The enducrine system

جهازالغدد الصم

جهاز الغدد الصم في الأسماك او الهرمونات تدرس على أساس المقارنه مع الفقريات الأخرى لان معظم الهرمونات متشابهة في كل من الأسماك والفقريات ومع ذلك توجد خصوصيه في جهاز الغدد الصم في الأسماك هذه الخصوصية جاءت من وجودها في الماء.

بالنسبه لجهاز الغدد الصم هو دور تكميلي لجهاز العصبي المركزي فالدماغ ينضم الأفعال الجسمية في معدل زمني للاستجابة لايتعدى الثانية الى ملي ثانية بينما أعضاء الغدد الصم تستجيب عادة خلال دقائق الى ايام

النشاط العصبي على الرغم من كونه نشاط كهربائي الا انه للاعصاب دور في انتاج المواد الكيميائية والتي تسمى بالنواقل العصبية الكيمياوية.

نشاط الغدد الصم قد يشمل النقل العصبي الا انه يتركز على انتاج المواد الكيمياوية التي تسمى الهرمونات.

- الفرق بين الجهاز العصبي و جهاز الغدد الصم هو ان الجهاز العصبي عمله عبارة عن نبضات عصبيه تصل الى مواقع متخصصة جدا أي تؤثر على مكان محدد من الجسم بينما الهرمونات تنقل عبر جهاز الدوران حيث ان لبعض الهرمونات تأثيرات متخصصه لجزء معين بالرغم من انتشارها في معظم الجسم ويعود السبب هو انتشار المحدود لمواقع المستقبلات المتخصصة.
- صفة أخرى لعمل الهرمونات يتكامل عمل الهرمونات مع الكثير من الظروف الخارجية مثل الملوحة ودرجة الحرارة و فترة الاضاءة وذلك للسيطرة على التنظيم الازموزي والايض والتكاثر والهجرة من خلال دمج عمل عدد من اعضاء الحس والغدد الصماء.

- مثلا معلومات عن اللون الخلفية والملمس تنقل من العين الى الفصوص البصرية ثم تترجم بواسطه دمج النشاط العصبي والهرموني اللازم لعمل حاملات اللون لذلك تنتج التمويه رغم كونه تغيرعشوائي في اللون . كذلك تستجيب الأسماك لبعض الظروف كحالات الاجهاد من خلال انتاج الكوتوليك امين والكورتيزول .

العلاقات المتبادلة مابين الغدد الصم كثيرة ومعقدة لكنها تتبع قاعدتان :

- 1-الكثير من الاستجابات تشمل غدتان هي الغدة النخامية وغدة أخرى تحت سيطرة الغدة النخامية.
- 2-الهرمون من الغدة الثانية عادة يثبط انتاج هرمون النخامية
- هذه العملية تسمى التغذية الاسترجاعية المثبطة inhibitory feed back وبذلك جهاز الغدد الصم يسيطر على نفسة بنفسة بالإضافة الى سيطرته على أعضاء وأجهزة أخرى .

- يتشابه جهاز الغدد الصماء في الاسماك مع الثديات ويكون التشابهة بنوعية الهرمونات المفرزة ، غير ان مواقع الغدد الصماء في الاسماك تختلف كثيرا عن مواقعها المعتادة في الثديات.

