التنظيم الهرموني للتمرينات البدنية

Régulations hormonales à l’exercices physiques

1- تصنيف الهرمونات Classification des hormones

1- تصنيف الهرمونات يكون عن طريق البنية الكيميائية الخاصة حيث نلاحظ التصنيف التالي :

الهرمونات المتعددة البيبتيدات (هرمون النمو، هرمونات البنكرياس و الهرمونات الهضمية، هرمونات منطقة تحت المهاد و الغدة النخامية)
(hormone de croissance, hormones pancréatiques et digestives, hormones de l'hypothalamus et de l'hypophyse)

الهرمونات المشتقة من الأحماض الآمينية (الوسائط الناقلة، الهرمونات الدرقية)
(neurotransmetteurs, hormones thyroïdiennes)

الهرمونات الستيرويدية المشتقة من الكولستيرول (الهرمونات الجنسية، الهرمونات الدرقية)
(hormones sexuelles, hormones thyroïdiennes)

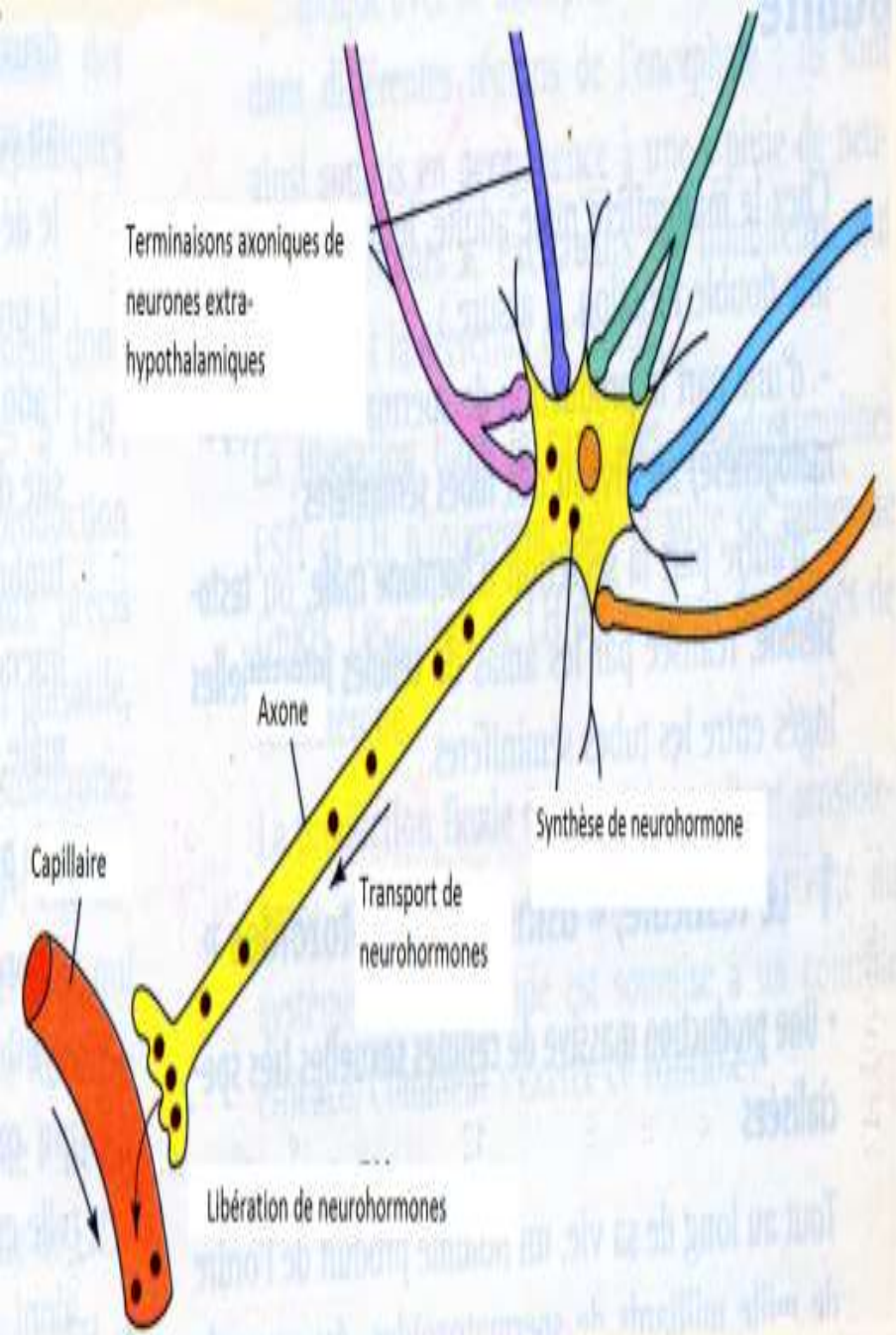
الهرمونات المشتقة من حمض الاراشيدونيك (البروستاقلاندين، اللوكوترين، الاندوكنابويد)
(prostaglandines, leucotriénes, endocannabinoides)

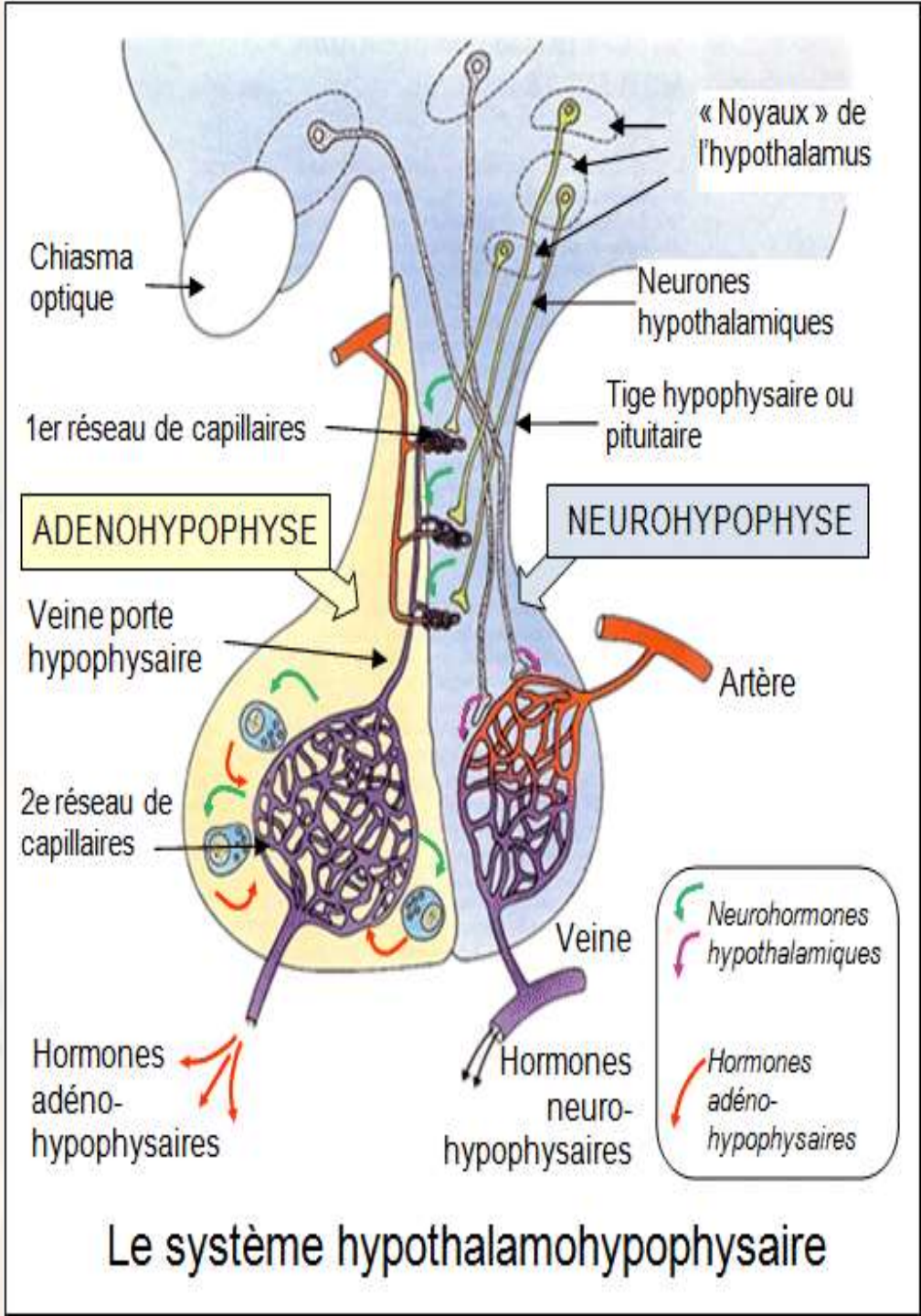
2- العصبونات و إفراز الهرمونات Les neurones et la sécrétion hormonales

