. διεγείρουν και διατηρούν τη σπερματογένεση.
2. προκαλούν την ανάπτυξη των εξωτερικών γεννητικών οργάνων και των επικουρικών αδένων καθώς και των δευτερευόντων χαρακτηριστικών του αρσενικού ζώου.
3. Εξασφαλίζουν τη γενετησιακή ικανότητα και την επιθυμία για επίβαση.
4. Επιδρούν θετικά στο μεταβολισμό και τη σύνθεση των πρωτεϊνών.
5. Προκαλούν ταχεία οστεοποίηση των επιφυσιακών χόνδρων των οστών.

Στα ευνοησιμμένα ζώα μειώνεται ο μεταβολισμός και εναποτίθεται περισσότερο λίπος στο σώμα των ζώων.

7.13 Ωοθήκες

Οι ωοθήκες παράγουν οιστρογόνα (αναπτυσσόμενα ωοθυλάκια), προγεστερόνη (ωχρό σωματίο), ρελαξίνη και ανδρογόνες ορμόνες σε μικρά ποσά.

7.13.1 Οιστρογόνα (οιστρογόνες ορμόνες)

Τα **οιστρογόνα** εκτός από τις ωοθήκες παράγονται στον πλακούντα και σε μικρές ποσότητες στο φλοιό των επινεφριδίων και στους όρχεις.

Τα κυριότερα οιστρογόνα είναι η:

- οιστραδιόλη 17-α
- οιστραδιόλη 17-β
- οιστρόνη
- οιστριόλη

7.13.1.1 Φυσιολογική δράση των οιστρογόνων

Οι φυσιολογικές ιδιότητες των οιστρογόνων είναι:

- α. προκαλούν την εμφάνιση του οίστρου και τις συναφείς μεταβολές στη μήτρα, στον κόλπο, στο αιδοίο, στο μαστό καθώς και στη συμπεριφορά των ζώων.
- β. συντελούν στην ωρίμανση και ρήξη του ωοθυλακίου (υψηλή στάθμη οιστρογόνων αναχαιτίζουν την FSH και επακολουθεί έκκριση της LH).
- γ. προάγουν την ανάπτυξη του μαστικού αδένος. Ειδικότερα τα οιστρογόνα διεγείρουν την ανάπτυξη των εκφορητικών αγωγών του μαστικού αδένος, ενώ σε συνεργασία με την προγεστερόνη διεγείρουν την ανάπτυξη της εκκριτικής μοίρας του μαστικού αδένος (αδενοκυψελίδες).
- δ. προετοιμάζουν τη μήτρα για την υποδοχή του γονιμοποιηθέντος ωαρίου, προκαλώντας τον πολλαπλασιασμό του επιθηλίου και των μυϊκών στιβάδων της μήτρας και αυξάνοντας την εκκριτικότητα των αδένων της.
- ε. αυξάνουν την κινητικότητα της μήτρας καθιστώντας το μιομήτριο πιο ευαίσθητο στην επίδραση της ωκυτοκίνης (περίοδος οργασμού, τέλος κυοφορίας).

Τα οιστρογόνα άλλοτε δρουν ανταγωνιστικά με την προγεστερόνη (κινητικότητα μήτρας) και άλλοτε συνεργατικά (ανάπτυξη μαστού και επίδραση στη μήτρα πριν τη γονιμοποίηση).

7.13.2 Προγεστερόνη

Η **προγεστερόνη** παράγεται από το ωχρό σωματίο. Ακόμα παράγεται από το ωοθυλάκιο, τον πλακούντα και σε μικρές ποσότητες από τα επινεφρίδια και τους όρχεις.

Το ωχρό σωματίο παραμένει σε λειτουργία σε όλη σχεδόν τη διάρκεια της κυοφορίας πλην της φοράδας στην οποία εκφυλίζεται νωρίτερα. Σε μερικά είδη ζώων (προβατίνα, φοράδα, γυναίκα) το ωχρό σωματίο μπορεί να αφαιρεθεί νωρίτερα χωρίς να προκληθεί αποβολή. Στο πρόβατο για παράδειγμα ωοθηκεκτομή μετά την 56η ημέρα της κυοφορίας δεν έχει επίδραση στην κυοφορία. Στα είδη αυτά η προγεστερόνη του ωχρού σωματίου αναπληρώνεται από την προγεστερόνη του πλακούντα.