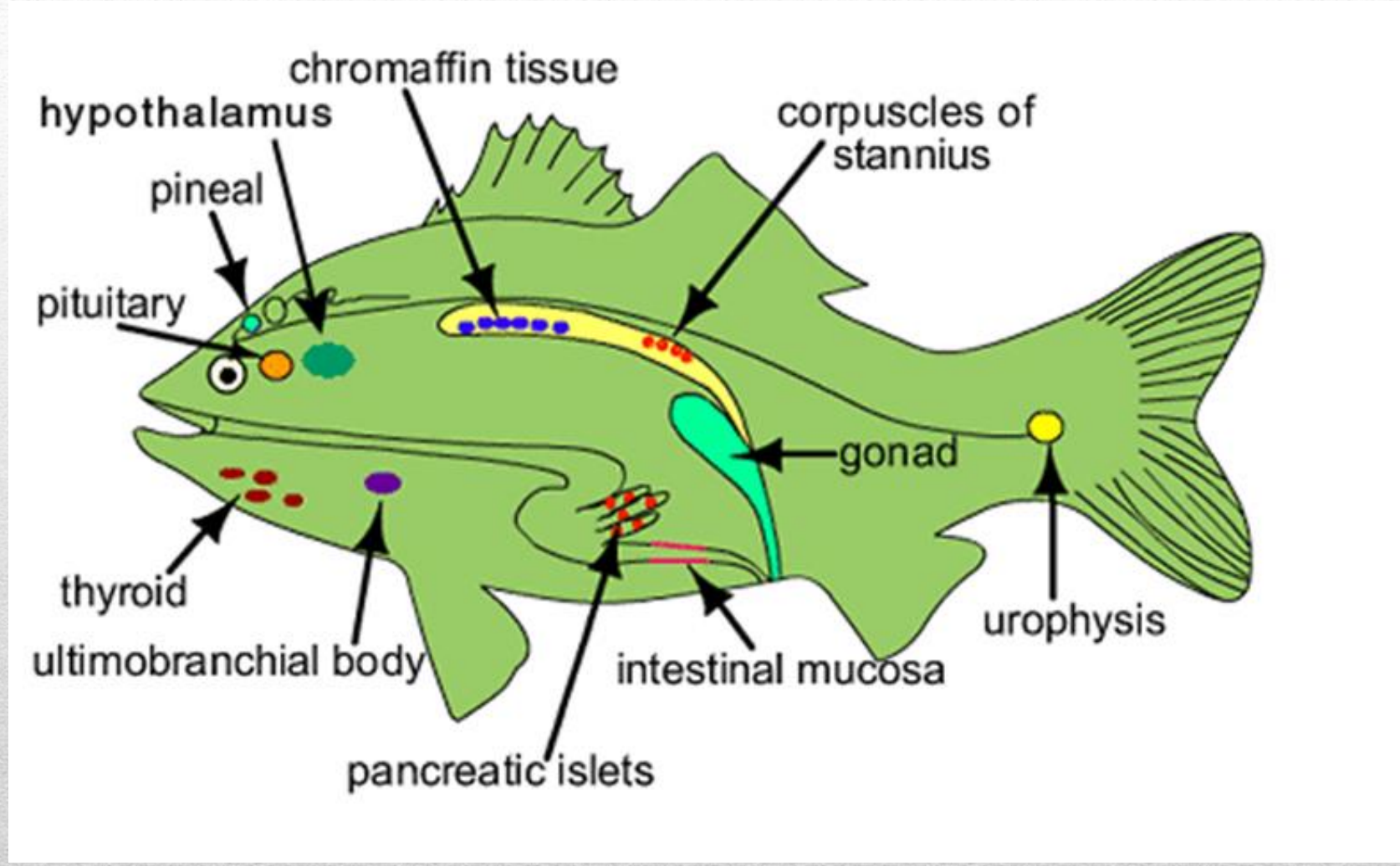
- كما ان كثير من الانسجة الصماء في الاسماك لاتكون غددا منتظمة ومميزة بل تنتشر وتتداخل مع الانسجة الاخرى.

- تنفرد الاسماك ايضا بأمتلاكها لبعض الانسجة الصماء غير المعروفة في الفقريات الاخرى مثل النخامية الذيلية Urophysis وكرات ستانيوس Corpuscles of Stannius

اهم الغدد الصماء في الاسماك العظمية هي:

1. الغدة النخامية.The hypophysis (Pituitary gland)
2. الغدة الدرقية The thyroid gland
3. الغدة الخيشومية النهائية The ultimobranchial gland
4. الغدة الصنوبرية The pineal gland
5. النسيج بين الكلوي The Interrenal tissue
6. النسيج الكرومافيني The chromaffin tissue
7. حويصلات ستانيوس The cropuscles of stannius
8. النسيج الافرازي العصبي الذيلي(النخامية الذيلية) The urophysis
9. الغدد الجنسية The gonads
10. النسيج المفرز للهرمونات بالبنكرياس The pancreatic islets
11. الغشاء المخاطي للامعاء The intestinal mucosa
12. الغدة الثيموسية The thymous gland
13. الهرمونات النسيجية The tissuse hormones

اهم مواقع الغدد الصماء في الاسماك العظمية



الغدة النخامية: The pituitary

بالنسبة للغدة النخامية تتعلق اسفل سرير الدماغ (تحت المهاد) hypothalamus فهو جزء من الدماغ المتوسط (تحت الحافة الامامية للفصوص البصرية) تتعلق بواسطة ساق قصير من نسيج عضلي واوعية دموية. في سمكة التراوت طولها 25 سم يصل قطر الغدة النخامية الى 3 ملم وتتكون الغدة النخامية من مناطق ذات طبيعة اوتركيب نسيجي مختلف.

تقسم النخامية اساسا الى قسمين:

اولا الفص الخلفي (الفص العصبي) Neurohypophysis

ثانيا الفص الامامي(النخامية الغدية) Adenohypophysis يتألف من اجزاء منفصلة نسيجياً وتعادل الغدة النخامية في اللبائن من الناحية الوظفية .

