By. Raya Omar

Pathophysiology-Hypertension

Faculty of Pharmaceutical Sciences

Dr. Amjaad Zuhier Alrosan, Dr. Abdelrahim Alqudah

Blood Pressure (BP) Regulation

تنظيم ضغط الدم

(Hypertension HTN)

ارتفاع ضغط الدم

ارتفاع ضغط الدم

Hypertension

ماذا تعني أرقام ضغط الدم

❖ What do Blood Pressure Numbers Mean

لرقم العلوي (الانقباضي Systolic) بينما الرقم السفلي (الانبساطي Diastolic).

- Top number (Systolic) while the bottom number (Diastolic).
- Normal Blood Pressure: Blood Pressure of < 140/ 90.
- Blood Pressure of 130 to 139/ 85 to 89 should be closely watched.

•ضغط الدم الطبيعي:
ضغط دم أقل من 140/90.
• ضغط الدم من 130 إلى 139 / 85 إلى 89 يجب مراقبته عن كثب

- High Blood Pressure: Blood Pressure > 140/ 90. Usually NO SYMPTOMS! "The Silent Killer". May have headache, blurry vision, chest pain, and frequent urination at night.

ارتفاع ضغط الدم: ضغط دم أكبر من 140/90. عادةً بدون أعراض! "القاتل الصامت". قد تظهر أعراض مثل الصداع، تشوش الرؤية، ألم في الصدر، والتبول المتكرر ليلاً.

ارتفاع ضغط الدم هو ارتفاع متقطع أو مستمر في ضغط الدم الانبساطي أو الانقباضي.بشكل عام، ضغط دم انقباضي مستمر 139 ملم زئبق أو أكثر، أو ضغط دم انبساطي 89 ملم زئبق أو أكثر يدل على وجود ارتفاع ضغط الدم.

- **Hypertension is an intermittent or sustained elevation of diastolic or systolic blood pressure. Generally, a sustained systolic blood pressure of 139 mm Hg or higher or a diastolic blood pressure of 89 mm Hg or higher indicates hypertension.**

ع ضغط الدم هو أكثر مشكلة صحية شيوعًا لدى البالغين وهو العامل الرئيسي المسبب لأمراض القلب والأوعية الدموية.

- Increased blood pressure is the most common health problem in adults and the leading risk factor in CVD.
- It affects about 1 billion people worldwide.

يؤثر على حوالي مليار شخص حول العالم.

- Hypertension increases with age.

يزداد ارتفاع ضغط الدم مع التقدم في العمر.

- Males more than females until menopause. More in blacks compared to whites.

يكون أكثر عند الذكور مقارنة بالإناث حتى سن انقطاع الطمث. وهو أكثر شيوعًا عند ذوي البشرة السوداء مقارنة بالبيض.

مستويات ضغط الدم الموصى بها من قبل جمعية القلب الأمريكية

American Heart Association Recommended Blood Pressure Levels

فئة ضغط الدم BP Category	الضغط الانقباضي (ملم زئبق) Systolic (mmHg)		الضغط الانبساطي (ملم زئبق) Diastolic (mmHg)	المتابعة Follow-up
Optimal مثالي	< 120	and	< 80	Recheck 2 years إعادة الفحص كل سنتين
Normal طبيعي	< 130	and	< 85	Recheck 2 years
High Normal طبيعي مرتفع	130-139	or	85-89	Recheck 1 year إعادة الفحص بعد

American Heart Association Recommended Blood Pressure Levels

BP Category	Systolic (mmHg)		Diastolic (mmHg)	Follow-up
Stage 1 (mild HTN)	140-159	or	90-99	Confirm within months
Stage 2 (moderate HTN)	160-179	or	100-109	Evaluate within 1 month
Stage 3 (severe HTN)	180 or >	or	110 or >	Evaluate immediately

المرحلة 1 (ارتفاع ضغط خفيف)

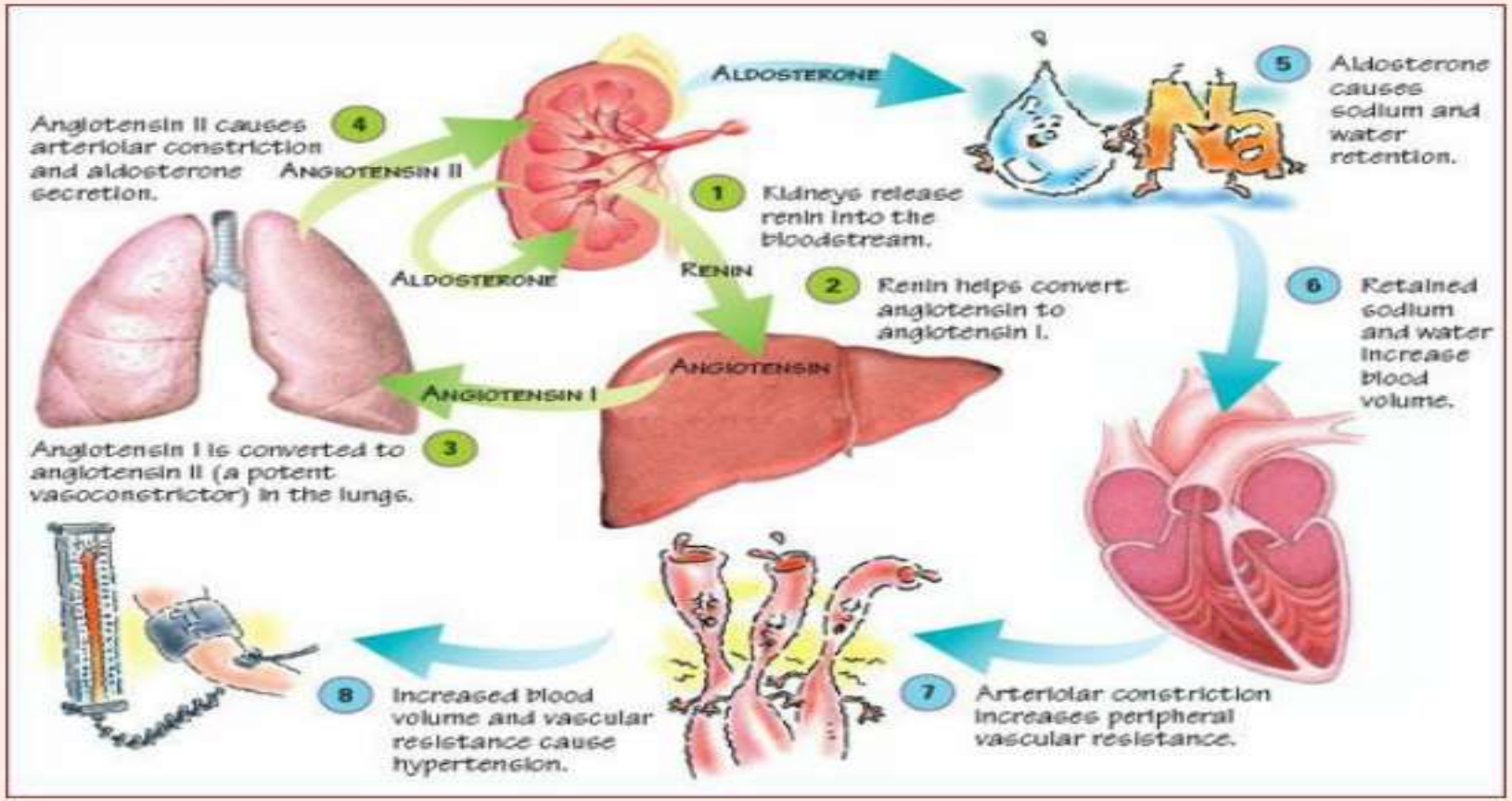
المرحلة 2 (ارتفاع ضغط متوسط)

المرحلة 3 (ارتفاع ضغط شديد)

التأكيد خلال عدة أشهر

التقييم خلال شهر واحد

التقييم فورًا


ALDOSTERONE
5 Aldosterone causes sodium and water retention.
Na
Angiotensin II causes arteriolar constriction and aldosterone secretion.
4
ANGIOTENSIN II
1 Kidneys release renin into the bloodstream.
ALDOSTERONE
RENIN
2 Renin helps convert angiotensin to angiotensin I.
6 Retained sodium and water increase blood volume.
ANGIOTENSIN
ANGIOTENSIN I
Angiotensin I is converted to angiotensin II (a potent vasoconstrictor) in the lungs.
3
8 Increased blood volume and vascular resistance cause hypertension.
7 Arteriolar constriction increases peripheral vascular resistance.

1. Kidneys release renin into the bloodstream
تقوم الكلى بإفراز الرينين إلى مجرى الدم

2. Renin helps convert angiotensinogen to angiotensin I
يساعد الرينين في تحويل الأنجيوتنسينوجين إلى أنجيوتنسين

3. Angiotensin I is converted to angiotensin II (a potent vasoconstrictor) in the lungs
يتم تحويل الأنجيوتنسين I إلى أنجيوتنسين II (مُضيّق قوي للأوعية الدموية) في الرئتين