تحتوي العصبونات على وسائط ناقلة خاصة التي تسهل عملية النقل المتقطع للسيالة العصبية عن طريق المشابك.
حيث نلاحظ وسائط ناقلة موجودة في مختلف مناطق و بنية المخ، الجدع الدماغي، البصلة السيسائية، النخاع الشوكي. هذه الجزيئات مشتقة من أحماض آمينية أو بيبتيدات تأثيرها يكون بعد مشبكي و من الممكن أن يكون :

محفز مثل : الغلوتامات، الاسبارتات، النورادرينالين، الدوبامين، السيروتونين، الاستيل كولين، الهستامين، الكورتيكوتروبين، الكنابويد.

مثبط مثل : الغليسين، الغلوتامات .

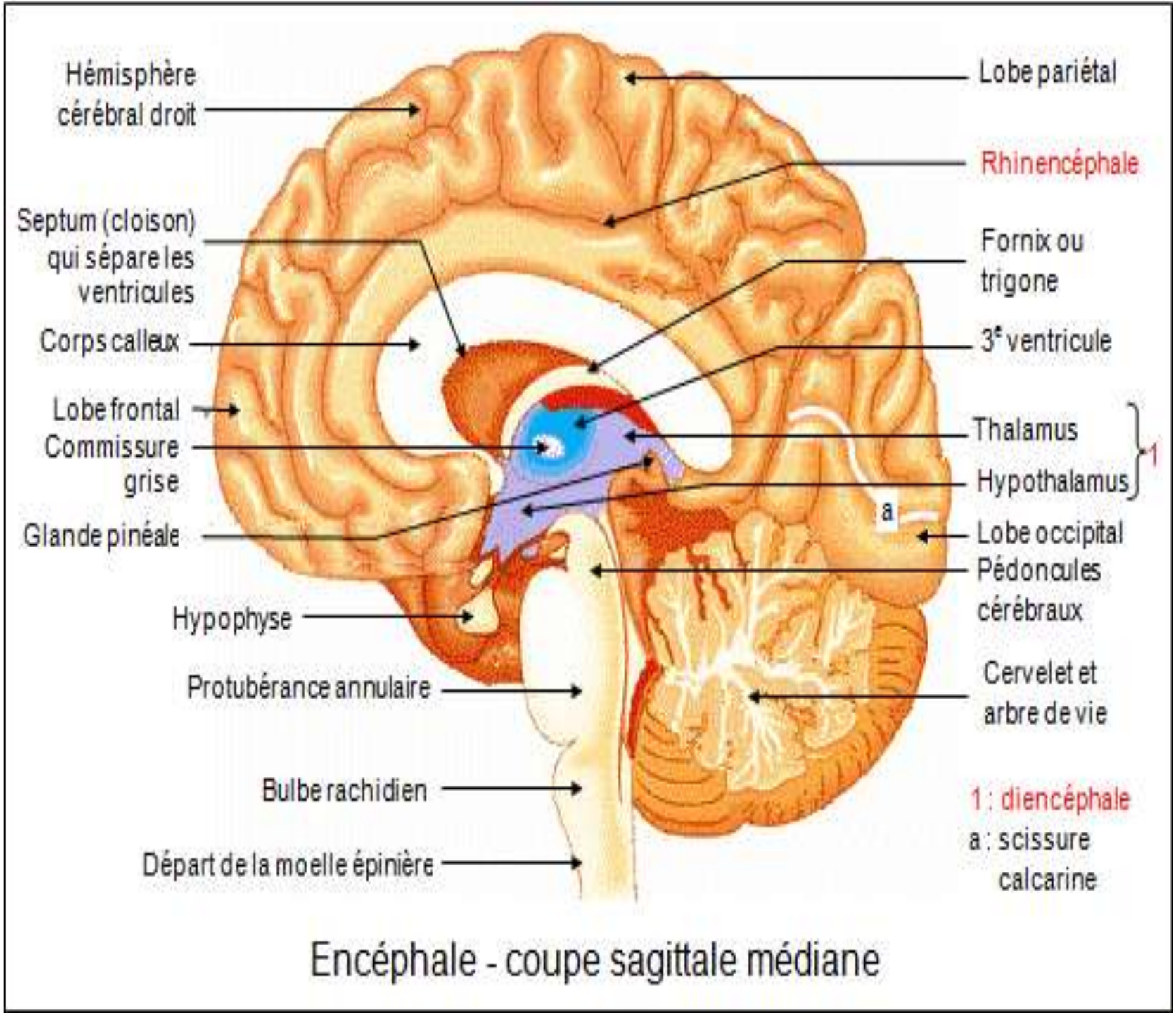

Terminaisons axoniques de neurones extra-hypothalamiques
Axone
Synthèse de neurohormone
Capillaire
Transport de neurohormones
Libération de neurohormones


« Noyaux » de l'hypothalamus
Chiasma optique
Neurones hypothalamiques
Tige hypophysaire ou pituitaire
1er réseau de capillaires
ADENOHYPOPHYSE
NEUROHYPOPHYSE
Veine porte hypophysaire
Artère
2e réseau de capillaires
Veine
Hormones adéno-hypophysaires
Hormones neuro-hypophysaires
Neurohormones hypothalamiques
Hormones adéno-hypophysaires
Le système hypothalamohypophysaire