تعتبر الغدة النخامية في اسماك الجلكي والجريث اكثر بدائية مما في اسماك صفائحية الخياشموالاسماك العظمية وقد لاتفرز مدى كاملا من الهرمونات وتعتبر الغدة النخامية في الكواسج والقوابع فريدة في امتلاكها **فصا بطنيا صغيرا متصلا بالجزء البعيد بواسطة ساق قصيرة** . هناك اختلافات كبيرة بين الاسماك العظمية في شكل الغدة وفي تركيبها الداخلي فلسمكة Latimeria تكون الغدة النخامية متطاولة. ولكن في بعض الاسماك السالمونية والشبوطية قد تكون كروية الشكل تقريبا وفي سمكة الانقليس eel تحيط النخامية الغدية بالنخامية العصبية تماما.

- **هرمونات النخامية العصبية Neurohypophsis**

النخامية العصبية هي جزء النخامية مشتق من النسيج العصبي تتكون هرمونات الفص العصبي في اسفل المهاد البصري (Hypothalamus) ثم تنتقل الى الفص العصبي حيث تنطلق منه عند الضرورة وتتدرج هذة الهرمونات تحت مجموعتين رئيسيتين هما مجموعة **الاوكسيتوسين Oxytocin** ومجموعة **الفازوتوسين Vasotocin** ويسمى احيانا Arginine Vasotocin (AVT) ودور هاتين مجموعتين غير محدد تماما غير ان لهما دورا في التوازن الملحي ويحفزان ايضا تقلص الرحم وغيرها من العضلات الملساء ويحفزان انتاج الحليب وتدعى AVT بهرمونات أعضاء الادرار

في الأسماك فان دور هاذين الهرمونين في التنظيم الازموزي يكون واضحا AVT يزيد من انتاج البول في الأسماك المياة العذبة (مدرر) دور AVT في تقلص العضلات الملساء في الشريان للحفاظ على زيادة ضغط الدم وبذلك فان له دور في التنظيم الازموزي بواسطه زيادة كمية الترشيح الكبيبي.

Oxytocin يحفز التنظيم الازموزي من خلال التقلص الوعائي للاوعية الدموية في الخياشم.

الهرمونات النخامية الغدية: Adenohypophysis

أما هورمونات الفص الأمامي فتتكون وتفرز من خلاياه نفسها وتشمل عددا من الهورمونات المعروفة مثل هورمون النمو Growth hormone (GH or Somatotropin) والذي يلعب دورا أساسيا في عمليات النمو ، والبرولاكتين Prolactin الذي يسيطر على التوازن الأيوني Ionic balance ، والهورمونات المغذية أو المحفزة Trophic hormones للغدد الصماء الأخرى مثل المحفزة للغدد الجنسية Gonadotropins (GTH) ، والمحفزة للأدرينال (Adenocorticotropic ACTH أو Corticotropin ، والمحفزة للغدة الدرقية Thyroid hormone stimulating (TSH) أو Thirotropin ، والهورمون المنبه للميلانين Melano hormone stimulating (MSH). ولا يعرف تماما عدد الهورمونات التي تفرزها الغدة النخامية ، والتي تسيطر بواسطتها على نشاط الغدد الجنسية في الأسماك Gonadotropic hormones (GTHs). ولكن تتوافر دلائل واضحة على وجود مجموعتين من الهورمونات

المحفزة للغدد الجنسية Gonadotropins يطلق عليهما I-GTH و II-GTH وهما ينتجان بواسطة نوعين مختلفين من خلايا النخامية. ويفرز النوع الأول GTH-I في أثناء المراحل الأولى من حياة الأسماك ، ويلعب دورا هاما في السيطرة على عملية التميز الجنسي Sexual differentiation ، كما أنه يفرز في الإناث خلال المراحل الأولى للنشاط التناسلي ليؤثر على عمليات تطور البويضات Ova maturation وعملية تكوين وإنتاج المح Vitellogenesis النوع الثاني II-GTH يؤثر بصفة أساسية على المراحل الأخيرة من نضج الجاميطات الجنسية وعلى عملية التبويض نفسها Ovulation.

1- هرمون prolactin ويدعى أيضا paralactin

يسيطير هذا الهرمون على التنظيم الازموزي في اسماك المياة العذبة وبذلك فهو يؤثر على العديد من الأعضاء. والدور الهام يشمل زيادة الاحتفاظ ببعض الايونات بواسطة طلائية الخياشيم والكلية والمثانة البولية وتقليل نضوحية السطوح الخارجية للماء.

- مثال:
- لوحظ ان إزالة الغدة النخامية من الانقليس يزيد معدل فقد الايونات من الخياشم مما يسبب الموت بسبب فقد الايونات (الانقليس في المياة العذبة)

- **تأثيرات prolactin في الأسماك :**

1- زيادة معدل الترشيح الكبيبي في الكلية.

2- زيادة نشاط انزيم ATPase في الكلية والمثانة البولية بينما يقل نشاط هذا الانزيم في الغلاصم. لان هذا الانزيم مسؤول على عملية النقل الفعال في الكلية ، ينشط الانزيم ليعيد امتصاص الايونات وينقلها الى الدم بينما الخياشم عملها يتوقف حتى يمنع طرح الايونات.