Αντίθετα στην αίγα, στη χοιρομητέρα και στην αγελάδα το ωχρό σωματίο είναι απαραίτητο μέχρι το τέλος της κυοφορίας και τυχόν απομάκρυνσή του οδηγεί σε αποβολή. Στα είδη αυτά η προγεστερόνη του πλακούντα δεν μπορεί να αναπληρώσει την προγεστερόνη του ωχρού σωματίου και για αυτό το λόγο το ωχρό σωματίο είναι απαραίτητο μέχρι το τέλος της κυοφορίας.

7.13.2.1 Φυσιολογική δράση της προγεστερόνης

Η προγεστερόνη:

- α. προετοιμάζει το ενδομήτριο για την εγκατάσταση του γονιμοποιημένου ωαρίου. Συγκεκριμένα διεγείρει τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων του ενδομητρίου, προκαλεί υπερτροφία και υπερπλασία των λείων μυικών ινών της μήτρας και συντελεί στην αύξηση των εκκρίσεων της μήτρας (γάλα μήτρας).
- β. στη διάρκεια της κυοφορίας παράγεται σε μεγάλες ποσότητες και συμβάλει στην ηρεμία της μήτρας και στη διατήρηση της κυοφορίας. Επίσης παρεμποδίζει την ανάπτυξη νέων ωοθυλακίων αναχαιτίζοντας την έκκριση της FSH.
- γ. σε συνεργασία με τα οιστρογόνα προάγει την ανάπτυξη των αδενοκυψελίδων του μαστικού αδένα στη διάρκεια της κυοφορίας.
- δ. αυξάνει τη θερμοκρασία του σώματος. Έτσι 24-48 ώρες πριν τον τοκετό μειώνεται η θερμοκρασία λόγω μείωσης της προγεστερόνης στο αίμα.
- ε. προετοιμάζει τα γεννητικά όργανα για την εκδήλωση κανονικού οίστρου. Στα πρόβατα π.χ. ο 1ος οίστρος της νέας αναπαραγωγικής περιόδου είναι κρυφός λόγω του ότι δεν προϋπήρξε ωχρό σωματίο.
- στ. χρησιμοποιείται για την πρόκληση οίστρου σε άνοιστρα ζώα ή για τον συγχρονισμό του οίστρου στα αγροτικά ζώα.

7.13.3 Ρελαξίνη

Η **ρελαξίνη** είναι μια πολυπεπτιδική ορμόνη που παράγεται στην ωοθήκη (ωοθυλάκιο και ωχρό σωματίο), στο ενδομήτριο και στον πλακούντα στη διάρκεια της κυοφορίας (ανάλογα με το είδος του ζώου). Στη διάρκεια της κυοφορίας σε άλλα είδη παράγεται στο ωχρό σωματίο και σε άλλα στον πλακούντα.

Η ρελαξίνη λίγο πριν από τον τοκετό χαλαρώνει τους συνδέσμους της ηβοϊσχιακής σύμφυσης διευκολύνοντας έτσι τον τοκετό. Επίσης η ρελαξίνη συντελεί στη διαστολή του τραχήλου της μήτρας λίγο πριν ή κατά τη διάρκεια του τοκετού.

7.14 Πλακούντας

Ο πλακούντας συνδέει το μητρικό και τον εμβρυϊκό οργανισμό στη διάρκεια της κυοφορίας και μέσω αυτού γίνεται η ανταλλαγή ουσιών ανάμεσα στη μητέρα και στο έμβρυο. Ακόμα ο πλακούντας παράγει ουσίες που είναι απαραίτητες για το έμβρυο.