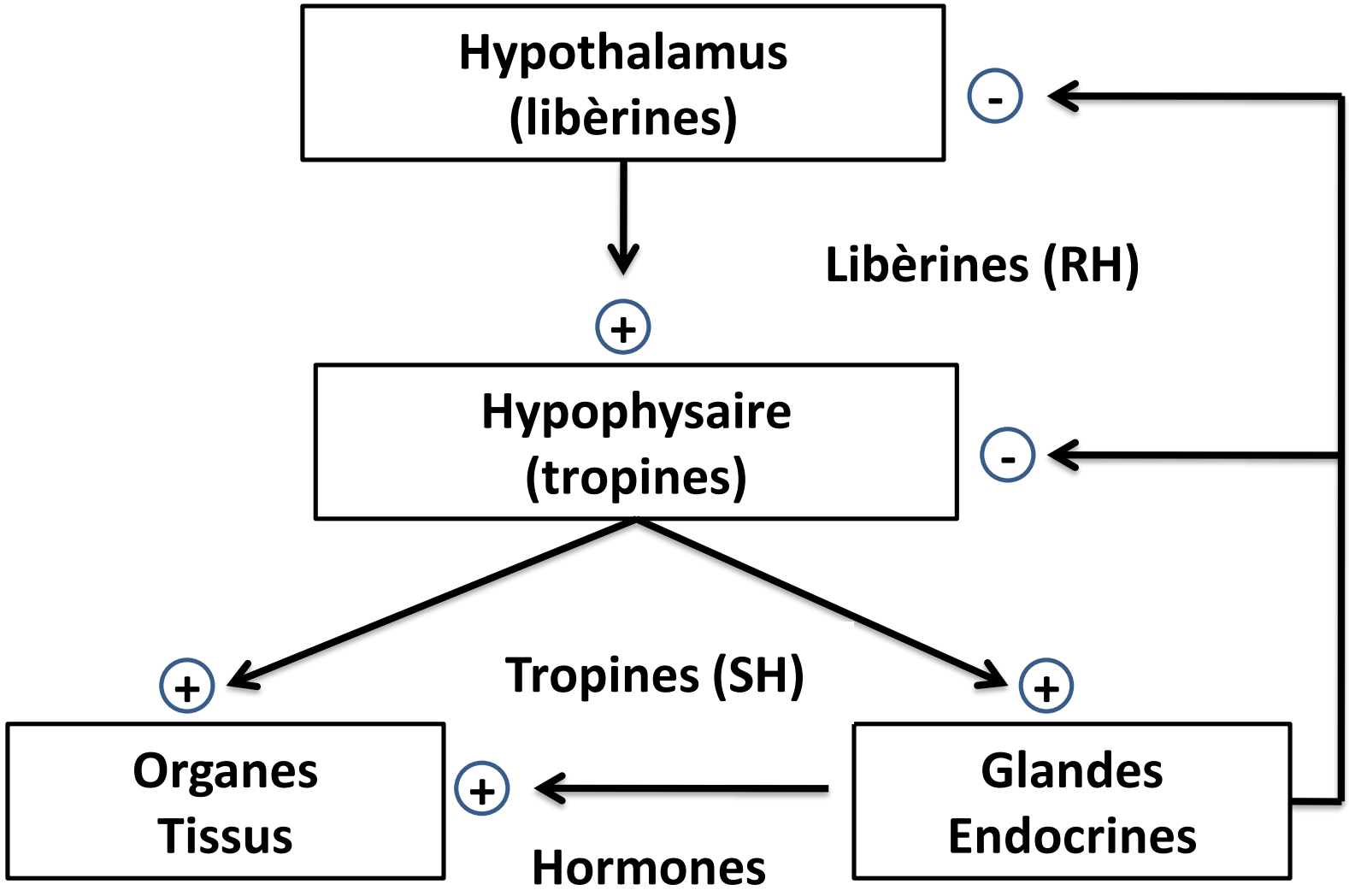
3- محور منطقة تحت المهاد- الغدة النخامية L’axe hypothalamo-hypophysaire

توجد منطقة تحت المهاد في وسط الدماغ حيث تحتوي على مجموعة من أنوية العصبونات التي تصنع الهرمونات البيبتيدية (الليبرين libérines) أو(releasinge hormones, RH) التي تمر إفرازاتها مباشرة إلى الدم أين تؤثر على الفص الأمامي للغدة النخامية، من بين هرمونات الليبرين الأكثر أهمية نجد :

- **GHRH (سوماتوليبرين somatolibérine) الذي يحفز إفراز هرمون النمو (GH, Growth hormone) .**
- **GHIH يثبط إفراز هرمون النمو GH و هرمون TSH (thyroïde stimulating hormone)**
- **TRH (التيروليبرين thyrolibérine) يحفز إفراز هرمون TSH**
- **CRH(الكورتيكوليبرين، corticolibérine) يحفز إفراز هرمون الادرينوكورتيكوتروبين ACTH (adrénocorticotropin hormone)**
- **GnRH (القونادوليبرين gonadolibérin) يحفز إفراز هرمون FSH و هرمونLH (follicule stimulating hormone) (lutein stimulating hormone)**



Encéphale - coupe sagittale médiane

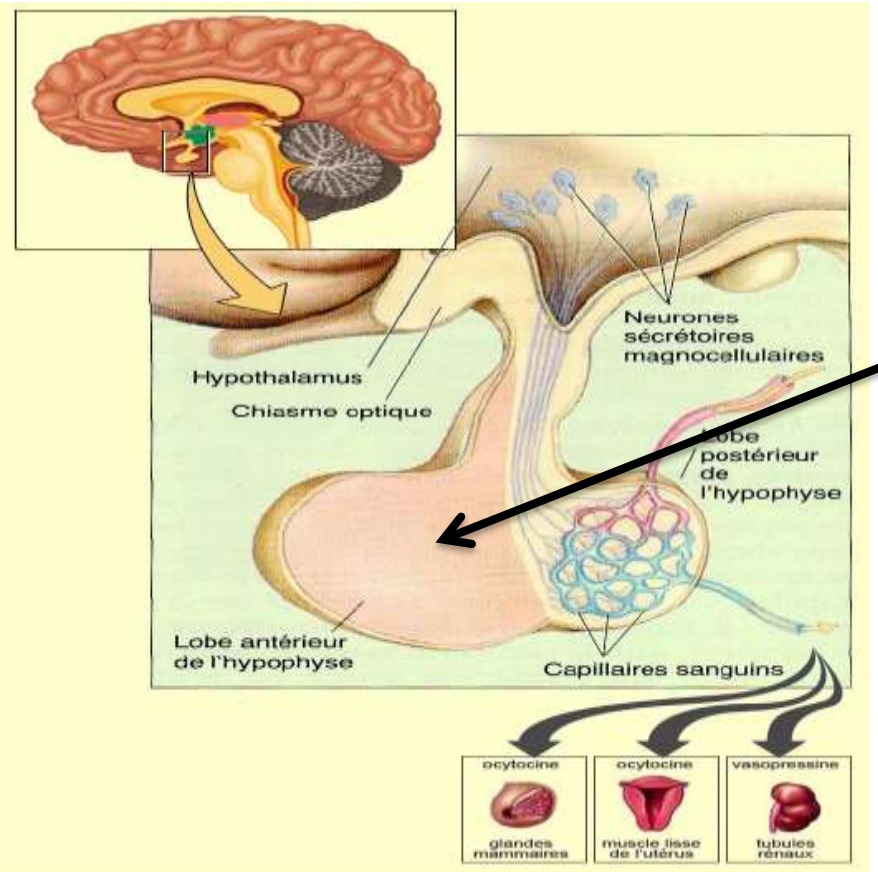


Contrôle nerveux de la sécrétion endocrinienne

مجموعة أخرى من الأنوية الرمادية لمنطقة تحت المهاد (les noyaux supra-optique et para ventriculaire)، تصنع متعدد بيبتيد الذي ينقل مباشرة إلى الفص الخلفي للخذة النخامية .

❑ **ADH (هرمون الانتي ديوريتيك أو الفازوبريسين antidiuritique) (hormone, ou vasopressine) و هو مسؤول عن إعادة امتصاص الماء على مستوى القنوات الكلوية .**