3- انخفاض اخذ الماء من الأمعاء والمثانة البولية والخياشم وذلك من خلال خفض نضوحية هذه الاغشية .

4- زيادة اخذ الصوديوم من خلال الكلية والمثانة البولية بينما ينخفض التدفق الخارجي عبر الخياشم. هذه لها علاقة بنشاط انزيم ATPase

5- زيادة انتاج المخاط في الخياشم والامعاء والجلد .

معظم هذه التاثيرات هي عكس تاثير الكورتيزول والعديد من هذه التاثيرات تثبط بواسطه الثايروكسين والكثير من هذه التاثيرات متعلقة بالتنظيم الازموزي في المياة العذبة.

- اسم prolactin قادم من دور هذا الهرمون في انتاج الحليب في اللبائن . في الأسماك يحفز انتاج المخاط في وقت التكاثر حيث تتغذى الصغار الفاقسة حديثا على المخاط الموجود على الجلد الذي يحفيز انتاجة بواسطة prolactin

2- هرمون somatotropin (STH)

- ويدعى بهرمون النمو (GH) ويشبه بوظيفتة البرولاكتين بصورة عامة هو يحفز الشهية والنمو ويمنع تضخم الكبد.
- **مثال**:

اعطاء Coho salmon جرعة أسبوعية من هرمون النمو سبب زيادة في النمو مقدارها 50-100 % خلال 56 يوم

ان وظيفة العديد من الهرمونات النخامية هو لتحفيز النشاط الافرازي في غدد صماء أخرى هذه الهرمونات تشمل

1- الهرمون المنبه للميلانين Melano stimulating hormone (MSH)

يفرزة الجزء الخلفي من النخامية ويعمل مباشرة على توزيع وانتشار الصبغة في الخلايا الصبغية في جلد الأسماك وبذلك يسبب اسوداد السمكة . MSH ليس هو الهرمون الوحيد الذي يؤثر على الخلايا الصبغية مثلا يوجد melatonin الذي يفرزه العضو الصنوبري فيعمل على تقلص وانكماش الخلايا الصبغية مما يؤدي الى ابيضاض السمكة. للجهاز العصبي أيضا دورة في تلون جسم السمكة خاصة اذاعرفنا ان تغير لون السمكة الى لون خلفيتها لايستغرق اكثرمن عشر دقائق.

مثال :

في السالمونيات لوحظ ان حصول أي جرح يسبب اسوداد سريع للمنطقة المصابة في الجلد ويشار له بأنه تاثير هرموني عصبي كذلك يلاحظ ان السمكة المريضة تكون اغمق لونا من غيرها في نفس الحوض

- هرمون المحفز للادرينال Adrinocorticotropin hormone (ACTH)

يحفز انتاج الكورتيزول بواسطه الغدة الادرينالية. انتاج ACTH يسيطر علية بواسطة هرمون اخر Corticotropin releasing factor يفرز من سرير الدماغ.

- هرمون محفز للدرقية Thyrotropin (TSH)

يحفز الدرقية على انتاج وافراز الثايروكسين ويقوم تحت المهاد بأفراز كل من العوامل المثبطة والمحفزة التي تسيطر على TSH

- نوعا او اكثر منGonadotropin (GTH) يحفز انتاج الكميتات في الأسماك العظمية.

2- النخامية الذيلية urophysis

وايضا يطلق عليها neurosecratory system النسيج افرازي العصبي الذيلي يلاحظ هذا الجزء بشكل نتوء على الجانب البطني للحبل العصبي ويمكن تميزة بالعين المجردة ويعتبر هذا الجزء مميز في الأسماك فقط. اذ يلاحظ خلايا عصبية مفرزة بالقرب من نهاية الحبل الشوكي تعرف بخلايا دالجرين Dahlgren cells تنتهي محاور هذة الخلايا في شكل تجمع شعري.

بالرغم من اكتشاف urophysis قبل 150 سنه الا انه وظائفة مثيرة للجدل هنالك اربع أنواع من الافرازات لتي تفرزها urophysis

- Urotensin I: ليس له تأثير معروف على الأسماك الا انه يخفض ضغط الدم في الأسماك
- Urotensin II : يسبب تقلص العضلات الملساء في المستقيم والمثانة.
- Urotensin III: يحفز اخذ الصوديوم من قبل الخياشمويسبب زيادة في الاحتفاظ بالصوديوم من قبل الكلية.
- Urotensin IV: يعتقد انه هونفسه الـ AVT ولوحظ وجودة في السالمون القزحي في اليابان.
- لوحظ ان urophysis في الكارب ينتج كميات كبيرة من الاسيتل كولين وبصورة عامة يعتقد بأن افرازات الـ urophysis لها علاقه بالتنظيم الازموزي مع تأثير واضح وكبير على الكلية.