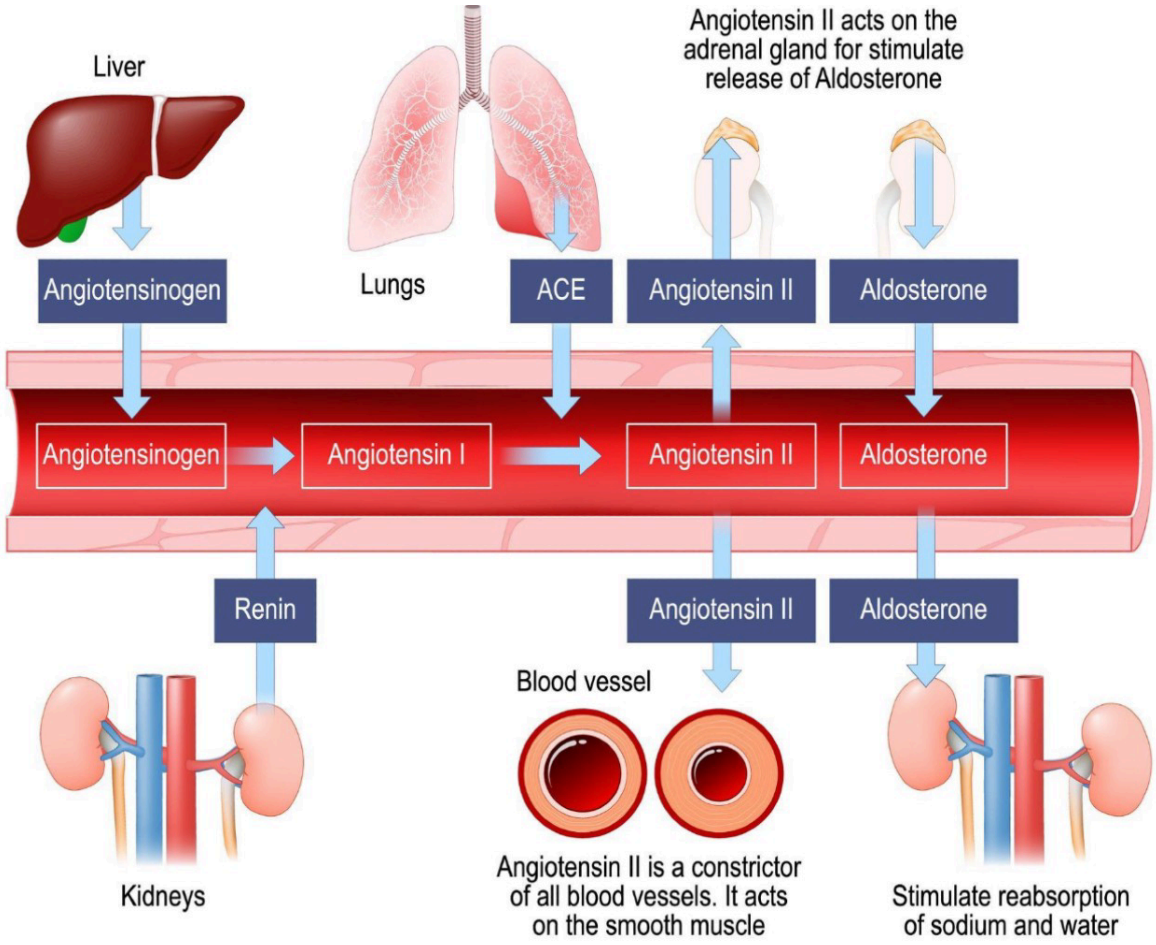
4. Angiotensin II causes arteriolar constriction and aldosterone secretion
يسبب الأنجيوتنسين II تضيق الشرايين الصغيرة وإفراز الألدوستيرون

5. Aldosterone causes sodium and water retention
يسبب الألدوستيرون احتباس الصوديوم والماء

6. Retained sodium and water increase blood volume
يؤدي احتباس الصوديوم والماء إلى زيادة حجم الدم

7. Arteriolar constriction increases peripheral vascular resistance
يؤدي تضيق الشرايين الصغيرة إلى زيادة المقاومة الوعائية الطرفية

8. Increased blood volume and vascular resistance cause hypertension
زيادة حجم الدم والمقاومة الوعائية تؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم



Hypertension

يُقسّم إلى فئتين:

- **Divided into two categories:** ارتفاع ضغط الدم الأولي أو مجهول السبب:
  - **Primary or idiopathic hypertension:** ارتفاع مزمن في ضغط الدم بدون وجود دليل على أمراض أخرى.
    - Chronic elevation of blood pressure without evidence of other diseases.
    - Affect 90-95% of hypertensive patients. يؤثر على 90–95% من مرضى ارتفاع ضغط الدم.
  - **Secondary hypertension**: caused by other diseases like kidney disease (if it's related to a systemic disease that raises peripheral vascular resistance or cardiac output.).

ارتفاع ضغط الدم الثانوي: يحدث بسبب أمراض أخرى مثل أمراض الكلى (إذا كان مرتبطًا بمرض جهازي يرفع المقاومة الوعائية الطرفية أو النتاج القلبي).

Secondary hypertension

Secondary hypertension may be caused by: قد يحدث ارتفاع ضغط الدم الثانوي بسبب:

- Renal hypertension. ارتفاع ضغط الدم الكلوي.
- Adrenocortical hormone as: هرمونات قشرة الغدة الكظرية مثل:
  - Primary hyperaldosteronism. فرط الألدوستيرون الأولي.
  - Excess corticosteroids (Cushing's syndrome). زيادة الكورتيكوستيرويدات (متلازمة كوشينغ).
- Adrenal gland abnormalities: Pheochromocytoma (rare catecholamine–secreting tumor of adrenal chromaffin cells it produces adrenaline & noradrenaline, and they cause hypertension), characterized by episodes of headache, excessive sweating, and palpitation.

اضطرابات الغدة الكظرية: ورم القواتم (ورم نادر يفرز الكاتيكولامينات من خلايا الكرومافين في الغدة الكظرية، ينتج الأدرينالين والنورأدرينالين ويسبب ارتفاع ضغط الدم)، ويتميز بنوبات من الصداع، التعرق الشديد، وخفقان القلب.

Secondary hypertension

Secondary hypertension may be caused by:

- Coarctation of the aorta (narrowing or constriction of the aorta).
- Oral contraceptive drugs.
- Drugs as cocaine, amphetamine, and erythropoietin.
- Obstructive sleep apnea.
- Diabetes mellitus.
- Dysfunction of the thyroid, pituitary, or parathyroid gland.
- Pregnancy (gestational hypertension. which is part of the preeclamptic toxemia that is characterized by edema, hypertension, and proteinuria (protein in urine)
- Neurologic disorders.

خلل في الغدة الدرقية أو النخامية أو جارات الدرقية.

تضيق الشريان الأبهر (تضيّق أو انقباض في الأبهر).

حبوب منع الحمل الفموية.

أدوية مثل الكوكايين، الأمفيتامين، والإريثروبويتين.

انقطاع النفس الانسدادي أثناء النوم.

داء السكري

اضطرابات عصبية

الحمل (ارتفاع ضغط الدم الحملي، وهو جزء من تسمم الحمل الذي يتميز بالوذمة، ارتفاع الضغط، ووجود بروتين في البول).

Hypertension

عوامل الخطر القابلة للتحكم

❖ Controllable Risk Factors:

- Increased salt intake. زيادة تناول الملح.
- Obesity (Lectin works fine in non-obese people, but when an adipose tissue (fat) increases in the body, the sensor gets damaged). السمنة (الليستين يعمل بشكل طبيعي عند الأشخاص غير البدينين، لكن عندما يزداد النسيج الدهني في الجسم فإن المستقبل/الحساس يتضرر).
- Alcohol. الكحول
- Stress. التوتر
- Lack of exercise. قلة ممارسة الرياضة

عوامل الخطر غير القابلة للتحكم:

❖ Uncontrollable Risk Factors:

- Heredity. الوراثة
- Age. العمر
  - ✓ Men between age 35 and 50. الرجال بين عمر 35 و50 سنة.
  - ✓ Women after menopause. النساء بعد سن انقطاع الطمث.
- Race: العرق
  - ✓ 1 out of every 3 African Americans. واحد من كل ثلاثة من الأمريكيين الأفارقة.
  - ✓ Higher incidence in non-Hispanic blacks and Mexican Americans. معدل أعلى عند السود غير اللاتينيين والأمريكيين المكسيكيين.

Hypertension

❖ **Women and High Blood Pressure:**

- Birth Control Pill.
- Pregnancy.
- Overweight.
- After Menopause.
- African Americans.

النساء وارتفاع ضغط الدم:
حبوب منع الحمل.
الحمل.
زيادة الوزن.
بعد انقطاع الطمث.
الأمريكيون من أصل أفريقي.

Hypertension

ما الذي يفعله ارتفاع ضغط الدم بجسدي؟

What does High Blood Pressure do to my body?:

- Stroke. السكتة الدماغية
- Congestive heart failure فشل القلب الاحتقاني
- Kidney failure. الفشل الكلوي
- Heart attack. نوبة قلبية
- Heart rhythm problems. اضطرابات نظم القلب
- Aneurysm. تمدد الأوعية الدموية

ارتفاع ضغط الدم يزيد من عبء العمل على القلب.

- High blood pressure adds to the workload of the heart.
- The heart must pump harder. يجب على القلب أن يضخ بقوة أكبر
- If high blood pressure continues for a long time, the heart and arteries may not function appropriately.

إذا استمر ارتفاع ضغط الدم لفترة طويلة، فقد لا يعمل القلب والشرايين بشكل مناسب

- The heart may at first thicken and then dilate and weaken causing heart failure. قد يزداد سمك القلب في البداية ثم يتوسع ويضعف مما يسبب فشل
- Other body organs may also be affected. قد تتأثر أيضًا أعضاء أخرى في الجسم.

تنظيم ضغط الدم الشرياني

Arterial Blood Pressure Regulation

التنظيم قصير المدى لضغط الدم

Short term regulation of blood pressure:

تنظيم ضغط الدم بسبب تغير في وضعية

- A regulation of blood pressure due to a change in position.

منعكس مستقبلات الضغط (Baroreceptor reflex) (آلية فورية وسريعة). يتم ذلك/تنظيمه بواسطة مستقبلات الضغط

- Baroreceptor reflex (Immediate rapid mechanism). This is done/regulated by baroreceptors, which are responsible for regulating blood pressure from moment to moment. Baroreceptors prevent fluctuating BP.

وهي المسؤولة عن تنظيم ضغط الدم من لحظة إلى أخرى. تمنع مستقبلات الضغط تذبذب ضغط الدم.

- Baroreceptors are neurons (collection of nuclei) located in the arch of the aorta and large blood vessels of the chest.

مستقبلات الضغط هي عصبونات (تجمع من النوى) تقع في قوس الشريان الأبهر وفي الأوعية الدموية الكبيرة في الصدر.

- These baroreceptors are sensitive to either increase or decrease in blood flow.

هذه المستقبلات حساسة سواء لزيادة أو نقص تدفق الدم.

Arterial Blood Pressure Regulation

في حالة انخفاض تدفق الدم (انخفاض ضغط الدم hypotension)، تقوم هذه المستقبلات بإرسال نبضة عبر العصب اللساني البلعومي إلى المركز الوعائي الحركي (vasomotor center)، الموجود في النخاع المستطيل (medulla oblongata) (ويحتوي على تجمع من النوى يسمى tractus solitarius).

Short term regulation of blood pressure:

- In the case of decreasing blood flow (hypotension), these receptors will send an impulse through the glossopharyngeal nerve to the vasomotor center, which is located in the medulla oblongata (have a collection of nuclei which are called tractus solitarius).
- The vasomotor center (tractus solitarius) will stimulate the sympathetic nervous system, increasing contractility, and cardiac output. It also enhances the release of epinephrine & norepinephrine from the medulla of the adrenal gland which leads to central vasodilation and peripheral vasoconstriction; so, BP will return to normal.