Στη διάρκεια της κυοφορίας ο πλακούντας παράγει οιστρογόνα, προ-

γεστερόνη, ρελαξίνη και γοναδοτρόπες ορμόνες, καθώς και τη λακτογόνο ορμόνη του πλακούντα. Οι παραπάνω ορμόνες όμως δεν παράγονται όλες σε όλα τα είδη των ζώων. Οι διαφορές εντοπίζονται κυρίως στα οιστρογόνα, στην προγεστερόνη και στις γοναδοτρόπες ορμόνες. Για την παραγωγή οιστρογόνων σε άλλα είδη είναι απαραίτητη η συνεργασία πλακούντα και εμβρύου (γυναίκα, πίθηκος και προβατίνα), ενώ σε άλλα είδη δεν είναι απαραίτητη η συνεργασία του εμβρύου για την παραγωγή οιστρογόνων από τον πλακούντα (αγελάδα).

Όσον αφορά την παραγωγή της προγεστερόνης από τον πλακούντα τα ζώα κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες. Στο πρόβατο, στη φοράδα και στη γυναίκα παράγονται επαρκείς ποσότητες προγεστερόνης κατά το δεύτερο μισό της κυοφορίας. Η προγεστερόνη αυτή είναι ικανή για τη διατήρηση της κυοφορίας έστω και αν αφαιρεθεί το ωχρό σωματίο ή η ωοθήκη. Αντίθετα, στην αγελάδα, στην αίγα και στη χοιρομητέρα η απομάκρυνση του ωχρού σωματίου προκαλεί αποβολή.

7.15 Γοναδοτροπίνη ορού έγκυας φοράδας

Η **γοναδοτροπίνη** γνωστή ως PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) παράγεται στις κρύπτες του ενδομητρίου της έγκυας φοράδας. Εμφανίζεται στο αίμα της φοράδας από την 40^η ημέρα της κυοφορίας, φθάνει στη μέγιστη παραγωγή την 60^η ημέρα και εξαφανίζεται μετά την 170^η ημέρα.

Οι ιδιότητες της ορμόνης αυτής προσομοιάζουν με τις ιδιότητες των γοναδοτρόπων ορμονών και μάλιστα περισσότερο με την FSH. Χρησιμοποιείται στο συγχρονισμό του οίστρου των αγροτικών ζώων.

7.16 Ανθρώπινη χοριακή γοναδοτροπίνη

Η ανθρώπινη χοριακή γοναδοτροπίνη γνωστή σαν HCG (Human Chorionic Gonadotropin) παράγεται στον πλακούντα έγκυας γυναίκας και οι ιδιότητες της προσομοιάζουν περισσότερο με τις ιδιότητες της LH. Εμφανίζεται στο ούρο από την 25^η ημέρα της κυοφορίας, η παραγωγή της μεγιστοποιείται την 50^η ημέρα και εξαφανίζεται μετά την 150^η ημέρα.

Η HCG χρησιμοποιείται στο συγχρονισμό του οίστρου των αγροτικών ζώων.

7.17. Θύμος αδένας

Ο θύμος αδένας εμφανίζεται κατά την εμβρυϊκή περίοδο. Είναι ένα λεμφοκυτταρογόνο όργανο το οποίο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ανάπτυξη

κατά την πρώτη μετεμβρυϊκή περίοδο, στη συνέχεια όμως υποπλάσσεται. Ο αδένας αυτός είναι σημαντικός για την ανάπτυξη και τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος. Οι ορμόνες του θύμου αδένος (θυμουλίνη, θυμοποιητίνη κ.ά.) επηρεάζουν τη διαφοροποίηση και τη δραστηριότητα των Τ-λεμφοκυττάρων. Επίσης μπορεί να επηρεάσουν τη σύνθεση νευροπεπτιδίων και πεπτιδικών ορμονών του υποθαλάμου και της υπόφυσης. Στο θύμο αδένος εκτός από τους ενδοκρινικούς μηχανισμούς λειτουργούν και παρακρινικοί, καθώς και αυτοκρινικοί μηχανισμοί.

7.18 Επίφυση

Η επίφυση παράγει την ορμόνη **μελατονίνη** και άλλες ουσίες οι οποίες διαδραματίζουν ρυθμιστικό ρόλο στο ενδοκρινικό σύστημα. Η σύνθεση και η έκκριση της μελατονίνης συμβαίνει κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Η μελατονίνη ρυθμίζει τις εποχικές επιδράσεις στο αναπαραγωγικό σύστημα, στο μεταβολισμό του οργανισμού και στο σωματικό βάρος. Επηρεάζει επίσης την έκκριση των ορμονών του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης, των ορμονών του θυρεοειδούς αδένος, το ανοσοποιητικό σύστημα, τη θερμορύθμιση του οργανισμού, καθώς και τον ύπνο.