3- الغدة الدرقية :Thyroid gland

- في السالمونيات تتكون الغدة الدرقية من حويصلات (جريبات) مبعثرة على طول الابهر البطني وعضلات الفك لاسفل في بعض الأسماك توجد الدرقية على طول الوريد الرئيسي الموجود أيضا في راس الكلية والطحال. يتراوح قطر هذة الحويصلات بين 50- 500 مايكرون وهي تحاط بطبقة من الخلايا المكعبة او العمودية مغلفة بنسيج ضام تقوم الغدة الدرقية باستغلال عنصر اليود غيرالعضوي لتكوين الهرمونات التي تفرزها وهي :

Tri iodothyronin T3 Thyroxin T4

- حيث تقوم بتخزينها داخل حويصلاتها وافرازها تحت تاثير هرمون TSH ان ميكانيكة تأثير الثايروكسين لاتزال غير معروفه لذلك توصف وظيفتة كما هي موجودة في اللبائن .

<u>مثال</u>

- في اللبائن زيادة الثايروكسين يؤثر على مستوى الايض ويسبب زياد الايض زيادة في النشاط وارتفاع درجة الحرارة وبالتالي زيادة Basal metabolic rate (BMR) معدل الايض الأساسي.

- الأسماك

في كثير من التجارب الثايروكسين على الأسماك لوحظ بها زيادة نشاط بدون زيادة في BMR كذلك لوحظ ان إعطاء جرعة أسبوعية من الثايروكسين لاسماك الكود سبب زيادة في السباحة مقدارها 35% زيادة الثايروكسين في السالمونيات سبب زيادة نشاط السباحة ونشاط القفز

كذلك نشاط الهجرة في السالمونيات شمل بالتأكيد زيادة تركيز الثايروكسين في الدم . يؤثر الثايروكسين في النمو والتكاثر وبصورة عامة الثايروكسين ضروري ومهم في تنظيم المناسل وهناك أيضا تأثيرات أخرى للثايروكسين على الجلد و الجهاز العصبي المركزي والاقلمة الموسمية وتحمل درجة الحرارة والتنظيم الازموزي.

ادى الحقن بالثيروكسين الي زيادة تركيز الأحماض الدهنية الحرة في الدم، لكنه على عكس ما في الثدييات يؤدى إلى خفض سكر الدم وزيادة جليوكوجين القلب والعضلات وتكون الأسماك صبغات بصرية من فيتامين A2 لتحقيق حساسية إضافية للجزء الأحمر من الطيف عند معيشتها في الماء العذب، وتزداد هذه الخاصية بتأثير كل من الثيروكسين والبرولاكتين. كما يلعب الثيروكسين دوراً هاماً في التحكم في شكل السمك في أطواره المختلفة.

5- تنظيم الكالسيوم (الغدة الخيشومية النهائية وحويصلات ستانيوس)
Ultimobranchial gland the cropuscles of stannius

- تنظيم الكالسيوم في الأسماك العظمية غير مفهوم تماما لذلك فأن الوضع بالنسبة للبائن سوف يأخذ كموديل بالرغم من اختلافة في الأسماك العظمية في عدة أمور.
- تنظم اللبائن مستوى الكالسيوم في الدم بصورة دقيقة جدا نظرا لدور الكالسيوم في الحفاظ على التهيج الطبيعي للاغشية الخلوية في العضلات والاعصاب وتحدث حالة التكزز(تقلص عضلي غير مسيطر علية) tetany وتحدث هذه الحالة في الانسان عندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم اكثر من 30% واقل من الحد الطبيعي الذي يساوي 10ملغم / 100 مل من الدم. ويحدث همود للانعكاسات العصبية وخمول عام عندما يصل تركيز الكالسيوم في الدم 12 ملغم/100 مل من الدم .

- يعتبر الهكيل العظمي مخزن الكالسيوم زيادة هرمونات الغدة الجارالدرقية parathyroid تسبب انخفاض في مستوى الكالسيوم في الدم من خلال ترسيب الكالسيوم في العظام بينما انخفاض مستوى هذا الهرمون يؤدي الى زيادة مستوى الكالسيوم في الدم من خلال اذابة العظم وذلك عند عدم توفر الكالسيوم في الغذاء.
- ايض الكالسيوم في الأسماك العظمية هو نفس في اللبائن مع بعض الخصوصية وتختلف الأسماك بمستويات الكالسيوم في دمها وحتى هناك اختلافات في نفس النوع عندما تكون في المياة العذبة او المياة البحرية اعتمادا على تركيز الكالسيوم وقد تواجهه او لاتواجهه اسماك المياة العذبة مشكلة نقص الكالسيوم في بيئتها اعتمادا على العسرة ومحتوى الكالسيوم في غذائها ويعتبر الهيكل العظمي في الأسماك مخزن للكالسيوم.
- المعلومات الحالية تفيد بأن هرمون calcitonin التي تفرزة غدة ultimobranchial (الغدة الخيشومية النهائية تقابل الغدة الجار الدرقية في الثدييات) تساعد في طرح الكالسيوم في الأسماك التي تعيش في المياة البحرية الغنية بالكالسيوم او في بعض المياة العذبة العسرة الغنية في الكالسيوم .