المركز الوعائي الحركي (tractus solitarius) يقوم بتحفيز الجهاز العصبي السمبثاوي، مما يزيد من قوة انقباض القلب (contractility) والنتاج القلبي (cardiac output). كما يعزز إفراز الأدرينالين والنورأدرينالين من لب الغدة الكظرية، مما يؤدي إلى توسع مركزي في الأوعية وتضيق محيطي في الأوعية؛ وبالتالي يعود ضغط الدم إلى طبيعته.

Arterial Blood Pressure Regulation

Short term regulation of blood pressure:

- In the case of an increase in blood flow, the impulse will be sent to the vasomotor center (tractus solitaries). It will block the sympathetic nervous system rather than stimulate the parasympathetic nervous system. Thus, contractility and cardiac output will be decreased, vasodilation peripherally will occur, and BP will return to normal.

في حالة زيادة تدفق الدم، يتم إرسال النبضة إلى المركز الوعائي الحركي (tractus solitarius). فيقوم بإيقاف/تثبيط الجهاز العصبي السمبثاوي بدلاً من تحفيز الجهاز العصبي نظير السمبثاوي. وبالتالي تقل قوة الانقباض والنتاج القلبي، ويحدث توسع في الأوعية الطرفية، ويعود ضغط الدم إلى طبيعته.

التنظيم العصبي للدورة الدموية

Nervous Regulation of the Circulation

Nervous control of the circulation mainly affects more global functions (e.g., redistribution of blood flow, cardiac contractility, and rapid control of arterial blood pressure).

التحكم العصبي في الدورة الدموية يؤثر بشكل رئيسي على وظائف شاملة (عامة) مثل:
(إعادة توزيع تدفق الدم، انقباضية القلب، والتحكم السريع في ضغط الدم الشرياني).

Autonomic Nervous System

الجهاز العصبي الذاتي

- **Sympathetic Nervous System** (Norepinephrine is the neurotransmitter substance): It stimulates vasoconstriction by activation of alpha adrenoceptors on vascular smooth muscle.

الجهاز العصبي السمبثاوي (Sympathetic Nervous System) (المادة الناقلة العصبية هي النورإبينفرين Norepinephrine):
يقوم بتحفيز تضيق الأوعية الدموية (vasoconstriction) عبر تنشيط مستقبلات ألفا الأدرينرجية (alpha adrenoceptors) الموجودة على العضلات الملساء الوعائية.

Nervous Regulation of the Circulation

Autonomic Nervous System

الجهاز العصبي السمبثاوي:

- **Sympathetic Nervous System:**

تضيق الشُرينات (vasoconstriction of arterioles) يؤدي إلى زيادة المقاومة الوعائية وإعادة توزيع تدفق الدم.

- Vasoconstriction of arterioles results in increased vascular resistance and redistribution of blood flow.

ضيق الأوردة (vasoconstriction of veins) يؤدي إلى زيادة حجم الدم الدوري، وزيادة العود الوريدي (venous return)،

- Vasoconstriction of veins results in increased circulating blood volume, increased venous return, which subsequently leads to increased ventricular filling and stroke volume.

مما يؤدي لاحقًا إلى زيادة امتلاء البطين (ventricular filling) وزيادة حجم الضربة القلبية (stroke volume).

- Increase in the activity of the heart (heart rate and contractility ↑).

زيادة في نشاط القلب (زيادة معدل ضربات القلب وقوة الانقباض ⬆️).

Nervous Regulation of the Circulation

Autonomic Nervous System

الجهاز العصبي نظير السمبثاوي

- **Parasympathetic system:**

Plays a minor role in the regulation of circulation. Its important function relates to its control of the heart rate (stimulation of *vagus nerves* results in a decrease in heart rate and contractility).

يلعب دورًا ثانويًا في تنظيم الدورة الدموية. وظيفته المهمة تتعلق بالتحكم في معدل ضربات القلب، حيث إن تحفيز العصب المبهم (vagus nerves) يؤدي إلى انخفاض معدل ضربات القلب وانخفاض قوة الانقباض (contractility).

تشريح التحكم السمبثاوي في الدورة الدموية

Anatomy of the Sympathetic Nervous Control of the Circulation

تخرج الأعصاب من الحبل الشوكي عبر الأعصاب الشوكية الصدرية والقطنية، ثم تمر إلى السلسلة السمبثاوية (sympathetic chain)، ومن ثم تدخل إلى الدورة الدموية عبر:

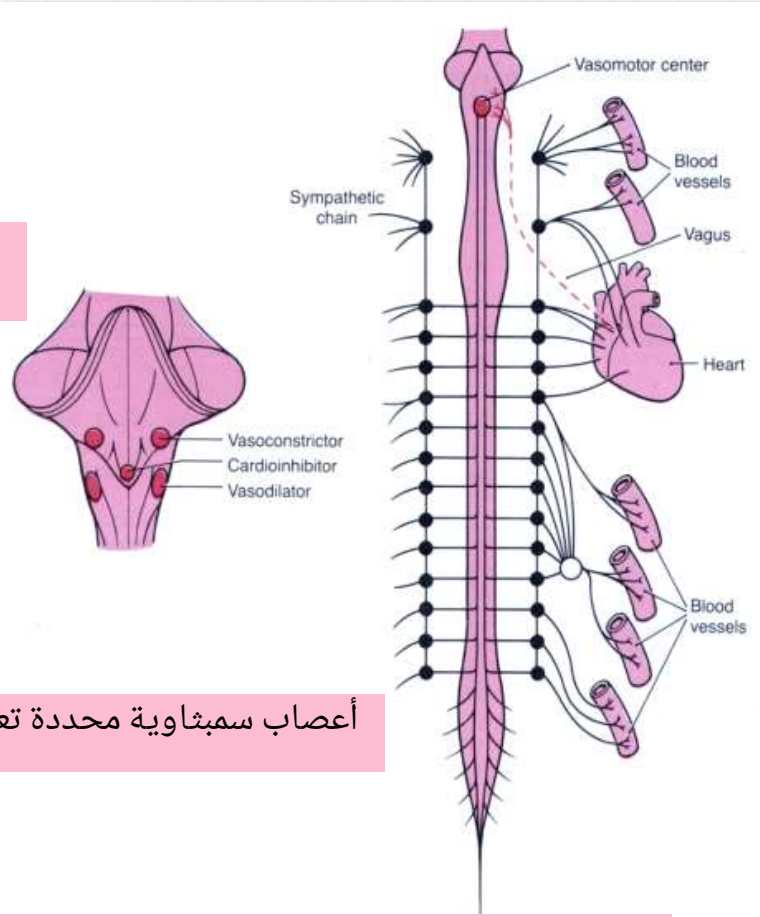
Nerves leave the spinal cord through thoracic and lumbar spinal nerves, pass into the sympathetic chain, and then into the circulation through:

- Specific sympathetic nerves innervate the vasculature of the internal viscera and the heart.

أعصاب سمبثاوية محددة تعصب الأوعية الدموية للأحشاء الداخلية (internal viscera) والقلب.

- The spinal nerves innervate mainly the vasculature of the peripheral metarterioles.

الأعصاب الشوكية تعصب بشكل رئيسي أوعية الميتارتريولات الطرفية (peripheral metarterioles).



الجهاز السمبثاوي القابض للأوعية الدموية والتحكم به من الجهاز العصبي المركزي

The Sympathetic Vasoconstrictor System and its Control by the Central Nervous System

يختلف توزيع الألياف القابضة للأوعية الدموية:

❖ **The distribution of vasoconstrictor fibers varies:**

توزيع أكبر في الكلى، الأمعاء، الطحال، والجلد.

- Greater distribution in the kidneys, gut, spleen, and the skin.

- Less potent in the skeletal muscle and brain.

أقل تأثيرًا في العضلات الهيكلية والدماغ.

❖ **Vasomotor center:**

المركز الوعائي الحركي

- Located in the brain (reticular substance of the medulla and lower pons).

-transmits impulses through the spinal cord and hence sympathetic vasoconstrictor fibers to almost all blood vessels of the body for blood pressure control.

•يقع في الدماغ (في المادة الشبكية في النخاع المستطيل medulla والجسر السفلي lower pons).
•ينقل النبضات عبر الحبل الشوكي، وبالتالي إلى الألياف السمبثاوية القابضة للأوعية في معظم أوعية الجسم بهدف التحكم بضغط الدم.

مناطق المركز الوعائي الحركي

Areas of the Vasomotor Center:

منطقة قابضة للأوعية

1. Vasoconstrictor Area:

الخلايا العصبية تفرز النورإبينفرين، والذى يحفز العصبونات القابضة للأوعية فى الجهاز العصبى السمبثاوى

Neurons secrete norepinephrine which stimulates the vasoconstrictor neurons of the sympathetic nervous system.

منطقة موسعة للأوعية

2. Vasodilator Area:

ف العصبية من هذه المنطقة تتجه إلى أعلى نحو منطقة تضيق الأوعية وتقوم بتثبيط نشاطها.

Fibers from neurons in this area project upward to the vasoconstrictor area and inhibit vasoconstrictor activity.

المنطقة الحسية

3. Sensory Area:

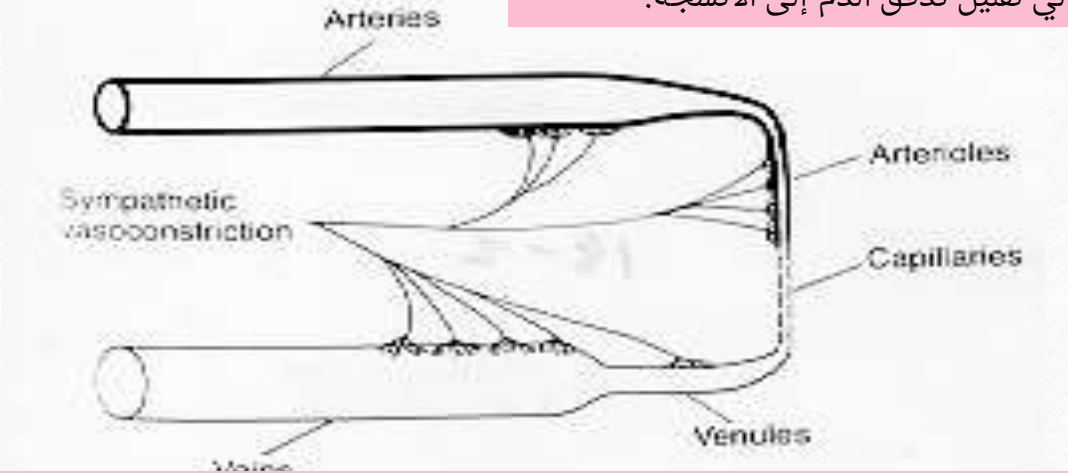
Receives sensory nerve signals from the vagus and glossopharyngeal nerves and the output signals from this sensory area then help to control the activities of both the vasoconstrictor and vasodilator areas, thus providing "reflex" control of many circulatory functions (e.g., **baroreceptor reflex** for blood pressure control).