Οι μεταβολές στη φωτοπερίοδο (σχέση σκότους – φωτός) διαπιστώνονται από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού και διάφορες νευρικές ώσεις άγονται στην επίφυση. Η επίφυση αντιδρά με την παραγωγή της μελατονίνης η οποία επηρεάζει τον άξονα υποθάλαμος – υπόφυση – γονάδες στα είδη ζώων που εμφανίζουν εποχικότητα στην αναπαραγωγή (αιγοπρόβατα, ιπποειδή κ.ά.).

7.19 Τοπικές (ιστικές) ορμόνες

Οι τοπικές ορμόνες εκκρίνονται από κύτταρα ή ομάδες κυττάρων που βρίσκονται σε διάφορα σημεία του οργανισμού.

7.19.1 Προσταγλανδίνες

Οι **προσταγλανδίνες** βρίσκονται στους ιστούς και τα υγρά των θηλαστικών και προέρχονται από ενζυματική επεξεργασία των λιπαρών οξέων. Έχουν ως πρόδρομη ουσία το αραχιδονικό οξύ. Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον οργανισμό των ζώων. Η αδρανοποίηση των προσταγλανδινών γίνεται γρήγορα κυρίως στους πνεύμονες, το ήπαρ και το έντερο. Δρουν κυρίως τοπικά, δηλαδή στο όργανο στο οποίο παράγονται, ή σε ένα κοντινό όργανο στο οποίο το αίμα φθάνει γρήγορα (αυτοκρινική ή

παρακρινική δράση). Υπάρχουν μερικοί τύποι προσταγλανδινών από τους οποίους οι προσταγλανδίνες PG έχουν μελετηθεί καλύτερα (PGE_1 , PGE_2 , PGF_{2a} , PGA_1).

Οι προσταγλανδίνες έχουν πολύπλευρες φυσιολογικές δράσεις στον οργανισμό των ζώων και του ανθρώπου. Οι δράσεις αυτές εντοπίζονται στους πνεύμονες (βρόγχους), στο καρδιαγγειακό σύστημα, στο αναπαραγωγικό σύστημα, στο ουροποιητικό σύστημα και στο ενδοκρινικό σύστημα. Ανάλογα με τον τύπο της προσταγλανδίνης και το είδος του ζώου προκαλούν αγγειοδιαστολή ή αγγειοσύσπαση, σύσπαση ή χάλαση των βρόγχων, συμμετέχουν στο μηχανισμό πρόκλησης του πυρετού και στη διεργασία πρόκλησης της φλεγμονής. Η προσταγλανδίνη PGF_{2a} είναι ωχρινολυτική, προκαλώντας την ωχρινόλυση του ωχρού σωματίου.

Οι προσταγλανδίνες έχουν επίσης φαρμακολογική δράση.

7.20 Ορμόνες του γαστρεντερικού σωλήνα

7.20.1 Γαστρίνη

Η **γαστρίνη** είναι πεπτιδική ορμόνη. Εκκρίνεται από τα κύτταρα G του πυλωρικού άντρου, από το δωδεκαδάκτυλο και το πάγκρεας. Διεγείρει την έκκριση του HCl στο στομάχο. Επίσης διεγείρει την έκκριση του πανκρεατικού υγρού και το άδειασμα της χοληδόχου κύστης. Η απελευθέρωσή της διεγείρεται από πεπτίδια στην κοιλότητα του στομάχου, από ορμόνες που δρουν με παρακρινικό τρόπο, από νευρικούς παράγοντες και από παράγοντες του κυκλοφορικού συστήματος.