❑ الاسيتوسين (Ocytocin) **مسؤول عن تقلص جدران utérines أثناء الولادة**



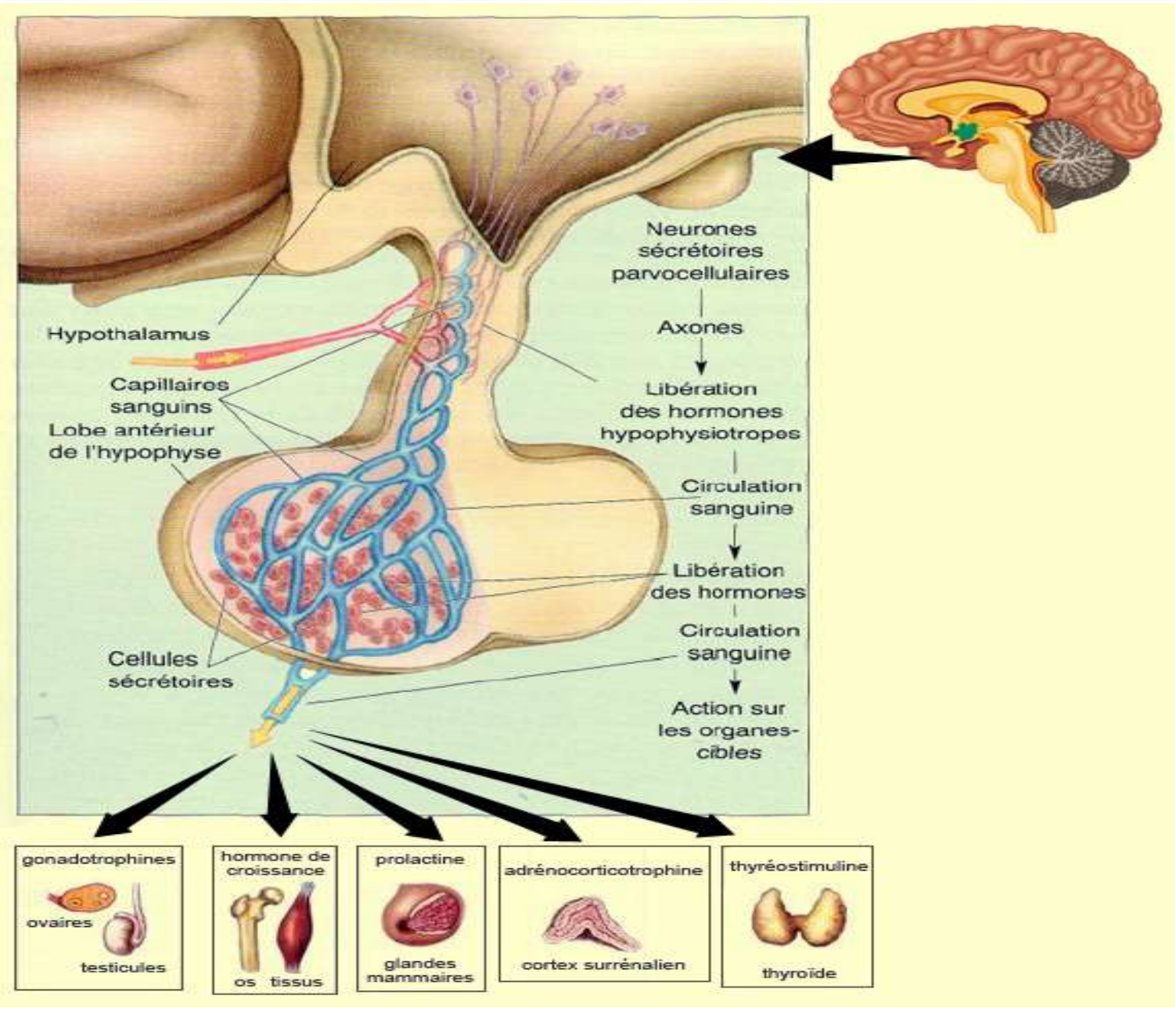
Lobe postérieure de l'hypophyse (neurohypophyse

4- الغدة النخامية L’hypophyse

موجودة في selle turcique de l’os sphénoide، حيث نلاحظ 3 فصوص ، فص أمامي (adénohypophyse)، فص وسطي (pars intermédia)، فص خلفي (neurohypophyse)، أبرز هرمونات الغدة النخامية الرئيسية تسمى التروفين (trophines) تؤثر على إفرازات الغدد الصماء (ذات الإفراز الداخلي) .

- GH **(somatotropine)** يحفز النمو العضلي و العضمي، يساعد عمل هرمون الأنسولين .
- **TSH (تيروليبرين، thyrotropine) يحفز إفراز هرمونات الغدة الدرقية**
- ACTH يحفز إفراز هرمونات الغليكوكورتيكويد و هرمونات القشرة الكظرية (rogénes)
- FSH و LH إفراز الهرمونات الجنسية (الستيرويد) لدى الرجل و المرأة

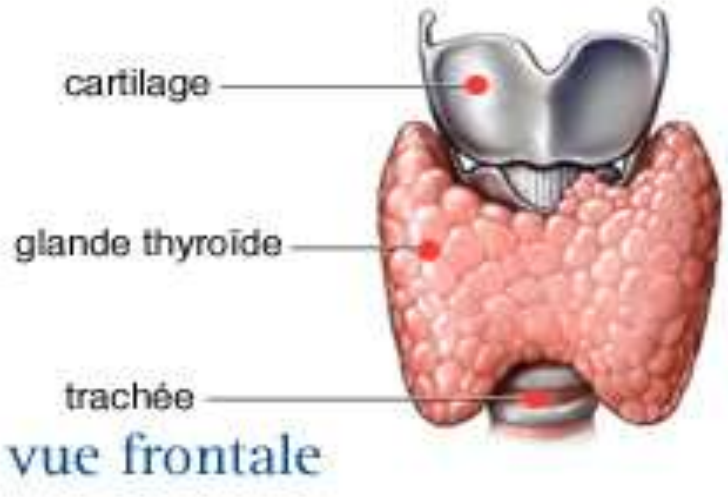
Image sur la glande hypophysaire

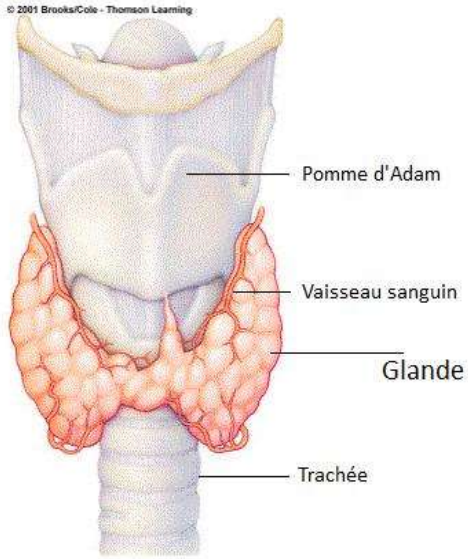


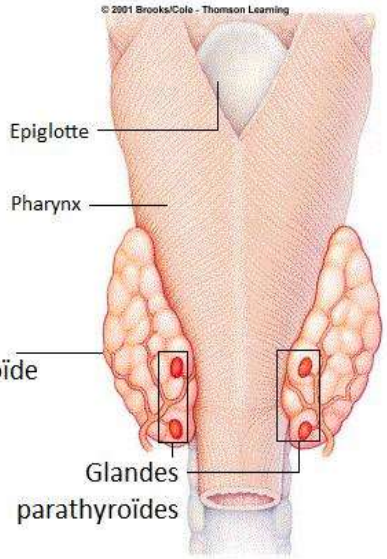
3- المحور النخامي- الدرقي L’axe hypophyso-thyroidiene

تتوضع الغدة الدرقية أمام القصبة الهوائية ، و هي غدة تتكون من ملايين الخلايا الطلائية التي تصنع التريودوتيرونين tri-iodothyronine (T3) و تيترا-إيودوتيرونين– tétra iodothyronine (T4) أو thyroxine عن طريق حمض أميني يسمى (التيروسين، la tyrosine) و تدخل الأيود I

خلايا أخرى للغدة الدرقية (cellules C) تصنع هرمون متعدد الببتيد يدعى (الكالسيتونين، calcitonine) مسؤول عن المحافظة على التوازن الكالسيومي في الجسم. الكالسيتونين يثبط خلايا الأستيوكلاست و إفراز الكالسيوم. في الكلى هذا الهرمون يثبط إعادة إمتصاص الكالسيوم و الفوسفات .