تستقبل إشارات عصبية حسية من العصب المبهم (vagus) والعصب اللساني البلعومي (glossopharyngeal).ثم تقوم هذه المنطقة بإرسال إشارات تنظيمية تتحكم في نشاط كل من مناطق تضيق وتوسيع الأوعية، وبذلك توفر التحكم الانعكاسي (reflex control) في العديد من وظائف الدورة الدموية، مثل منعكس مستقبلات الضغط (baroreceptor reflex) لتنظيم ضغط الدم.

كل الأوعية الدموية ما عدا الشعيرات الدموية (capillaries)، المصرتات قبل الشعيرات (pre-capillary sphincters)، ومعظم الميتارتريولات (metarterioles) تكون مُعصّبة.

All vessels except capillaries, pre-capillary sphincters, and most metarterioles are innervated. Small arteries and arterioles when stimulated will increase resistance to flow and decrease the flow of blood to the tissues. Innervation of large vessels (e.g., veins) decreases the volume of the veins and alters the volume of the venous side of the circulation, so the volume is transferred to the arterial side. (Again, "reservoir function")

الأوعية الصغيرة مثل الشرايين الصغيرة (small arteries) والشُرينات (arterioles) عند تنبيهها تؤدي إلى زيادة المقاومة أمام تدفق الدم، وبالتالي تقليل تدفق الدم إلى الأنسجة.



Sympathetic carry mostly vasoconstrictor fibers and a lot are present in the kidney, gut, spleen, skin, and *less are in* the skeletal muscle and brain.

الألياف السمبثاوية تحمل بشكل رئيسي ألياف قابضة للأوعية (vasoconstrictor fibers)، وتكون بكثرة في الكلى، الأمعاء، الطحال، والجلد، بينما تكون أقل في العضلات الهيكلية والدماغ.

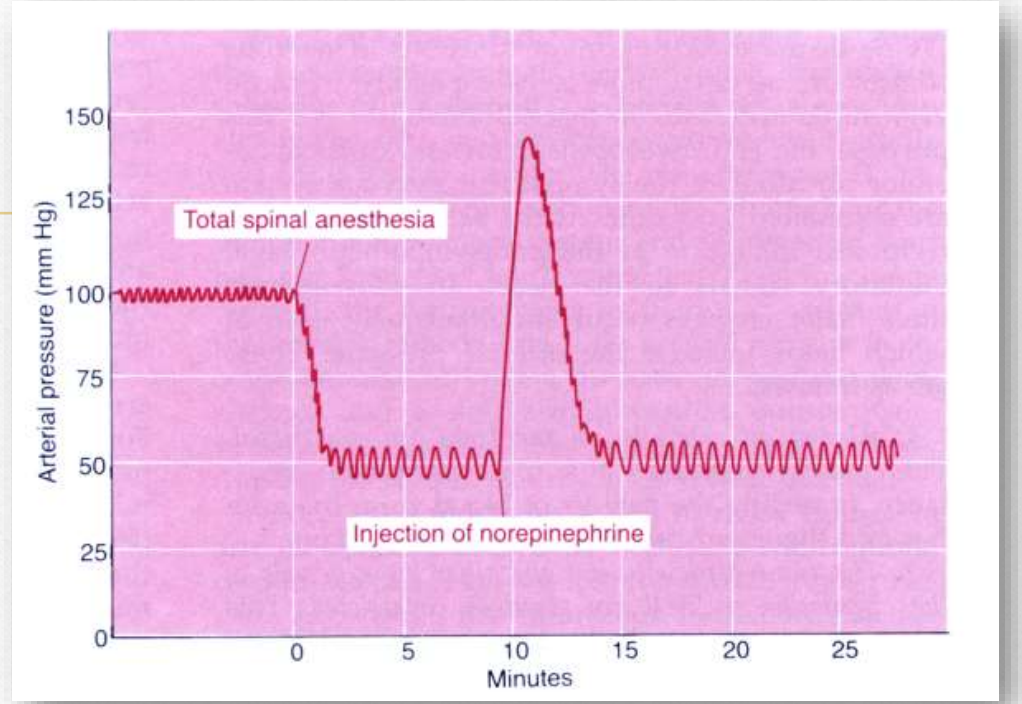
تعصيب الأوعية الكبيرة (مثل الأوردة veins) يؤدي إلى تقليل حجم الأوردة، وبالتالي تغيير حجم الدم في الجانب الوريدي من الدورة الدموية، مما يؤدي إلى انتقال جزء من الدم إلى الجانب الشرياني. (وتُسمى هذه الوظيفة "وظيفة الخزان reservoir function").

النغمة المُضيِّقة للأوعية الدموية الوديّة

Sympathetic Vasoconstrictor Tone

Under normal conditions, the vasoconstrictor area transmits signals continuously (0.5-2 impulses/sec). These impulses maintain a partial state of contraction in vascular smooth muscle (**vasomotor tone**).

في الظروف الطبيعية، تقوم المنطقة المُضيِّقة للأوعية بإرسال إشارات بشكل مستمر (0.5–2 نبضة/ثانية). هذه النبضات تُحافظ على حالة جزئية من الانقباض في العضلات الملساء الوعائية (النغمة الوعائية).



Effect of total spinal anesthesia on arterial blood pressure

تأثير التخدير النخاعي الكامل على ضغط الدم الشرياني

التحكم في نشاط القلب بواسطة المركز الوعائي الحركي (Vasomotor Center):

- **Control of Heart Activity by the Vasomotor Center:**

Sympathetic nerve fibers to the heart increase heart rate and contractility when stimulated, whereas impulses from the vagus nerve (parasympathetic nerve fibers) decrease heart rate.

تزيد الألياف العصبية الودية المتجهة إلى القلب من معدل ضربات القلب وقوة الانقباض عند تحفيزها، بينما تقلل النبضات القادمة من العصب المبهم (الألياف العصبية نظيرة الودية) من معدل ضربات القلب

- **Control of Heart Activity by Higher Nervous Centers:**

التحكم في نشاط القلب بواسطة المراكز العصبية العليا:

المادة الشبكية *Reticular substance*

الوطاء *Hypothalamus* can either excite or inhibit the vasomotor center

إما أن يُحفّز أو يُثبّط المركز الوعائي الحركي

القشرة المخية *Cerebral Cortex*

- **The Adrenal Medullae:**

لب الغدة الكظرية

Excitation of sympathetic fibers to the adrenal medullae cause the secretion of epinephrine and norepinephrine into the circulation.

يؤدي تحفيز الألياف الودية المتجهة إلى لب الغدة الكظرية إلى إفراز الإبينفرين والنورإبينفرين في الدورة الدموية

يتم تحفيز جميع وظائف التضييق الوعائي وتسريع القلب التابعة للجهاز العصبي الودي (SNS) كوحدة واحدة.
وفي الوقت نفسه، يحدث تثبيط متبادل للإشارات المُثبِّطة الطبيعية القادمة من العصب المبهم (الجهاز نظير الودي).

ونتيجةً لذلك، تحدث 3 تغيّرات، يساهم كل منها في زيادة ضغط الدم الشرياني:
•تضيق الشُرينات وتضيق الأوعية الكبيرة (خصوصًا الأوردة) مما يزيد حجم الدم الدوراني والعودة الوريدية.
•زيادة قوة انقباض القلب وحجم الضربة (Stroke Volume).
•زيادة ضغط الدم الشرياني.

Role of the Nervous System for Rapid Control of Arterial Pressure

دور الجهاز العصبي في التحكم السريع بضغط الدم الشرياني

The entire vasoconstrictor and cardioaccelerator functions of the SNS are stimulated as a unit. At the same time, there is reciprocal inhibition of the normal parasympathetic vagal inhibitory signals. As a result, 3 changes occur, each of which contributes to increasing arterial blood pressure: arteriolar constriction and large vessel constriction (especially veins) increases circulating blood volume and venous return, increased cardiac contractility and stroke volume, and increase in arterial pressure. Direct stimulation of the heart (HR increases up to 3-fold and contractility is increased).

These effects can double arterial pressure within 10-15 sec. Sudden inhibition can decrease pressure by half within 10-40 sec.

يمكن لهذه التأثيرات أن تُضاعف ضغط الدم الشريانى خلال 10–15 ثانية.

زيادة ضغط الدم الشرياني أثناء التمرين:

أثناء التمرين، تحتاج العضلات النشطة إلى زيادة كبيرة في تدفق الدم.

Increased Arterial Pressure during Exercise:

During exercise, active muscles require greatly increased blood flow.

آليات توسع وعائى موضعية

- Local vasodilatory mechanisms.

ارتفاع ضغط الدم الشرياني (زيادة بنسبة 30–40% يمكن أن تضاعف تدفق الدم).

- Elevation of arterial blood pressure (an increase of 30-40% can increase blood flow by 2-fold).

Exercise is initiated by activation of the motor areas of nervous system. At the same time these areas are activated to initiate exercise, the reticular activating system of the brain stem is also activated (incl. stimulation of the vasoconstrictor and cardioaccelerator areas of the vasomotor center). These raise arterial pressure instantaneously to keep pace with the increase in muscle activity. This occurs with many other types of stress (e.g., fight or flight reaction).

يبدأ التمرين تنشيط المناطق الحركية في الجهاز العصبي. وفي نفس الوقت الذي يتم فيه تنشيط هذه المناطق لبدء التمرين، يتم أيضًا تنشيط الجهاز الشبكي المنشِّط في جذع الدماغ(بما في ذلك تحفيز مناطق التضييق الوعائي وتسريع القلب في المركز الوعائي الحركي).هذه العمليات ترفع ضغط الدم الشرياني بشكل فوري لمواكبة زيادة نشاط العضلات. ويحدث هذا أيضًا في العديد من حالات التوتر الأخرى (مثل استجابة الكر أو الفر).

ينتج عن ذلك:
توسع الأوعية (الأوردة والشُرينات) في جميع أنحاء الدورة الدموية الجهازية.
انخفاض معدل ضربات القلب وقوة الانقباض.