7.20.2 Σεκρετίνη

Η **σεκρετίνη** εκκρίνεται από τα κύτταρα S του δωδεκαδάκτυλου στις κρύπτες του Lieberkóhn και από τη νήστιδα. Εκκρίνεται από το χαμηλό pH του δωδεκαδάκτυλου, καθώς και από τα προϊόντα της πέψης των πρωτεϊνών. Η σεκρετίνη διεγείρει την έκκριση αλκαλικού υγρού από το πάγκρεας και το επιθήλιο της χοληδόχου κύστης. Αυξάνει την παραγωγή πεψίνης στο στομάχι και αναστέλλει την έκκριση του HCl. Επίσης η σεκρετίνη αυξάνει την έκκριση των ανόργανων συστατικών της χολής και μειώνει την κινητικότητα του γαστρεντερικού σωλήνα.

7.20.3 Χολοκυστοκινίνη

Η **χολοκυστοκινίνη** (παλαιότερα ονομαζόταν παγκρεοζυμίνη) είναι μία

πεπτιδική ορμόνη του γαστροεντερικού συστήματος η οποία διεγείρει την πέψη των λιπών και των πρωτεϊνών. Εκκρίνεται από επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου του λεπτού εντέρου, χύνεται στο δωδεκαδάκτυλο και προκαλεί την απελευθέρωση των πεπτικών ενζύμων και της χολής από το πάγκρεας και τη χοληδόχο κύστη, αντίστοιχα. Δρα επίσης ως αναστολέας της πείνας. Η έκκρισή της διεγείρεται από προϊόντα της πέψης των πρωτεϊνών και των λιπών, που απαντούν στο χυμό.

7.20.4 Σωματοστατίνη

Η **σωματοστατίνη** παράγεται στο στομάχι, στο έντερο και στα δ-κύτταρα του παγκρέατος. Παράγεται επίσης από νευροκρινικούς νευρώνες του παρακοιλιακού πυρήνα του υποθαλάμου, καθώς και από άλλους νευρώνες σε άλλες περιοχές του εγκεφάλου. Υπάρχουν έξι διαφορετικά γονίδια της σωματοστατίνης στα σπονδυλωτά και πέντε υποδοχείς της σωματοστατίνης. Το γεγονός αυτό επιτρέπει στη σωματοστατίνη να έχει πολλές φυσιολογικές λειτουργίες. Ανήκει στις ανασταλτικές ορμόνες. Στο γαστροεντερικό σύστημα η σωματοστατίνη αναστέλει την έκκριση της γαστρίνης, της σεκρετίνης, της χολοκυστοκινίνης, της μοτιλίνης, του αγγειοκινητικού πεπτιδίου του εντέρου, της ινσουλίνης και της γλυκαγόνης. Μειώνει το ρυθμό κένωσης του στομάχου και την κινητικότητα του εντέρου, καθώς και τη ροή του αίματος στο έντερο. Δρα επίσης στον εμπρόσθιο λοβό της υπόφυσης αναστέλοντας την απελευθέρωση της αυξητικής ορμόνης και της θυρεοειδοτρόπου ορμόνης.

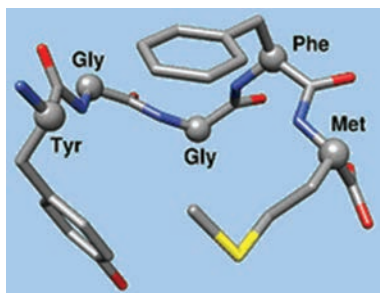
7.20.5 Γαστρικό ανασταλτικό πολυπεπτίδιο

Το **γαστρικό ανασταλτικό πολυπεπτίδιο** (Gastric inhibitory polypeptide-GIP), συντίθεται στα K-κύτταρα του βλεννογόνου του δωδεκαδάκτυλου και της νήστιδας. Στο παρελθόν οι επιστήμονες πίστευαν ότι εξουδετερώνει το υδροχλωρικό οξύ για την προστασία του λεπτού εντέρου, μειώνει την ποσότητα του χυμού που ερχόταν από τον στόμαχο στο λεπτό έντερο και αναστέλει την κινητικότητα του γαστροεντερικού συστήματος και την έκκριση του HCl. Αργότερα διαπιστώθηκε ότι οι επιδράσεις αυτές λαμβάνουν χώρα μόνο όταν τα φυσιολογικά επίπεδα των παραπάνω λειτουργικών είναι πάνω από τα κανονικά.