- درس calcitonin في اسماك السالمون ولوحظ قدرتة على خفض نسبة الكالسيوم في الدم وجرب على الانسان أيضا لوحظ فعاليتة في خفض كالسيوم الدم وتوقف ذوبان العظم في الأشخاص الذين يعانون لين العظام osteoporosis.
- حويصلات ستانيوس نقطتان بيضويتان او صفراويتان على السطح البطني على نهاية الكلية. لم يعزل منها هرمون محدد او جزء فعال ولكن لوحظ ان إزالة هذه الحويصلات في اسماك killifish سبب زيادة مستوى الكالسيوم في الدم hypercalcemia ولوحظ ان هذه الحويصلات تكون اكثر فعالية في الأسماك المؤقلمة على الماء المالح مقارنة بالمؤقلمة على الماء العذب . كذلك هناك بعض الهرمونات التي لها تأثير على مستوى الكالسيوم وهو Hypocalcin الذي يسيطر على تمثيل وتوازن عنصر الكالسيوم في الجسم يفرز هذا الهرمون من حويصلات ستانيوس . ويعتقد بأن هذه الحويصلات هي جزء من جهاز الغدد الصم التي تسيطر على عملية التنظيم الازموزي في الأسماك.

- **الاجسام الكلوية وخلايا الكرومافين Interrenal bodies & chromaffin cells**

هذه الاجسام الكلوية وخلايا الكرومافين تقابلها غدة الادرينالين في الانسان الجهاز الادرينالي في الاسماك يتكون من غدتان هما الاجسام الكلوية وخلايا الكرومافين مطورة في أنسجة رأس الكلية كلاهما يفرزان هرمونان او اكثر ولهما تأثيرات واسعة.

هناك بعض التشابهة بين الغدة الادرينالية في اللبائن وجهاز الادرينالي في الأسماك ففي كلا المجموعتين تفرزان هرمونات

- Epinephrine, Mineralocorticoid, Glucocorticoid, nor-epinephrine
- كلا مجموعتين أيضا يسيطرعليها من قبل الغدة النخامية خلال الهرمون ACTH
- أيضا تظهران نفس التأثير في حالة التعرض للاجهاد. مع هذا فأن اللبائن لها غدة ادرينالية متميزة من الب وقشرة.

النسيج بين الكلوي The Interrenal tissue (Adrenal gland)

يظهر هذا النسيج كمجموعات خلوية مبعثره في نسيج الكليتين بالأسماك ، عادة في رأس الكلية وعلى طول الوريدين الرئيسين لها. ولهذا النسيج تركيب مماثل لتركيب قشرة غده الأدرينالين Adrenal cortex (الجاركلوية أو الكظرية) في الثدييات ، ويقوم بإفراز هورمونات القشرة الإستيرودية Corticosteroid hormones وأهمها هورمون الكورتيزول Cortisol (في معظم الأسماك). يقوم هذا النسيج (بالإضافة إلى الغدد الجنسية Gonads) بإفراز الهورمونات الإستيرودية Steroid hormones

الإستروجينات Oestrogens والأندروجينات Androgens والكورتيزول Cortisol والبروجيستيرون Progesterone تبعا للنشاط الإنزيمي للأنسجة المنتجة لها . وتلعب هورمونات النسيج بين الكلوي Interrenal tissues دورا هاما في التنظيم الاسموزي

تمثيل الكربوهيدرات والبروتينات ، ولكن دورها المعروف في مقاومة الإجهاد Counteracts stress بأنواعه المختلفة يعد دورا مميزا لها بنوع خاص.

- بسبب تشابهة هذه الهرمونات مع الهرمونات الجنسية سوف يكون هناك تداخل في عملها .
- يحفز هرمون ACTH من النخامية انتاج هرمونات (corticosteroid تفرز من قشرة الغدة الادرينالية في اللبائن)
- الكورتيزول هو احد هرمونات corticosteroid تأثيراتة على ايض الكربوهيدرات وعلى التنظيم الازموزي. ان زيادة مستوى الكورتيزول في الدم يساعد في الحفاظ على مستوى الكلوكوز في الدم بواسطة خفض معدل تصنع الدهن من الكربوهيدرات كذلك خفض كلوكوز في الدم حيث يزداد ترسيب الكلايكوجين في الكبد في نفس الوقت كذلك يزيد انتاج الكلوكوز من البروتينات العضلات تسمى gluconeogenesis هي الدورة التي يتم فيها تخليق الكلوكوز من مواد كربونية غير سكرية مثل البيروفات الاكتات الكليسرول الاحماض الامينية الكلوكوجينية . تتم غالبية الدورة في الكبد الى حد بسيط في قشرة الكليتين تحدث هذة العملية خلال فترات الصيام والمجاعات

- **مثال**

يفقد السلمون 60% من عضلاتة الهيكلية خلال رحلتة الى اعلى النهر زيادة مستوى الكورتيزول يترافق مع نقص خلايا lymphocytes في الدم ونقص المناعة وبصورة عامة فأن زيادة مستوى الكورتيزول في الدم تعتبر دليل لاستجابة الاجهاد.