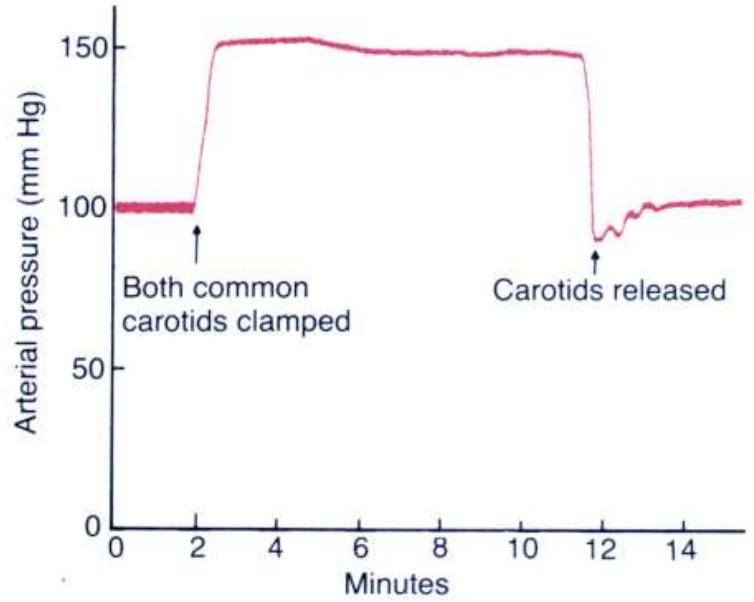
بمجرد دخول الإشارات إلى النخاع المستطيل (Medulla)،فإن الإشارات الثانوية تُثبِّط مركز تضييق الأوعية وتُنشِّط المركز المبهمي (Vagal center).

The Baroreceptor Reflex

منعكس مستقبلات الضغط

Once signals have entered the medulla secondary signals inhibit the vasoconstrictor center and excite the vagal center. This results in vasodilation of the veins and arterioles throughout the systemic circulation and decreased heart rate and contractility.

Therefore, stimulation of the baroreceptor reflex reduces blood pressure through a decrease in peripheral resistance and a decrease in cardiac output. Low pressure has the opposite effect.



Typical Carotid Sinus Reflex on Arterial Pressure Caused by Clamping Both Common Carotids

لذلك، فإن تحفيز منعكس مستقبلات الضغط يؤدي إلى خفض ضغط الدم من خلال: تقليل المقاومة الطرفية. ، تقليل النتاج القلبى (Cardiac Output).أما فى حالة انخفاض الضغط، فيحدث التأثير العكسى.

المنعكس النموذجي للجيب السباتي على ضغط الدم

The Baroreceptor Reflex

وظيفته أثناء تغيّر وضعية الجسم:

Function during changes in body posture:

When going from laying down to standing up there is a decrease in a stretch of the baroreceptors which respond immediately to increase pressure by removal of inhibition on the vasoconstrictor center.

عند الانتقال من وضعية الاستلقاء إلى الوقوف،
يحدث انخفاض في تمدد مستقبلات الضغط (Baroreceptors)،
وهذه المستقبلات تستجيب فورًا لرفع الضغط عن طريق إزالة التثبيط
عن مركز تضييق الأوعية.

Mechanisms for Maintaining Normal Arterial Pressure

آليات الحفاظ على ضغط الدم الشرياني الطبيعي

نظام التحكم بواسطة مستقبلات الضغط الشريانية

- **Arterial Baroreceptor Control System:**

لمستقبل: نهايات عصبية على شكل رش

Receptor: Spray-type nerve endings

الموقع: في جدار الأوعية الشريانية الكبيرة (الشريان السباتي الداخلي وجدار قوس الأبهر)(مستقبلات الضغط – Baroreceptors / Pressoreceptors)

Location: in the wall of large arterial vessels (internal carotid artery and the wall of aortic arch; (baroreceptor, pressoreceptors)

الاستثارة: التمدد

Stimulus: Stretch

في الوضع الطبيعي، لا يتم تحفيز مستقبلات الضغط في الجيب السباتي عند ضغوط بين 0–60 ملم زئبق.فوق 60 ملم زئبق، تستجيب بشكل تدريجي ومتزايد السرعة، وتصل إلى الحد الأقصى عند حوالي 180 ملم

Normally, the carotid baroreceptors are not stimulated by pressures between 0-60 mmHg. Above 60 mmHg they respond progressively more and more rapidly and reach a maximum at about 180 mmHg. **The aortic baroreceptors behave similarly but operate at pressures 30 mmHg higher than the carotid**. Respond very rapidly to changes in pressure, with the rate of impulse firing increasing during systole and decreasing during diastole.

يزداد معدل إطلاق النبضات أثناء الانقباض (Systole).
ويقل أثناء الانبساط (Diastole).

أما مستقبلات قوس الأبهر فتتصرف بشكل مشابه، لكنها تعمل عند ضغوط أعلى بحوالي 30 ملم زئبق من السباتي.تستجيب هذه المستقبلات بسرعة كبيرة للتغيرات في الضغط، حيث:

نظام التحكم بمستقبلات الضغط الشريانية

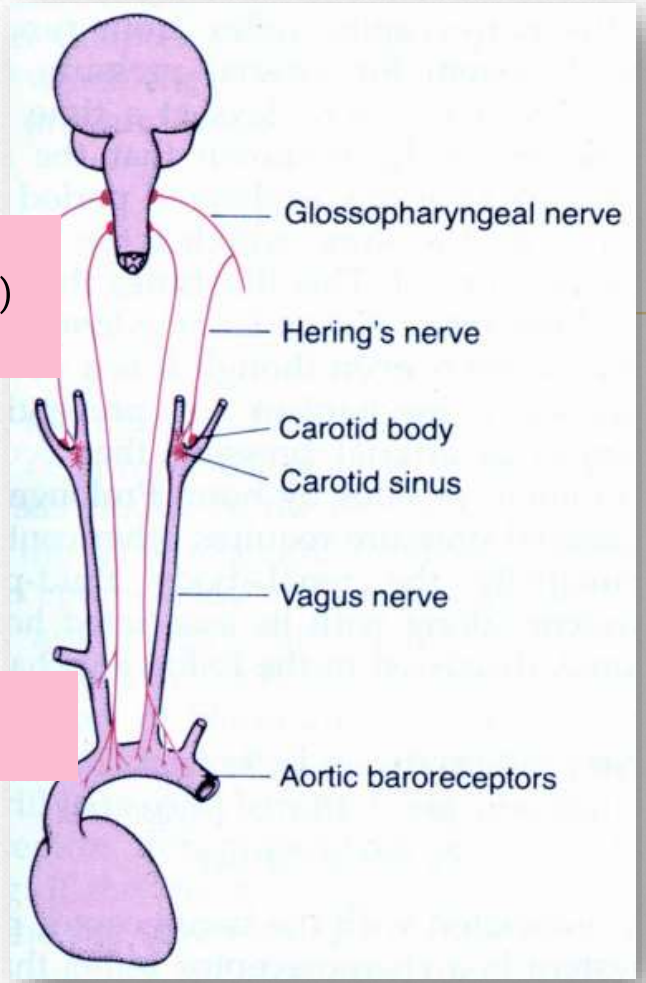
Arterial Baroreceptor Control System:

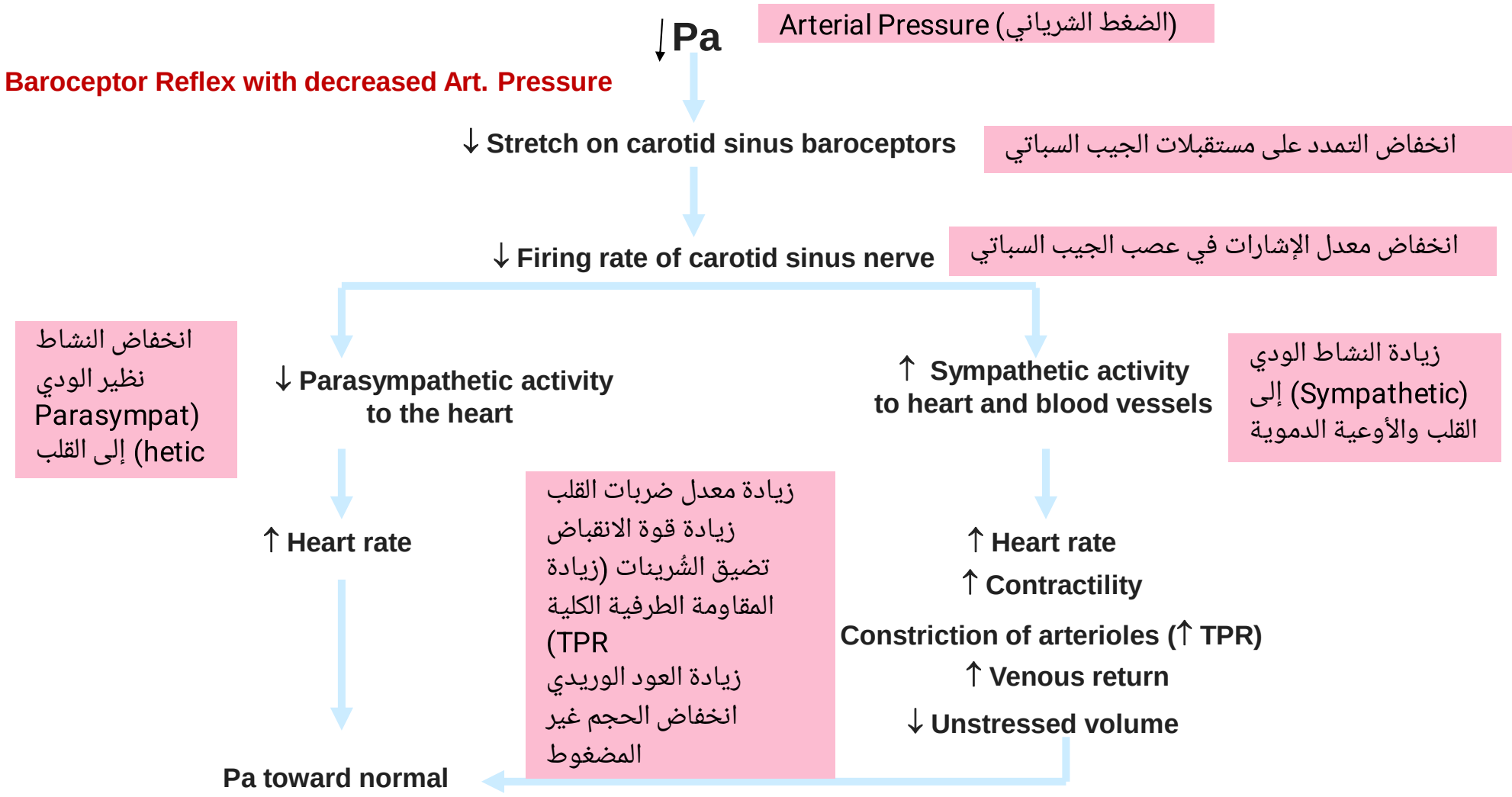
مسار الإشارات (Pathway):ينقل الشريان السباتي الداخلي الإشارات عبر عصب هيرينغ (Herring's nerve) إلى العصب اللساني البلعومي (Glossopharyngeal nerve)،ثم إلى السبيل المنفرد (Tractus Solitarius) في النخاع المستطيل.