Διεγείρει την έκκριση της ινσουλίνης. Έχει επίσης σημαντικές επιδράσεις στο μεταβολισμό των λιπαρών οξέων.

7.20.6 Εγκεφαλίνες

Οι **εγκεφαλίνες** μαζί με τις **ενδορφίνες** και τις **δυνορφίνες** ανήκουν στην ομάδα των **οποιοειδών πεπτιδίων**, που παράγονται από τον οργανισμό των ζώων. Οι εγκεφαλίνες απαντούν στο κεντρικό νευρικό σύστημα και στο πεπτικό σύστημα. Οι εγκεφαλίνες αναστέλλουν την αίσθηση του πόνου μέσω της αντίδρασης με τους υποδοχείς των αισθητήριων νευρικών απολήξεων.



Εικόνα 87. Χημική δομή της εγκεφαλίνης.

Στον γαστρεντερικό σωλήνα οι εγκεφαλίνες μειώνουν την κινητικότητα του εντέρου, χαλαρώνουν τα τοιχώματα της χοληδόχου κύστης και μειώνουν την έκκριση των διττανθρακικών και άλλων ενζύμων του παγκρεατικού υγρού.

7.20.7 Μοτιλίνη

Η **μοτιλίνη** εκκρίνεται από τα M κύτταρα στις κρύπτες του λεπτού εντέρου (ειδικά στο δωδεκαδάκτυλο και τη νήστιδα). Οι υποδοχείς της μοτιλίνης εκτός από τον άνθρωπο απαντούν και στο γαστρεντερικό σωλήνα του χοίρου, της αγελάδας και της γάτας, καθώς και στο κεντρικό νευρικό σύστημα του κουνελιού.

Η κύρια λειτουργία της μοτιλίνης είναι η αύξηση της κινητικότητας του λεπτού εντέρου και η διέγερση της παραγωγής της πεψίνης. Τα υψηλά επίπεδα της μοτιλίνης που εκκρίνονται στο αίμα μεταξύ των γευμάτων προκαλούν τη σύσπαση του πυθμένα και του πυλωρικού άντρου και κατά συνέπεια την κένωση του στομάχου. Άλλες λειτουργίες της μοτιλίνης είναι η σύσπαση της χοληδόχου κύστης και η αύξηση της απελευθέρωσης του παγκρεατικού πολυπεπτιδίου και της σωματοστατίνης.

7.21 Ορμόνες του λιπώδους ιστού

7.21.1 Λεπτίνη

Η **λεπτίνη** είναι ορμόνη πρωτεϊνικής φύσης (146 αμινοξέα) η οποία παράγεται στα κύτταρα του λιπώδους ιστού. Δρα στον υποθάλαμο μειώνοντας την επιθυμία για πρόσληψη τροφής, αυξάνει την κατανάλωση ενέργειας και μειώνει έτσι το σωματικό βάρος. Η δράση της λεπτίνης στον υποθάλαμο ασκείται μέσω διαφόρων ορεξιγόνων νευροπεπτιδίων, όπως

είναι το νευροπεπτιδίο Υ, η γαλανίνη, κ.ά. και ανορεξιογόνων νευροπεπτιδίων, όπως είναι η απελευθερωτική ορμόνη της ACTH, η α-μελανοχρωστικοτρόπος ορμόνη, κ.ά.

Η έκκριση της λεπτίνης ρυθμίζεται από διάφορες ορμόνες και άλλους παράγοντες. Τα γλυκοκορτικοειδή, τα οιστρογόνα και η ινσουλίνη αυξάνουν την έκκρισή της, ενώ τα ανδρογόνα τη μειώνουν. Κατά τη νηστεία η έκκριση της λεπτίνης μειώνεται.

Στο αίμα η λεπτίνη απαντάται υπό ελεύθερη και δεσμευμένη μορφή. Στα θηλυκά ζώα η συγκέντρωσή της είναι πολύ μεγαλύτερη συγκριτικά με τα αρσενικά και αυξάνεται με την ηλικία. Οι συγκεντρώσεις της λεπτίνης στο αίμα συσχετίζονται θετικά με τη μάζα του λιπώδους ιστού. Στα μηρυκαστικά η λεπτίνη στο αίμα αυξάνεται σημαντικά κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, μειώνεται 1-2 εβδομάδες πριν τον τοκετό και παρουσιάζει τα χαμηλότερα επίπεδα κατά την έναρξη της γαλακτοπαραγωγής. Η λεπτίνη απαντάται και στο γάλα, καθώς και στο ωοθυλακικό υγρό.