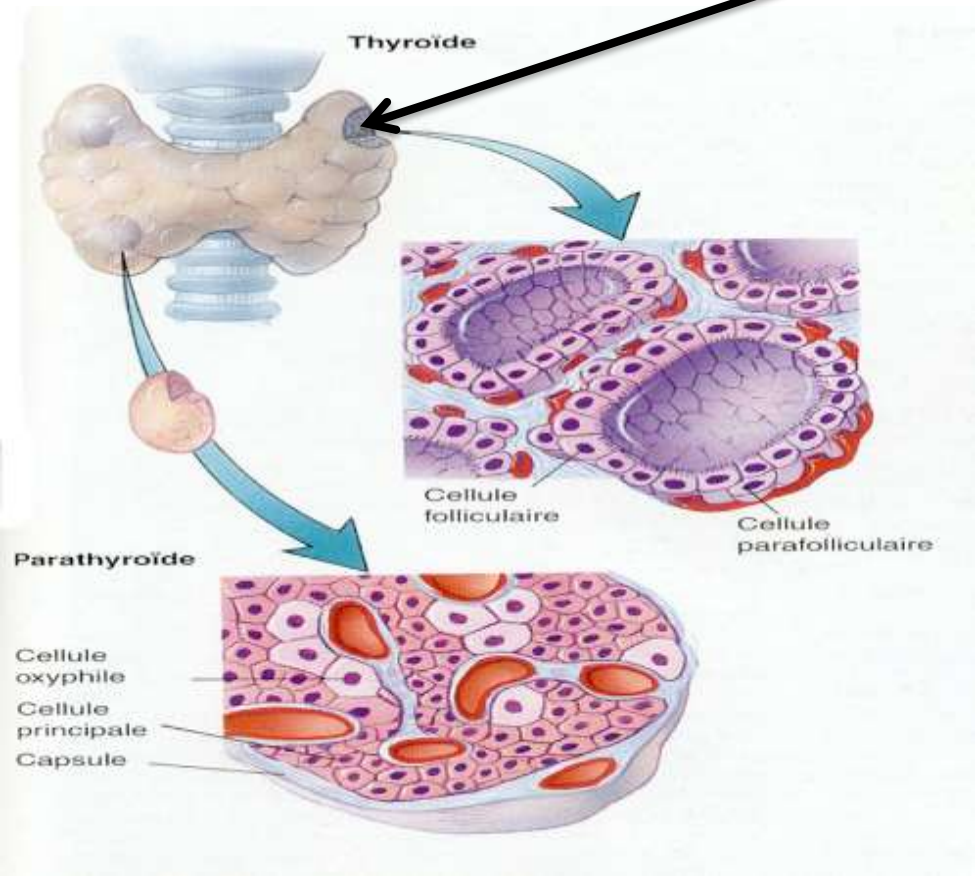


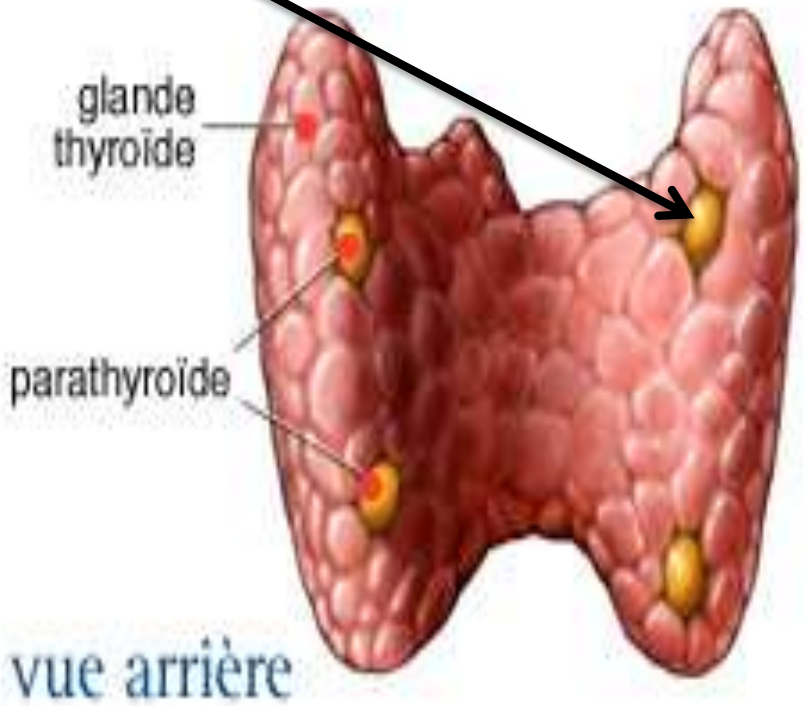




الغدد التحت درقية و هي 4 تتوضع على الوجه الداخلي للغدة الدرقية و هي تصنع بروتين يسمى البراتورمون (PTH) إفرازه يرجع إلى مستويات و تركيز الكالسيوم البلازمي

Glande parathyroïde





Effets physiologiques des hormones thyroïdiennes

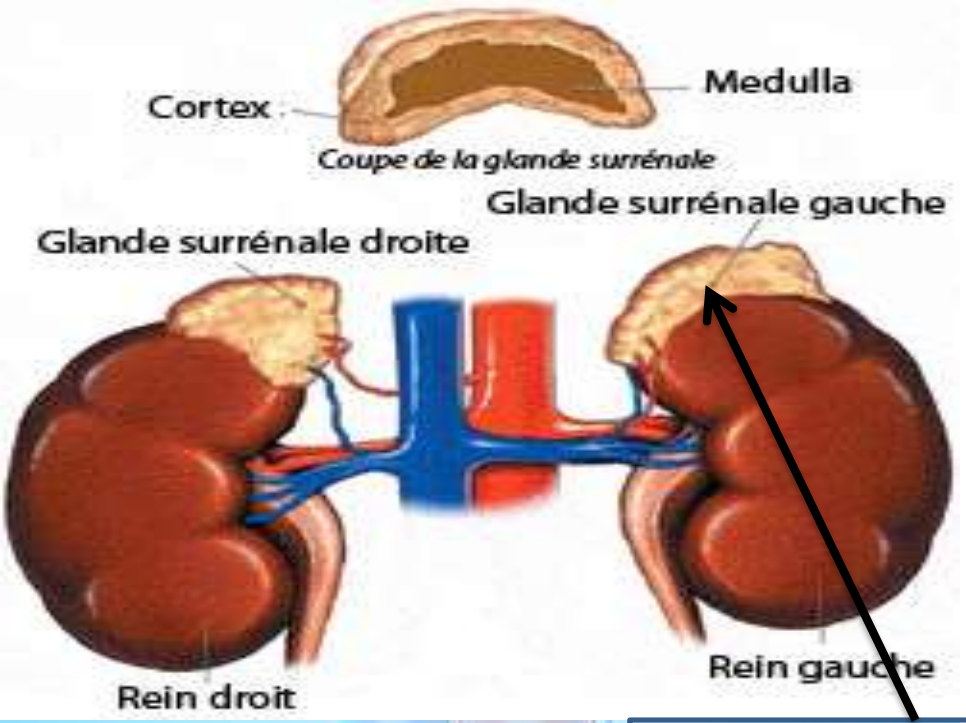
Processus		Effets stimulants de T3 et T4
Métabolisme de base	↗	Consommation mitochondriale en O2, stimule la synthèse en ATP
Glucides et lipides	↗ ↗ ↗	Glycolyse et lipolyse Néoglucogenèse hépatique Absorption du glucose intestinal
Maturation	↗	Division cellulaire
Croissance	↗	Production de GH
Glandes endocrines	↗	Catabolisme du cortisol et de l'insuline

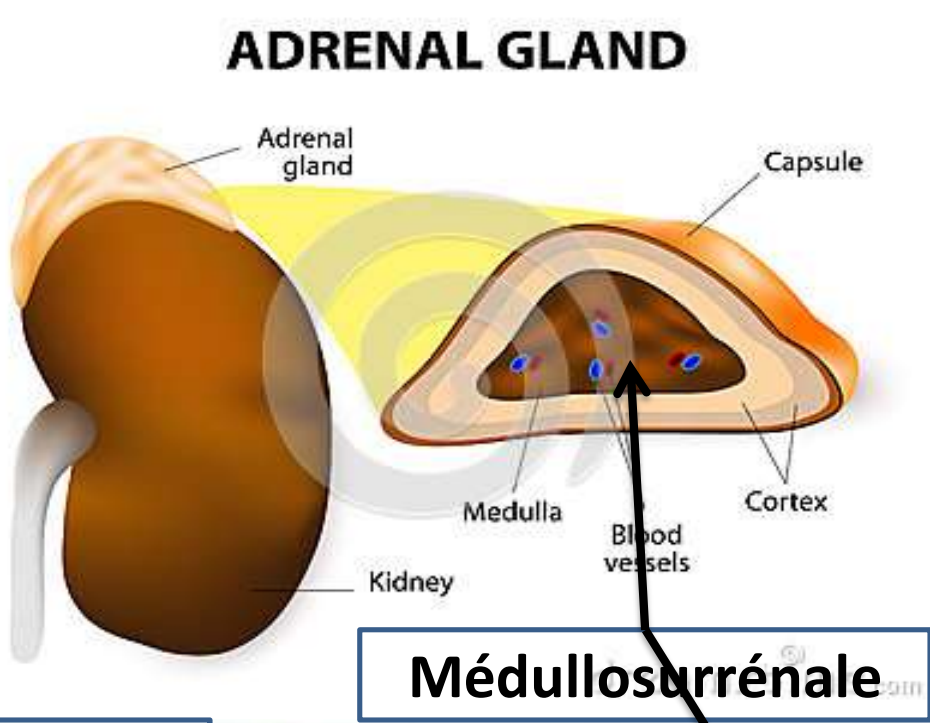
4- المحور النخامي الكظري L’axe hypophyso-surrénalien