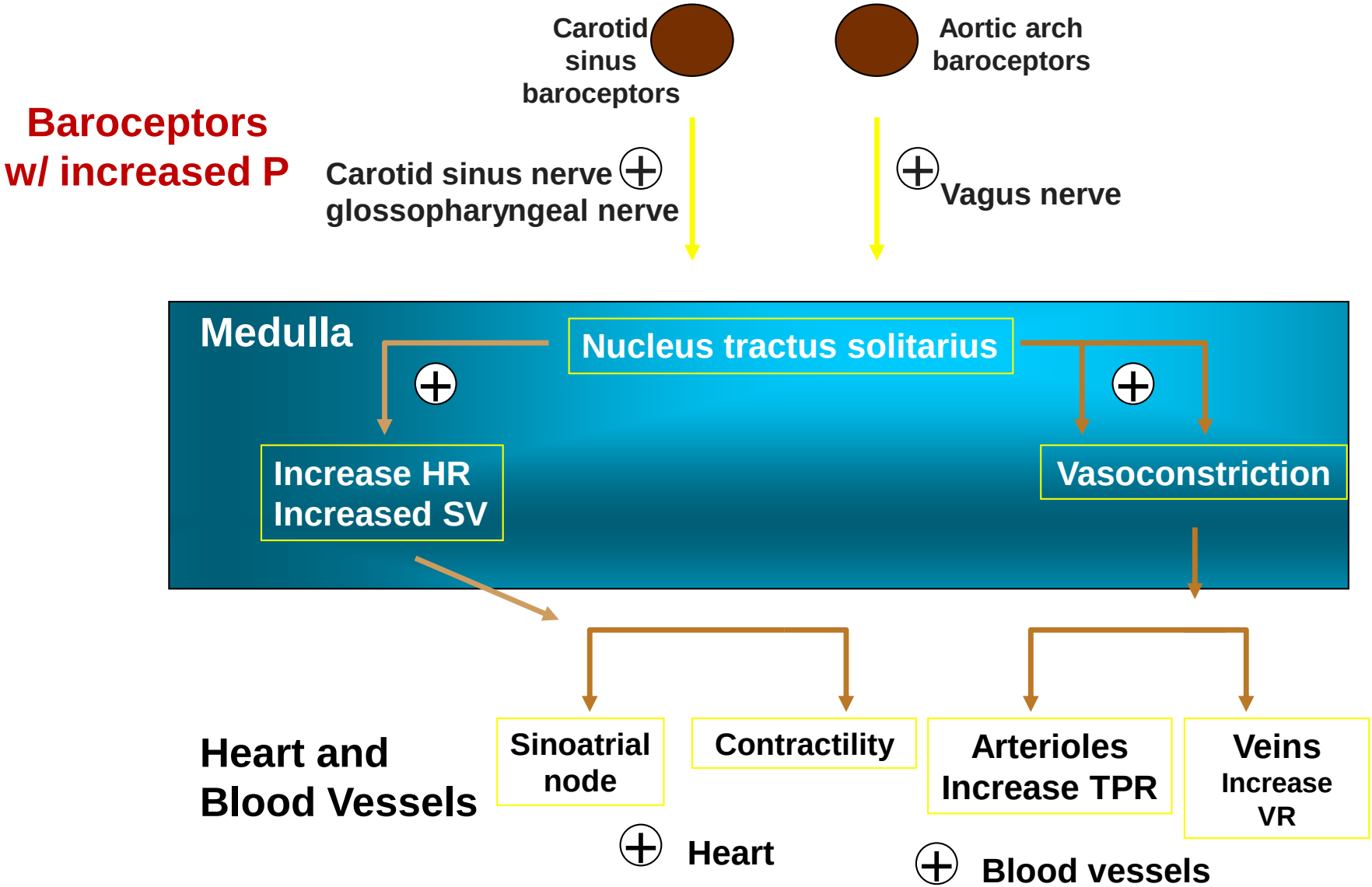
- Pathway: Internal carotid transmits impulses through Herring's nerve to the glossopharyngeal nerve and hence to the tractus solitarius in the medulla.

تنتقل الإشارات من قوس الأبهر عبر العصب المبهم (Vagus nerve) إلى نفس المنطقة في النخاع المستطيل

- Signals from the aortic arch are transmitted through the vagus nerves also into this area of the medulla.




↓Pa
Arterial Pressure (الضغط الشرياني)
Baroceptor Reflex with decreased Art. Pressure
↓ Stretch on carotid sinus baroceptors
انخفاض التمدد على مستقبلات الجيب السباتي
↓ Firing rate of carotid sinus nerve
انخفاض معدل الإشارات في عصب الجيب السباتي
انخفاض النشاط نظير الودي Parasympat) إلى القلب (hetic
↓ Parasympathetic activity to the heart
↑ Sympathetic activity to heart and blood vessels
زيادة النشاط الودي (Sympathetic) إلى القلب والأوعية الدموية
↑ Heart rate
زيادة معدل ضربات القلب
زيادة قوة الانقباض
تضيق الشُرينات (زيادة المقاومة الطرفية الكلية (TPR
زيادة العود الوريدي
انخفاض الحجم غير المضغوط
↑ Heart rate
↑ Contractility
Constriction of arterioles (↑ TPR)
↑ Venous return
↓ Unstressed volume
Pa toward normal


Carotid sinus baroceptors
Aortic arch baroceptors
Baroceptors w/ increased P
Carotid sinus nerve
glossopharyngeal nerve
Vagus nerve
Medulla
Nucleus tractus solitarius
Increase HR
Increased SV
Vasoconstriction
Heart and Blood Vessels
Sinoatrial node
Contractility
Heart
Arterioles Increase TPR
Veins Increase VR
Blood vessels

المستقبلات الكيميائية السباتية والأبهرية

- **Carotid and Aortic Chemoreceptors:**

مرتبطة بشكل وثيق مع مستقبلات الضغط

- Closely associated with the baroreceptors.
- Stimulus: lack of O_2, excess of CO_2, or excess of H^+

نقص الأكسجين (O_2)، زيادة ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، أو زيادة أيونات الهيدروجين (H^+).

- Receptor: located in several small organs (1-2 mm in size), carotid, and aortic bodies.

تقع في عدة أعضاء صغيرة (حجمها 1–2 مم)، وهي:الأجسام السباتية ،الأجسام الأبهرية

- Each body has close contact with the arterial blood. Low pressure stimulates the chemoreceptors because diminished blood flow reduces oxygen and increases carbon dioxide and hydrogen ions. These receptors are not strongly stimulated until systolic pressure falls below 80 mmHg.

كل جسم منها على اتصال وثيق مع الدم الشرياني.انخفاض الضغط يُحفّز هذه المستقبلات لأن نقص تدفق الدم يقلل الأكسجين ويزيد ثاني أكسيد الكربون وأيونات الهيدروجين.هذه المستقبلات لا تُحفَّز بشكل قوي حتى ينخفض الضغط الانقباضي إلى أقل من 80 ملم زئبق.

- Pathway: same as Baroreceptor.

المنعكس

The Reflex: The signals transmitted from the chemoreceptors into the vasomotor center EXCITE the vasomotor center and increase arterial pressure.

الإشارات القادمة من المستقبلات الكيميائية إلى المركز الوعائي الحركي تُحفِّز هذا المركز مما يؤدي إلى زيادة ضغط الدم الشرياني.

Arterial Blood Pressure Regulation

Long-Term Control

التحكم طويل الأمد

يتم من خلال نظام الرينين-أنجيوتنسين-ألدوستيرون

- It is done through the Renin-Angiotensin-Aldosterone System [RAS].
- When cardiac output decreases, it decreases CO in all the body including the kidneys.

عندما ينخفض النتاج القلبي (Cardiac Output)، فإنه يقل في جميع أنحاء الجسم بما في ذلك الكلى.

- When the globular filtration rate or the renal perfusion decreases, the kidneys will respond to this by increasing renin production.

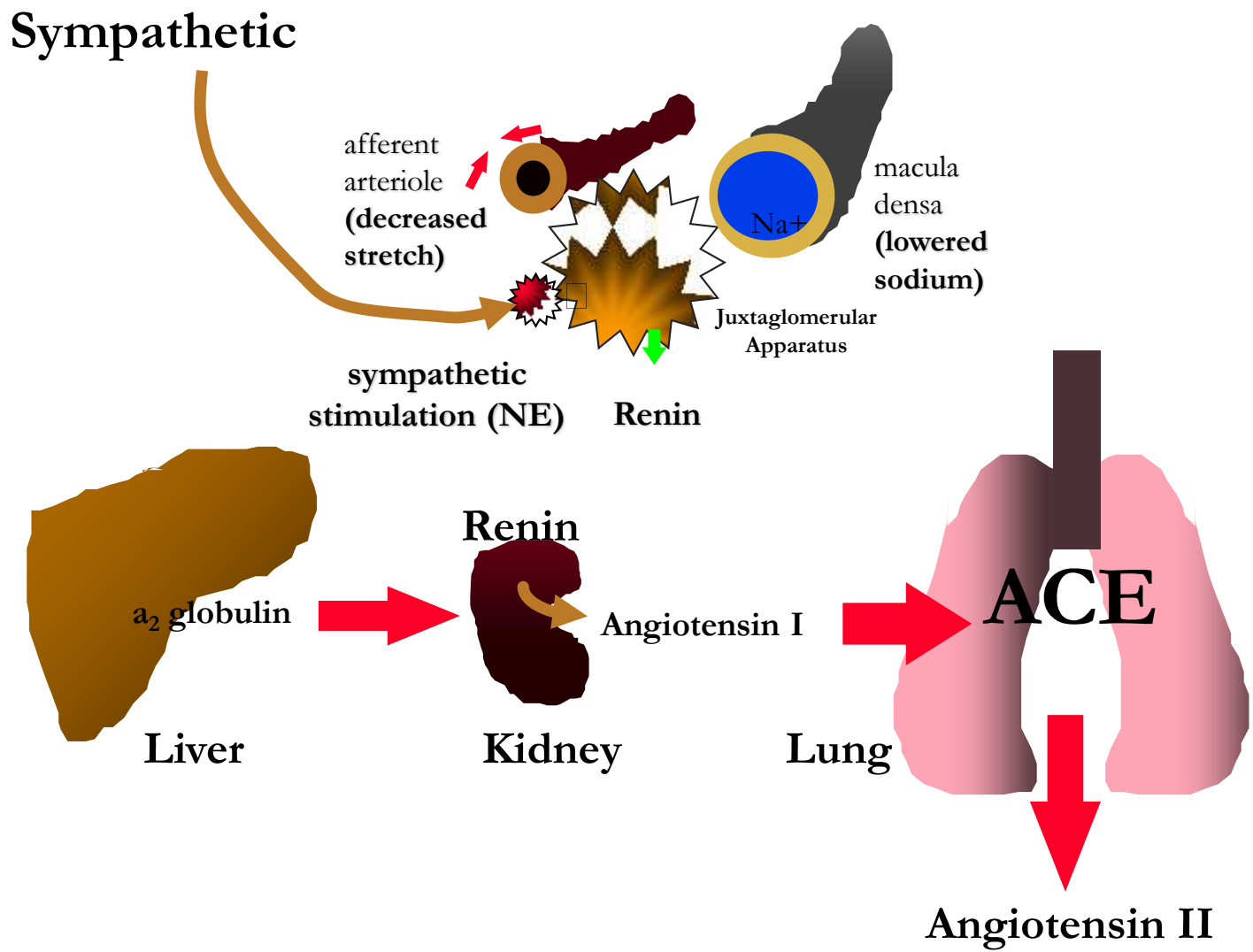
عندما ينخفض معدل الترشيح الكبيبي (GFR) أو التروية الكلوية،تستجيب الكلى لذلك بزيادة إنتاج الرينين (Renin).