Οι υποδοχείς της λεπτίνης βρίσκονται σε διάφορες περιοχές του ΚΝΣ (υποθάλαμος, θάλαμος, ιππόκαμπος, φλοιός του εγκεφάλου, παρεγκεφαλίδα), στην υπόφυση, στις ωοθήκες, στους όρχεις, στη μήτρα, στον πλακούντα, στο λεπτό έντερο, στα ενδοθηλιακά κύτταρα, σε κύτταρα του αιμοποιητικού συστήματος κ.ά.

7.21.1.1 Φυσιολογικός ρόλος της λεπτίνης

Η λεπτίνη αποτελεί χημικό «πληροφοριοδότη» του υποθαλάμου για την κατάσταση του αποθηκευμένου λίπους στον οργανισμό, ώστε αυτός να ενεργοποιήσει τους ανάλογους μηχανισμούς.

- Η λεπτίνη επηρεάζει θετικά τον άξονα υποθάλαμος – πρόσθιος λοβός της υπόφυσης στα περισσότερα είδη ζώων. Η επίδραση αυτή της λεπτίνης εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις της στο αίμα, από το είδος και το φύλο των ζώων.
- Μειώνει τη σύνθεση στεροειδών ορμονών στους όρχεις και τις ωοθήκες.
- Διευκολύνει την εμφάνιση της ήβης.
- Επηρεάζει θετικά την έκκριση της αυξητικής ορμόνης (STH) ανάλογα και με το είδος των ζώων (π.χ. αυξάνει την έκκριση της STH στο χοίρο, αλλά όχι στο πρόβατο).
- Επηρεάζει τον άξονα υποθάλαμος – πρόσθιος λοβός της υπόφυσης – θυρεοειδής αδένας.
- Επηρεάζει τον άξονα υποθάλαμος – πρόσθιος λοβός της υπόφυσης – επινεφρίδια (μειώνει την έκκριση γλυκοκορτικοειδών).

- Επηρεάζει θετικά το ανοσοποιητικό σύστημα.
- Διαδραματίζει ρόλο στην αιματοποίηση.

Έχει διαπιστωθεί ότι δεκάδες αγγelioφόρες ουσίες παράγονται στο λιπώδη ιστό, πολλές από τις οποίες δρουν στον ίδιο και ρυθμίζουν την ανάπτυξη και τη λειτουργία του, ενώ άλλες αποτελούν σημαντικά αγγelioφόρα σήματα για άλλους ιστούς του σώματος. Εκτός από τη λεπτίνη τα υπερμεγέθη λιποκύτταρα παράγουν τη **ρεισιστίνη**, την **αδιπονεκτίνη**, το **αγγειοτασινογόνο**, διάφορες κυτταροκινητικές, όπως τον **νεκρωτικό παράγοντα όγκων-α** και πολλές άλλες. Πολλές από τις ουσίες αυτές σχετίζονται με προβλήματα υγείας που δημιουργεί η παχυσαρκία.

7.22 Πολυπεπτιδικοί αυξητικοί παράγοντες

Στον οργανισμό των ζώων υπάρχουν διάφοροι πολυπεπτιδικοί αυξητικοί παράγοντες που διεγείρουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων, έχοντας και άλλες πολύπλευρες επιδράσεις στον οργανισμό. Οι παραπάνω παράγοντες διαφέρουν από τις κλασικές ορμόνες, γιατί συνήθως δρουν με παρακρινικό ή αυτοκρινικό τρόπο. Παρακρινικός τρόπος είναι η επίδραση ουσιών που εκκρίνονται από ορισμένα κύτταρα και δρουν σε γειτονικά κύτταρα. Αυτοκρινικός τρόπος είναι η επίδραση όταν οι ουσίες αυτές δρουν στα κύτταρα από τα οποία εκκρίνονται. Είναι σαφής η διάκριση των επιδράσεων αυτών από την κλασική ενδοκρινική επίδραση.