هذا الجزأ يحتوي على لب الغدة الكظرية و قشرة الكظر

لب الغدة الكظرية يفرز الكاتي كولامين (الادرينالين و النورادرينالين، الدوبامين) عن طرق حمض أميني و هو التيروسين

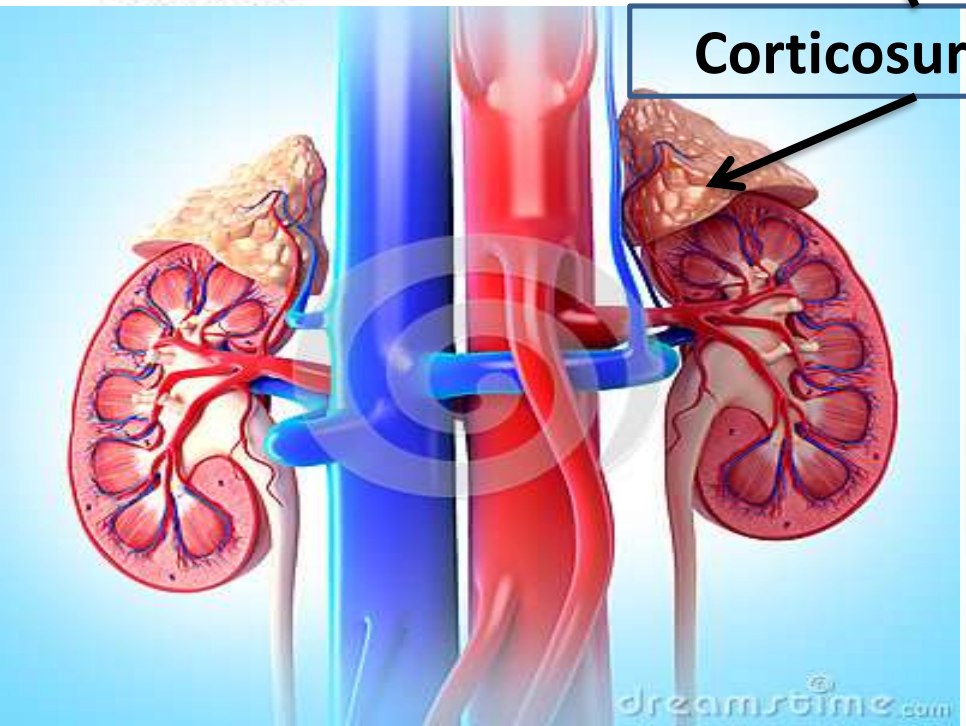
قشرة الكظر تصنع تصنع عن طريق الكليستيرول مجموعة من الهرمونات الستيرويدية من بينها نلاحظ الغليكوكورتيكويد (glucocorticoïdes) أبرزها الكورتزول، المينيرالوكورتيكويد (minéralocorticoides) مثل الالدستيرون و روجان الكظر (rogénes –surrénaliens) من أبرزها (déhydroxy –épaindrosténedione .(DHEA, et l’androsténedione

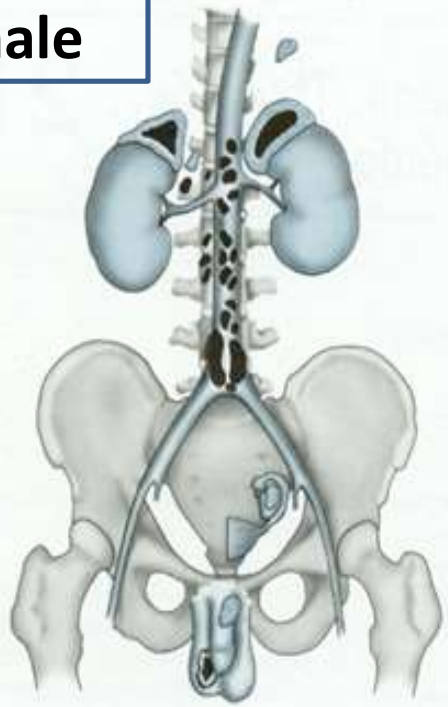


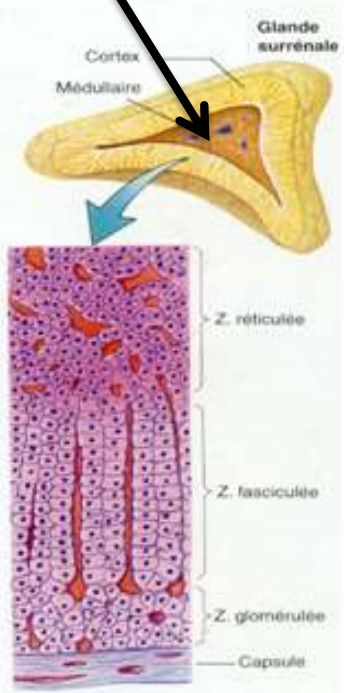


Médullosurrénale

Corticosurrénale







Effets métaboliques des catécholamines chez l'homme

Tissus	Récepteurs	Effets
Fois	α	↗ glycogénolyse
	β	↗ synthèse du glycogène
Muscles squelettique	β	↗ protéolyse
		↗ glycogénolyse
Tissus adipeux	B1, β2, β3	↗ lipolyse
Poumon	β2	↗ ventilation
		↗ dilatation des bronchioles
Cœur , circulation	A1	↗ construction des vaisseaux périphériques
		↗ fréquence cardiaque
	B1	↗ vasodilatation du cœur, des muscles, des poumons
	β2	↘
	β3	↘ force contractile
Pancréas	α1	↗ libération d'insuline
	β2	Libération de glucagon

Effets métaboliques de la stimulation par les glucocorticoïdes

Systèmes	Effets métabolique
Métabolisme des glucides	↗ **glycogénolyse hépatique** ↗ néoglucogenèse hépatique
Métabolismes des protéines	↗ catabolisme protéique
Métabolismes des lipides	↗ lipolyse
Système immunitaire	↘ production d'anticorps
Glandes endocrines	↘ sécrétion de ACTH, LH, FSH, TSH, GH
Eau	↘ filtration glomérulaire
Calcium	↗ résorption par l'os
Réponse inflammatoire	↘ l'inflammation

5- المحور النخامي- الجنسي L’axe hypophyso-gonadique

يعد المحورالوطائي النخامي–الجنسي (HHG)نظاما عصبيا صماويا رئيسيا ينظم عملية التكاثر والتطور الجنسي عبر آلية تغذية راجعة، حيث يفرز الوطاء (تحت المهاد) الهرمون المطلق لموجهات الغدد التناسلية (GnRH)، الذي يحفز الغدة النخامية على إفراز الهرمونين المنبّهين للغدد التناسلية (FSH) و(LH) بدورهما، يعمل هذان الهرمونان على تحفيز الغدد التناسلية لإنتاج الهرمونات الجنسية (مثل التستوستيرون والإستروجينات)، والتي تقوم لاحقا بتنظيم إفرازها الخاص عبر آلية التغذية الراجعة.