دور مستقبلات الضغط في التنظيم
طويل الأمد للضغط الشرياني:

Baroceptors in long term AP regulation

ولكن إذا تم الحفاظ على ضغط الدم لمدة 1 إلى 2 يوم،فإن مستقبلات الضغط (Baroreceptors) تعيد ضبط نفسها على هذا المستوى "الجديد" (مثل 160 ملم زئبق).
لذلك، فإن مستقبلات الضغط ليست مهمة بشكل كبير في التنظيم طويل الأمد لضغط الدم.

However, if BP is maintained for 1 to 2 days, the baroceptors will reset at this 'new' level of 160 mmHg. Therefore, baroceptors are not as important, in long-term regulation.


Sympathetic
afferent arteriole (decreased stretch)
macula densa (lowered sodium)
Na+
Juxtaglomerular Apparatus
sympathetic stimulation (NE)
Renin
Renin
a2 globulin
Angiotensin I
ACE
Liver
Kidney
Lung
Angiotensin II

الرينين هو إنزيم محلِّل للبروتين (Protease) يقوم بشطر الأنجيوتنسينوجين (Angiotensinogen) إلى أنجيوتنسين I.
ثم يتم تحويل الأنجيوتنسين I إلى أنجيوتنسين II بواسطة إنزيمات تحويل الأنجيوتنسين (ACE) في الرئتين.

Renin

- **Renin is a protease that cleaves angiotensinogen to angiotensin I. Then angiotensin 1 is converted to angiotensin 2 by the angiotensin-converting enzymes (ACE) in the lungs.**

- Renin is secreted by the juxtaglomerular apparatus in response to a reflexive sympathetic activity or beta receptor stimulation, decreased central volume of blood or decreased plasma Na+.

يُفرَز الرينين من الجهاز المجاور للكبيبات (Juxtaglomerular apparatus) استجابةً لـ:
نشاط ودي انعكاسي أو تحفيز مستقبلات بيتا (β).
انخفاض الحجم المركزي للدم.
انخفاض صوديوم البلازما (Na+)

Angiotensin II

- **One of the most potent vasoconstrictors known.**
- Octapeptide (8 amino acids).
- Constricts principally arteriolar smooth muscle to increase resistance.
- Stimulates the vasomotor center of the brain.
- **Stimulates the release of *Aldosterone* (steroid hormone) by the adrenal medulla.**
- Inactivated by angiotensinase enzyme.

يُعد من أقوى المواد القابضة للأوعية الدموية المعروفة.
• هو ببتيد مكوَّن من 8 أحماض أمينية (Octapeptide).
• يسبب تضيقًا بشكل رئيسي في العضلات الملساء للشُرينات، مما يزيد المقاومة

• يُحفّز المركز الوعائي الحركي في الدماغ.
• يُحفّز إفراز الألدوستيرون (هرمون ستيرويدي) من لب الغدة الكظرية.
• يتم تعطيله بواسطة إنزيم الأنجيوتنسيناز (Angiotensinase).

يعزز إعادة امتصاص أيونات الصوديوم (Na⁺) من الأنبوب القريب (Proximal tubule).إعادة امتصاص الصوديوم = احتباس ماء = زيادة حجم الدم ← تضيق الأوعية.

Effect of Angiotensin to Cause Retention of Salt and Water

تأثير الأنجيوتنسين في احتباس الملح والماء:

تأثير مباشر على الكلية

يمكن أن يقلل من كمية البول المطروحة بمقدار 4–6 مرات

- **Direct Renal Effect** (can decrease urinary output 4-6 fold):

✓ Enhances the reabsorption of Na ions from the proximal tubule (Na reabsorption = water retention = increase in volume… vasoconstriction).

تحفيز إفراز الألدوستيرون من الغدد الكظرية

- **Stimulation of Aldosterone Secretion** from the adrenal glands

✓ Increase in salt reabsorption by the kidney tubules, increase in extracellular fluid sodium, and water retention.

يزيد إعادة امتصاص الملح في الأنابيب الكلوية،يزيد صوديوم السائل خارج الخلية.
يؤدي إلى احتباس الماء وبالتالي زيادة حجم الدم.

- **Blocks bradykinin,** which is a local mediator of vasodilation:

✓ So, blocking it causes vasoconstriction.

تثبيط البراديكين هو وسيط محلي يسبب توسع الأوعية.
تثبيطه يؤدي إلى تضيق الأوعية الدموية (Vasoconstriction).

Aldosterone

هرمون ستيرويدي يُفرَز من قشرة الغدة الكظرية استجابة لتكوين الأنجيوتنسين II.

- *Steroid hormone* secreted by the adrenal medulla in response to angiotensin II formation.

يزيد حجم الدم من خلال تعزيز إعادة امتصاص الصوديوم والماء.

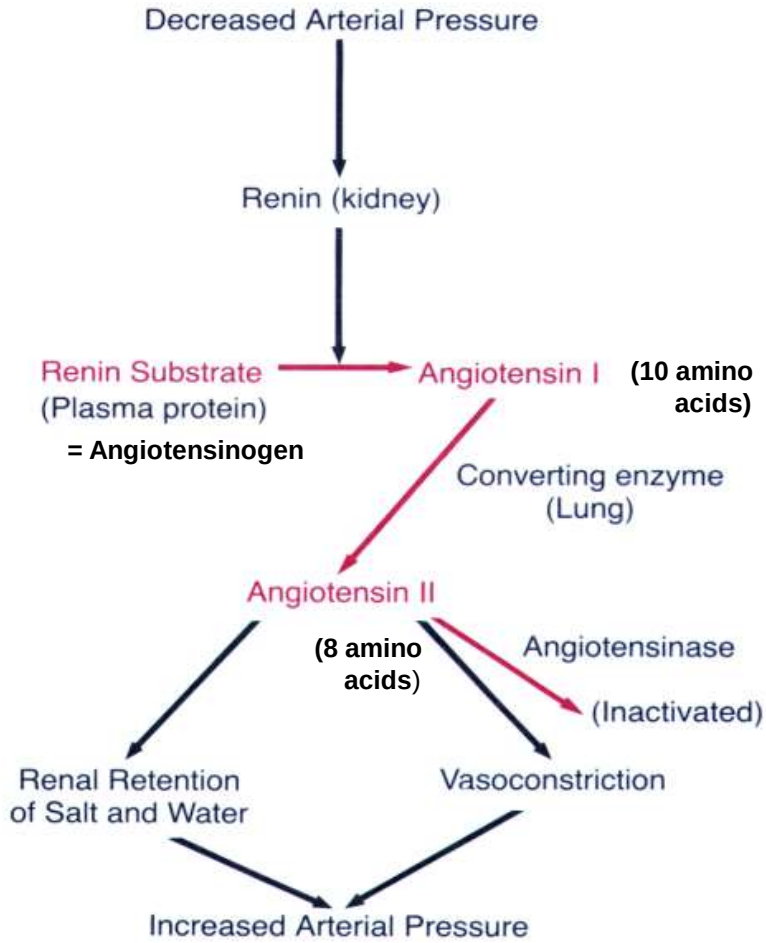
- Increases blood volume by promoting the reabsorption of sodium and water.

- Takes hours to be effective in raising blood pressure and volume because it requires protein synthesis.

يحتاج عدة ساعات ليُظهر تأثيره في رفع ضغط الدم وحجم الدم، لأنه يعتمد على تصنيع بروتينات داخل الخلايا.

دور نظام الرينين–أنجيوتنسين في تنظيم ضغط الدم الشرياني

The Role of the Renin-Angiotensin System in Regulating Arterial Pressure



الهرمون المضاد لإدرار البول

Antidiuretic Hormone (ADH, Vasopressin)

هو ببتيد قليل الأحماض الأمينية (Oligopeptide) يتم تصنيعه في الوطاء (Hypothalamus)، ويُخزَّن في الغدة النخامية الخلفية قبل إفرازه إلى الدم.

1. ADH is an oligopeptide that is synthesized in the hypothalamus and stored in the posterior pituitary before it is released into the bloodstream.