- **Corticosterone** له تأثير كبير على التنظيم الازموزي في الأسماك فقد لوحظ ان إعطاء التراوت من هذا الهرمون يزيد من طرح الصوديوم بواسطه الخياشموموقع التأثير تكون في مواقع النقل الفعال او نضوحية الاغشية الخلوية حيث لوحظ ان زرق التراوت بهذا الهرمون يسبب خفض الترشح الكبيبي في الكلية نسبة 25% كذلك يسبب زيادة نشاط انزيم الصوديوم البوتاسيوم $Na^+/k^+ATPase$ المسؤول عن تنشيط جهاز النقل الفعال يساعد الكورتيزول أيضا على امتصاص الماء من امعاء الانقليس في الماء المالح .

- **خلايا الكرومافين chromaffin cells**
- هذه الخلايا تكون مطمورة في رأس الكلية في الأسماك العظمية حيث تتبعثر خلاياه بين خلايا الكلية وعلى طول الوريدين الرئيسين المغذين لها. تفرز هذه الخلايا chaticolaume الى الدم من خلال عبورة عبر الوريد الرئيسي الخلفي داخل الكلية وبالرغم من المعلومات القليلة عن خلايا الكرومافين في الأسماك فأنها تشبة لب الغدة الادرينالية (نخاع الغدة الكظرية Adrenal medulla) في الفقريات العليا وتكون لب الغدة الادرينالية نوعين من كاتيكول امين هما
- Nor-epinephrine, epinephrine
- يختلفان قليلا في تأثيراتهما وكلاهما يزيدان معدل نبض القلب وضغط الدم والانقباض. يزيد epinephrine في استهلاك الاوكسجين وزيادة في كلوكوز الدم بينما Nor-epinephrine يعجل ذلك بدرجة قليلة
- يفرز Nor-epinephrine, epinephrine في مواقع أخرى غير خلايا الكرومافين مثل الدماغ وخاصه سرير الدماغ والاعصاب الودية تنتج Nor-epinephrine

4- دور البنكرياس في انتاج الهرمونات:

- ينتج البنكرياس في اللبائن هرمونان هما insulin و Glycogon الاثنان ينضمان مستوى السكر في الدم ويعبرالكلوكوز فقط الى الخلايا بوجود الانسولين وبذلك ينخفض مستوى السكر في الدم. قلة الانسولين يسبب ارتفاع في سكرالدم ويسبب مرض السكري ويحول ايض الكربوهيدرات الى ايض الدهون.
- Glycogon: يسبب زيادة مستوى السكر في الدم من خلال عملية تسمى تحلل الكلايكوجين Glycogenolysis
- وكذلك يسبب تحرير للدهون الموجودة في الكبد وبذلك فأن تنظيم مستوى السكر في الدم في اللبائن يتم من خلال توازن هذين الهرمونين.

بالرغم من أن البنكرياس يبدو كعضو من ملحقات القناة الهضمية حيث يقوم بإفراز عدد من الإنزيمات الهاضمة فإن إفرازاته الهورمونية ليست لها علاقة مباشرة بعمليات الهضم. ويتوزع النسيج الهورموني للبنكرياس حول الأمعاء والطحال والحوصلة الصفراوية ، ويختلف هذا التوزيع كثير باختلاف أنواع الأسماك. وينتج النسيج الهورموني للبنكرياس هورمونات ببتيدية من مجموعة الجلوكاجونات أهمها الإنسولين Insulin والجلوكاجون Glucagon ، وهي تلعب دورا هاما في تمثيل الكربوهيدرات وتحويل الجلوكوز إلى جليكوجين. ويبدو أن للإنسولين أيضا دور في تمثيل البروتينات وتكوينها بالجسم. كذلك تفرز أنسجة البنكرياس الصماء

هورمونات أخرى مثل هورمونات السوماتوستاتينات Somatostatins التي لها تأثيرات مثبطة Suppressive effects على عدد من العمليات المرتبطة بالتمثيل والنمو. ويفرز الإنسولين غالبا تحت تأثير التنبيه الغذائي سواء من المصادر الكربوهيدراتية أو البروتينية ، وإن كان لبعض الأحماض الأمينية مثل الأرجينين Arginine والليسين Lysine والليوسين Leucine تأثير أكثر وضوحا من تأثير المواد الكربوهيدراتية. وتجدر الإشارة إلى أن الكبد في الأسماك يقوم أيضا بإفراز مجموعة من الببتيدات الشبيهة بهورمون الإنسولين Insulin-like growth factors (IGFs) وذلك تحت تأثير هورمون النمو (GH). وهذه العوامل -كما تدل أسماؤها- لها وظائف في عمليات النمو وتميز الأنسجة Tissue differentiation.