عند الرجل:

يحفز الهرمون اللوتيني (LH) خلايا لايديغ لإنتاج هرمون التستوستيرون، بينما يؤثر الهرمون المنبّه للجريب (FSH) على خلايا سيرتولي، مما يدعم عملية تكون الحيوانات المنوية (تكون النطاف).

عند المرأة:

يحفز الهرمون المنبه للجريب (FSH) نمو وتطور الجريبات المبيضية، في حين يسبب الهرمون اللوتيني (LH) حدوث الإباضة وتشكل الجسم الأصفر، المسؤول عن إفراز الإستروجين والبروجستيرون.

عند المرأة:

يحفز الهرمون المنبّه للجريب (FSH) تخليق هرمونات الإستروجين (ومنها الإستراديول)، والتي تؤدي إلى نضج الجريب ونضج البويضة خلال الجزء الأول من الدورة الشهرية (الطور الجريبي، حوالي 14 يوما).

تتوقف سلسلة تخليق هذه الهرمونات انطلاقا من الكوليسترول عند مرحلة البروجستيرون، الذي يصبح الهرمون السائد خلال النصف الثاني من الدورة الشهرية.

التغذية الراجعة (Feedback):

تمارس الهرمونات الجنسية (مثل التستوستيرون والإستروجينات) تغذية راجعة سلبية على كلٍّ من الوطاء (تحت المهاد) والغدة النخامية، حيث تثبّط إفراز الهرمون المطلق لموجّهات الغدد التناسلية (GnRH) وكذلك الهرمونين (FSHو LH)، وذلك عند بلوغ مستوياتها الحدّ الأمثل في الجسم.

دوره في المجال الرياضي	التأثيرات الفسيولوجية	مصدره في الجسم	الهرمون
تحسين القوة البدنية، زيادة الكتلة العضلية، تسريع الاستشفاء بعد التمارين	زيادة الكتلة العضلية، تحفيز تصنيع البروتين، تقوية العظام	الخصيتان (عند الرجل) والمبيضان (بنسبة أقل عند المرأة)	التستوستيرون
تحسين المرونة، دعم صحة المفاصل، قد يؤثر على الأداء حسب مراحل الدورة	تنظيم الدورة الشهرية، الحفاظ على صحة العظام، توزيع الدهون	المبيضان (عند المرأة)	الإستروجين
قد يؤثر على درجة حرارة الجسم والتحمّل، خاصة في النصف الثاني من الدورة	تنظيم الدورة الشهرية، تهيئة الجسم للحمل	الجسم الأصفر في المبيض	البروجستيرون
تأثير غير مباشر على الأداء عبر تنظيم الوظائف التناسلية	تحفيز تكوّن الأمشاج (بويضات/حيوانات منوية)	الغدة النخامية	المنبه للجريب (FSH)
يساهم بشكل غير مباشر في التوازن الهرموني المهم للأداء الرياضي	تحفيز إفراز التستوستيرون (عند الرجل) وحدوث الإباضة (عند المرأة)	الغدة النخامية	اللوتيني (LH)

أولا: على المستوى الخلوي

الارتباط بالمستقبلات الأندروجينية (Androgen Receptors):

يدخل التستوستيرون إلى الخلية العضلية ويرتبط بمستقبلات خاصة داخل السيتوبلازم.

تنشيط التعبير الجيني (Gene Expression):

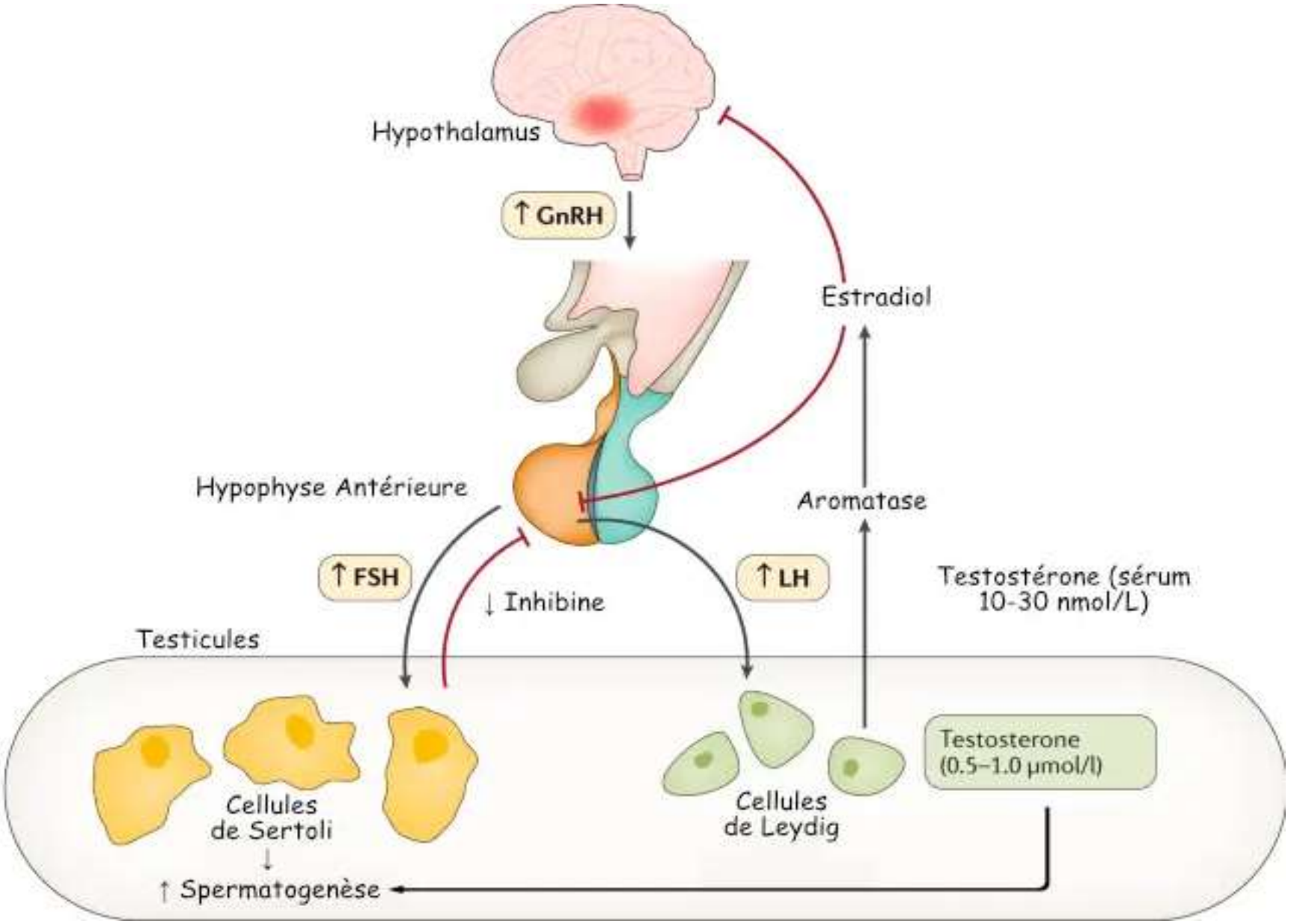
ينتقل مركب (تستوستيرون + مستقبل) إلى النواة ويحفز الجينات المسؤولة عن بناء البروتينات العضلية.