Εντούτοις, πολυπεπτιδικοί αυξητικοί παράγοντες έχουν βρεθεί και στο αίμα και επομένως μπορεί να δρουν και ως ορμόνες. Οι αυξητικοί παράγοντες συντίθενται και εκκρίνονται τόσο από φυσιολογικά όσο και από νεοπλασματικά κύτταρα.

7.22.1 Αυξητικός παράγοντας που παράγεται στα αιμοπετάλια (PDGF)

Ο **αυξητικός παράγοντας** που προέρχεται από τα αιμοπετάλια απελευθερώνεται από αυτά σε περιοχές τραυματισμού των αιμοφόρων αγγείων ή μετά από ενεργοποίησή τους από τη θρομβίνη.

Στα κύτταρα που διαθέτουν υποδοχείς του PDGF, ο παράγοντας αυτός αυξάνει την είσοδο Na^+ και την έξοδο H^+ και Ca^{++} από τα κύτταρα αυτά. Επίσης ο PDGF αυξάνει τη συγκέντρωση του αραχιδονικού οξέος, πρόδρομη ουσία για τη σύνθεση των προσταγλανδινών και λευκοτριενών, διεγείρει τη σύνθεση πρωτεϊνών, προκαλεί αγγεοσύσπαση (πολύ χρήσιμη για την αιμόσταση), ενεργοποιεί τα ουδετερόφιλα και τα μονοκύτταρα λευκοκύτταρα κ.ά. Ένας άλλος αυξητικός παράγοντας που προσομοιάζει με τον PDGF εκκρίνεται από τα ενδοθηλιακά και τα λεία μυϊκά κύτταρα.

7.22.2 Επιδερμικός αυξητικός παράγοντας

Ο **επιδερμικός αυξητικός παράγοντας** (EGF) απομονώθηκε αρχικά από τον υπογνάθιο αδένα. Απαντά σε ιστούς και διάφορα σωματικά οργανικά υγρά. Έχει διαπιστωθεί μία μιτωτική επίδραση σε επιθηλιακά και μεσεγχυματικά κύτταρα, επίδραση που αυξάνεται από την ινσουλίνη.

Ο παραπάνω παράγοντας αυξάνει τον πολλαπλασιασμό διαφόρων τύπων κυττάρων, επηρεάζει και τη σύνθεση ή την έκκριση ή το μεταβολισμό στους ιστούς διαφόρων ορμονών (FSH, LH, ACTH, προλακτίνη, ΣΤΗ, θυροξίνη, κορτιλόζη, τεστοστερόνη, οιστρογόνα, προγεστερόνη κ.ά.). Επίσης αυξάνει τη σύνθεση της προστακυκλίνης και ενεργοποιεί το πλασμινογόνο, προκαλεί σύσπαση των λείων μυϊκών ινών, επηρεάζει θετικά την ανάπτυξη του γαστρεντερικού σωλήνα και μειώνει την κινητικότητα του εντερικού σωλήνα, καθώς και την έκκριση του γαστρικού υγρού.

Άλλοι αυξητικοί παράγοντες είναι: ο ινοβλαστικός αυξητικός παράγοντας, ο μεταμορφωτικός αυξητικός παράγοντας α και β, ο αυξητικός παράγοντας που προσομοιάζει με την ινσουλίνη, ο αυξητικός παράγοντας των νεύρων κ.ά.

7.23 Ασκήσεις εργαστηρίου

1. Επίδειξη και αναγνώριση διαφόρων ενδοκρινών αδένων.
2. Επίδειξη διαφόρων ορμονικών παρασκευασμάτων, που χρησιμοποιούνται σε διάφορους χειρισμούς στην αναπαραγωγή των ζώων, όπως σπόγγοι συγχρονισμού του οίστρου, εμφυτεύματα κλπ.
3. Συγχρονισμός του οίστρου σε προβατίνες, με ενδοκολπικούς σπόγγους.
4. Διάγνωση εγκυμοσύνης σε αγελάδα.