- اختلافات تأثير هذه الهرمونات في الأسماك عنها في اللبائن
- مثال مستوى سكر الدم في الانسان معدلة 90ملغم /100مل من الدم فيتراوح مابين 140ملغم / 100 مل من الدم وراء وجبة الطعام فينخفض 60 ملغم /100 مل من الدم في حالة الاجهاد الشديد هذا في الانسان
- اما في التراوت القزحي مستوى الطبيعي لسكر الدم 50-150 ملغم /100 مل من الدم
- أيضا لوحظ ارتفاع في سكر الدم بعد تناول الوجبة الغذائية لكنة ينخفض ببطئ لعدة أيام عندعدم تناول الغذاء.
- كذلك لوحظ وجود مرض سكر طبيعي في الكارب الياباني نتيجة تناول وجبة تحتوي على دهن اسماك متزنخ sekoke disease بعض الباحثين يعتبر الأسماك كأن مصابة بمرض السكر بسبب تنظيمها البطيئ لسكرالدم

الغدد الجنسية The gonads

تقوم الغدد الجنسية بإفراز الهورمونات الإستيرودية الجنسية Gonadal steroids بنوعيها الذكرية Androgens والأنثوية Oestrogens. وتقوم الخصية Testis في الذكور بإفراز هورمون التستسترون Testosterone الذي يؤثر على السلوك الجنسي وظهور الصفات الجنسية الثانوية وتطور الغدد الجنسية نفسها وإنتاج الحيوانات المنوية ، كما أن له تأثيرات

هامة على النشاط التمثيلي في الجسم تشابه ما هو معروف في الفقاريات الأخرى. أما المبيض Ovary فإنه ينتج الهورمونات الأنثوية الإستيرودية والتي تتضمن الهورمونين الإستروجين Estrogen والبروجستيرون Progesterone واللذان يلعبان دورا رئيسا في إنتاج وتطور البويضات Ova كما أن لهما تأثيرات هامة على النشاط التمثيلي في الجسم ، وسوف

الغشاء المخاطي للأمعاء The intestinal mucosa

تقوم بطانة الأمعاء الدقيقة في الأسماك بإفراز هورمونات تنظم بعض عمليات الهضم عن طريق التأثير على حركتها Gastrointestinal motility وإفراز الإنزيمات وآليات امتصاص العناصر الغذائية. فعلى سبيل المثال يتم إفراز كل من البنكرياس والصفراء تحت تأثير هورمونات ببتيدية تنتج من أنسجة القناة الهضمية Gastrointestinal hormones. ولهذه الهورمونات دور في تنظيم الشهية والتمثيل الغذائي وتنشيط إفراز الماء وبعض الأملاح المعدنية. ويتم إفراز هذه الهورمونات نتيجة للتنبيه الذي يحدثه تناول الطعام ، وبالتحديد نتيجة لوجود بعض العناصر الغذائية في القناة الهضمية.

الغدة الثيموسية The thymous gland

لا يعرف عن نشاط هذه الغدة في الأسماك العظمية إلا القليل -على الأقل في بعض أنواع الأسماك- ويرى البعض أنها ربما لا تعمل في الأسماك كغده صماء.

الهورمونات النسيجية The tissue hormones

يتضمن المفهوم التقليدي للهورمونات أنها تفرز من عضو أو مكان ما لتؤثر على أعضاء أخرى بعيدة عن مكان الإنتاج. لكن بعض الهورمونات تحدث تأثيراتها الأساسية موضعيا في مكان إنتاجها ، ولهذا فهي تعرف بأنها هورمونات نسيجية Tissue hormones كما تعرف أيضا بالإفرازات الموضعية Paracrine. بعض هذه الهورمونات قد تنتقل لمسافات بعيدة عن طريق الدم قبل أن تحدث تأثيرها الموضعي في أماكن إنتاجها ، كما أن بعضها قد يؤثر على مناطق بعيدة عن أماكن إنتاجها بالإضافة لما تحدثه من تأثيرات موضعية. وتشمل هذه الهورمونات مجموعة من الهورمونات المؤثرة على الأوعية الدموية سواء بتوسيعها Vasodilator مثل الهستامين Histamine والبراديكينين Bradykinin أو بانقباضها Vasoconstrictor مثل الإنجيوتنسين Angiotensin والسيروتونين Serotonin.