زيادة تخليق البروتين:

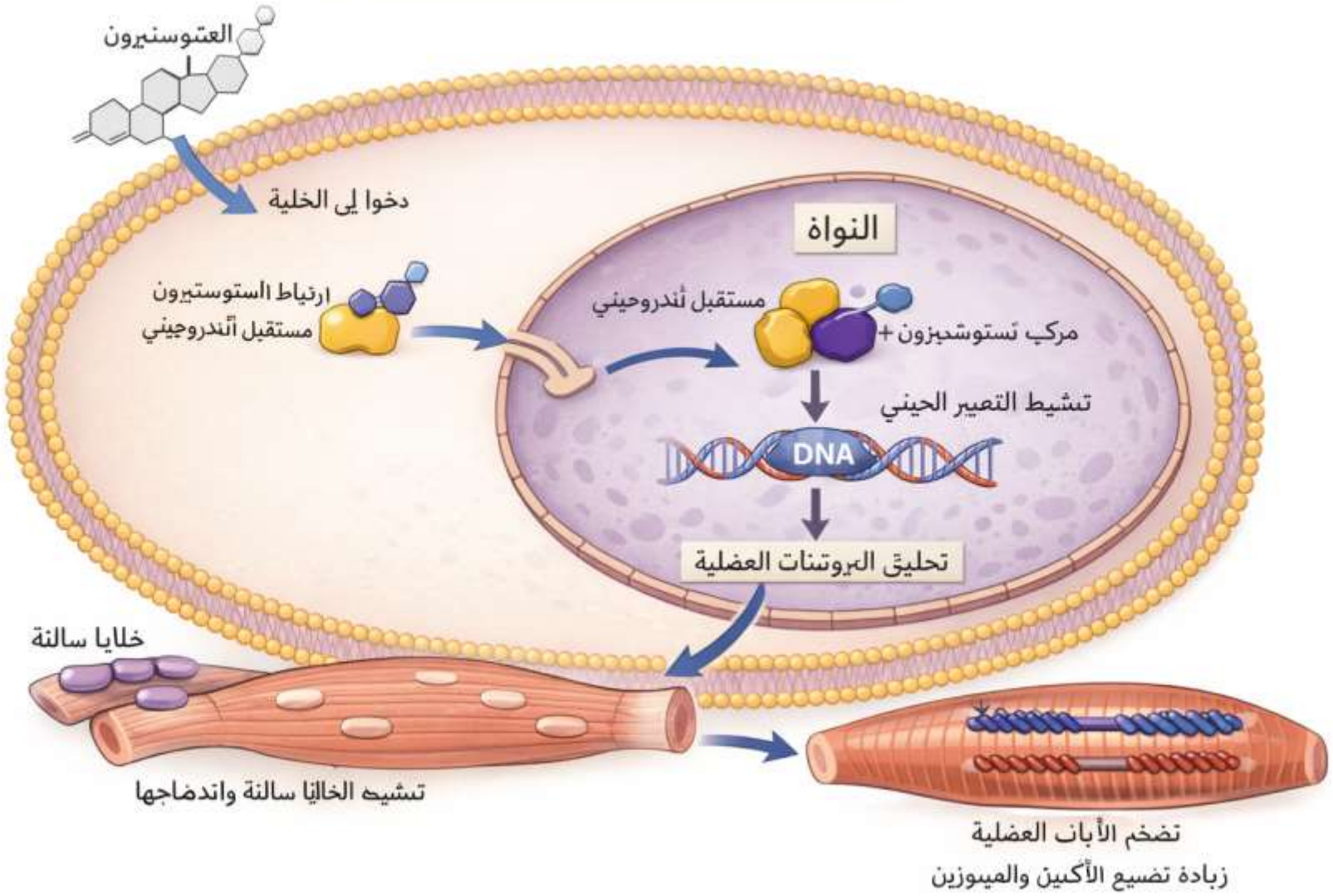
يؤدي إلى إنتاج بروتينات انقباضية مثل **الأكتين والميوزين**، وهي أساس عمل العضلة.

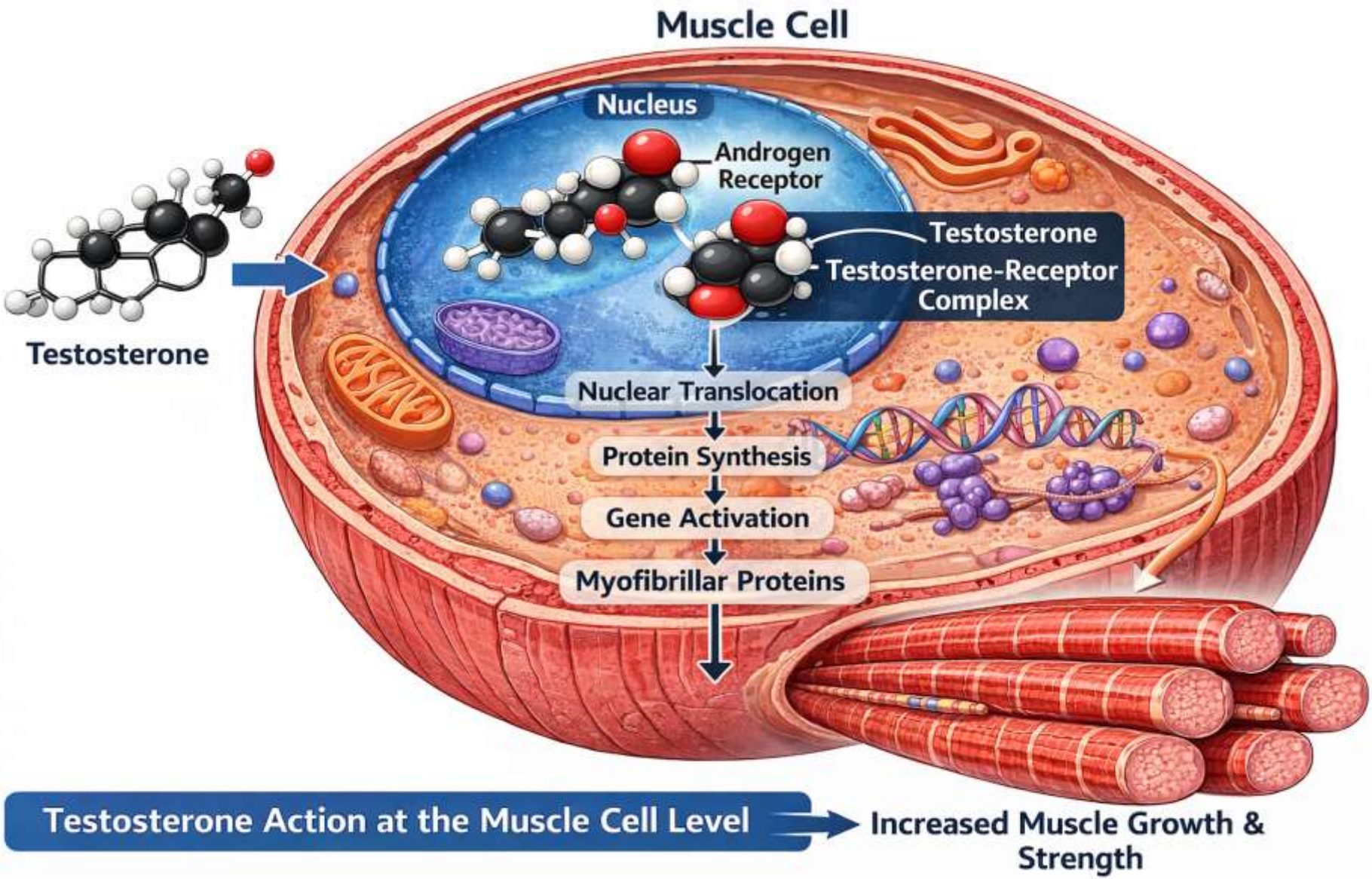
تنشيط الخلايا الساتلة أو المستشعرة (Satellite Cells):

يحرّض تكاثر هذه الخلايا واندماجها مع الألياف العضلية، مما يزيد عدد الأنوية داخل الليف العضلي (myonuclei).


Hypothalamus
↑ GnRH
Estradiol
Hypophyse Antérieure
Aromatase
↑ FSH
↓ Inhibine
↑ LH
Testostérone (sérum 10-30 nmol/L)
Testicules
Testosterone (0.5–1.0 µmol/l)
Cellules de Sertoli
Cellules de Leydig
↑ Spermatogenèse

تأثير التستوستيرون على المستوى الخلوي




Muscle Cell
Nucleus
Androgen Receptor
Testosterone
Testosterone-Receptor Complex
Testosterone
Nuclear Translocation
Protein Synthesis
Gene Activation
Myofibrillar Proteins
Testosterone Action at the Muscle Cell Level
Increased Muscle Growth & Strength