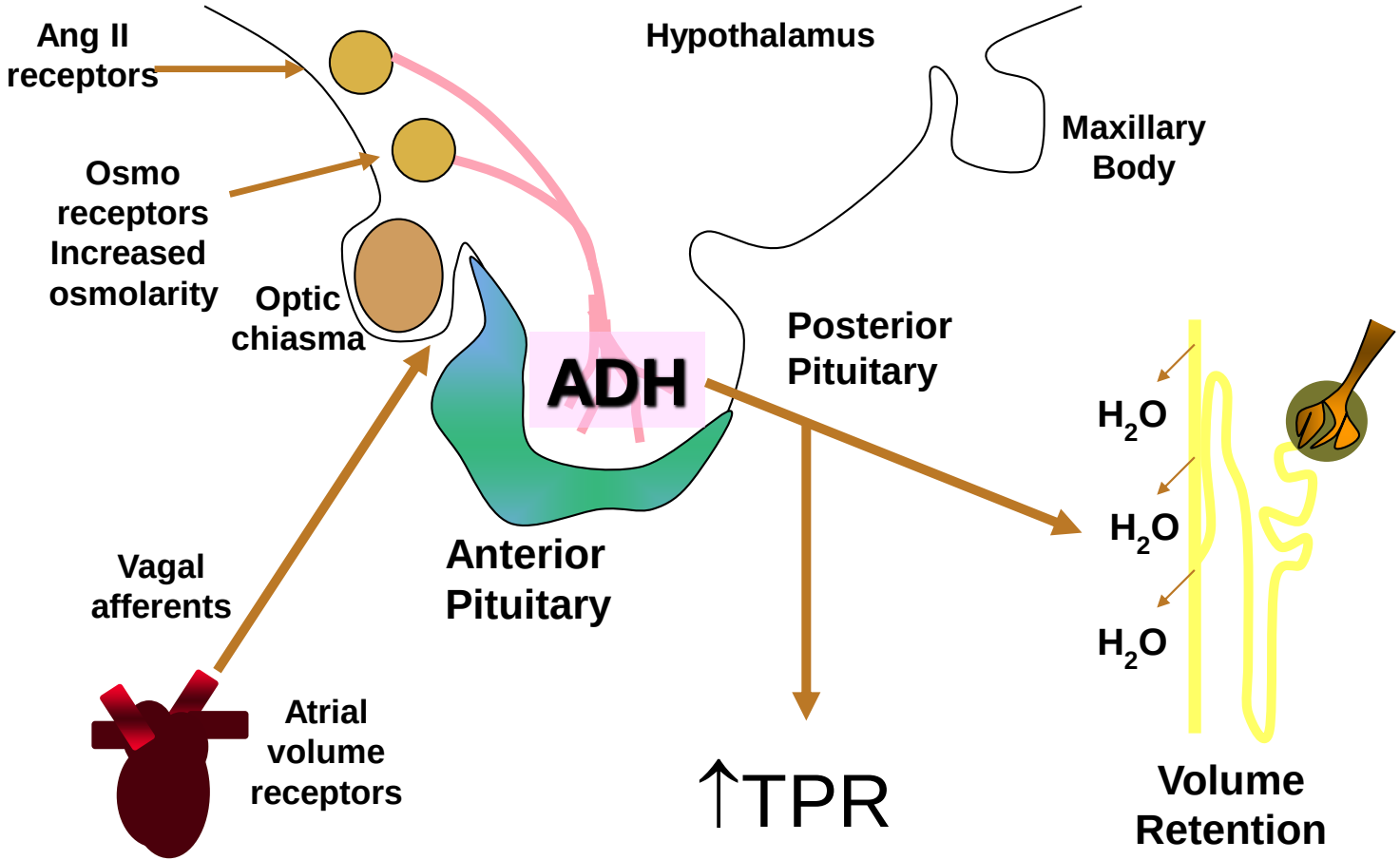
2. ADH release is stimulated by *osmoreceptors* in the anterior pituitary, triggers ADH and thirst (2% osmolarity) change is enough.

يُحفَّز إفراز ADH بواسطة المستقبلات الأسموزية (Osmoreceptors) في النخامية الأمامية، حيث إن تغير بنسبة 2% في الأسمولارية يكفي لتحفيز إفرازه ويحفّز أيضًا الشعور بالعطش.

3. These hormones prevent diuresis (loss of water in urine) in case of dehydration and hypovolemia.

هذه الهرمونات تمنع الإدرار (Diuresis) أي فقدان الماء في البول في حالات الجفاف ونقص حجم الدم (Hypovolemia).

ADH (Vasopressin) and Blood Volume



ADH (Vasopressin) receptors

تقع في العضلات الملساء الوعائية، وتسبب تضيق الأوعية الدموية.

- V_1 receptors are in vascular smooth muscle.

تقع في الخلايا الرئيسية في القناة الجامعة الكلوية

- V_2 receptors are in the principal cells of the renal collecting duct.
- V_2 receptors are involved in water reabsorption in the collecting duct and in the maintenance of body osmolarity.

تعزز إعادة امتصاص الماء في القنوات الجامعة وتساعد في الحفاظ على أسمولارية الجسم.

نظام الكلية–سوائل الجسم للتحكم طويل الأمد في ضغط الدم الشريانى:

The Renal-Body Fluid System for Long Term Control of Arterial Pressure:

When the body contains too much extracellular fluid, arterial pressure rises. This increase in pressure causes the kidneys to excrete the excess fluid until pressure returns to normal (pressure diuresis).

عندما يحتوي الجسم على كمية زائدة من السائل خارج الخلية (Extracellular fluid)، يرتفع ضغط الدم الشرياني.هذا الارتفاع في الضغط يؤدي إلى أن تقوم الكلى بإخراج السائل الزائد حتى يعود الضغط إلى المستوى الطبيعي (وتسمى هذه العملية: Pressure diuresis = الإدرار الناتج عن الضغط).

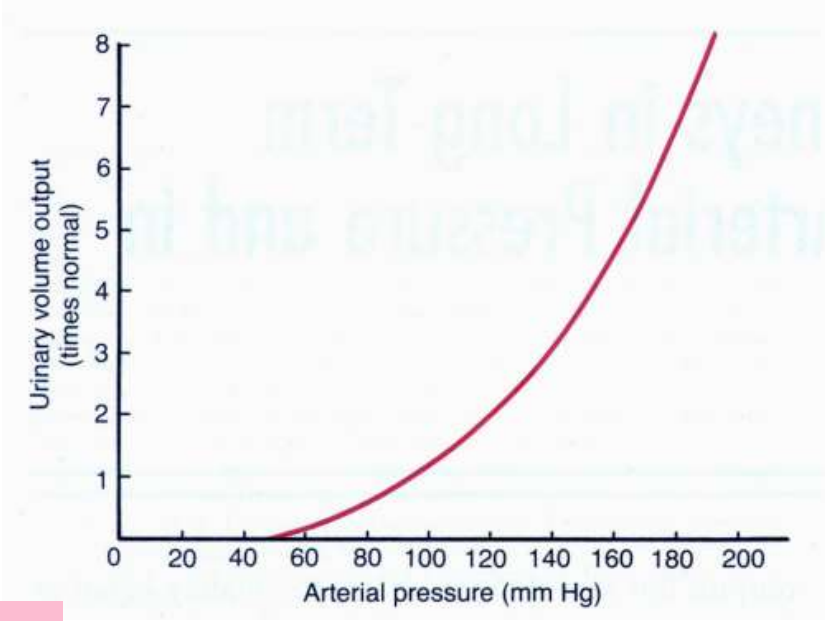
Quantification of pressure diuresis using renal function curves

التكميم (Quantification) لمنحنى الإدرار الضغطي باستخدام منحنيات الوظيفة الكلوية:

As pressure increases urinary volume, there is an equal effect on the urinary output of salt (pressure natriuresis),

i.e. the relationship is similar for sodium excretion

مع زيادة ضغط الدم، يزداد حجم البول المطروح، ويحدث تأثير مشابه تمامًا على طرح الصوديوم في البول (ويُسمى: Pressure natriuresis = طرح الصوديوم الناتج عن الضغط).
أي أن العلاقة بين الضغط وإخراج الصوديوم مشابهة للعلاقة مع الماء.

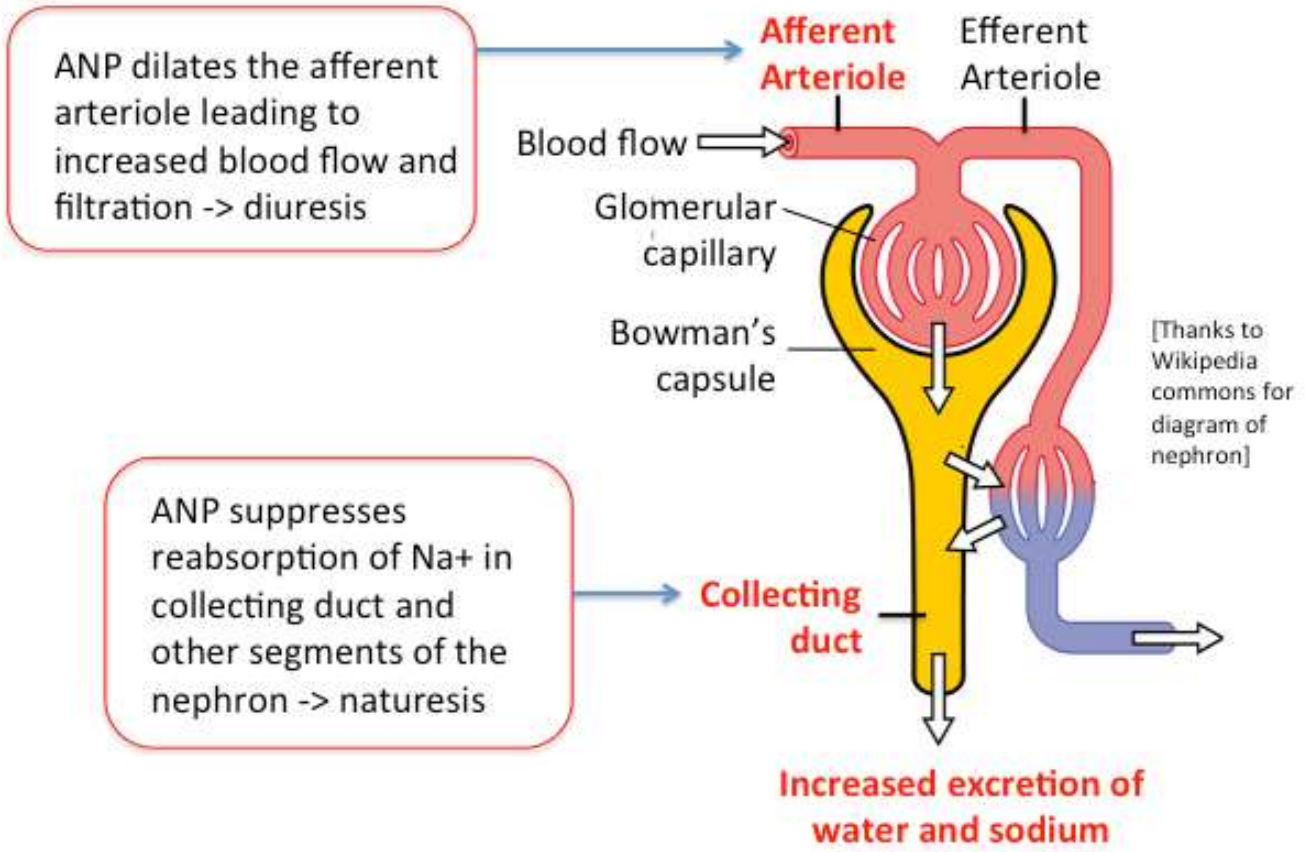


Typical Renal Output Curve Measured in an Isolated Perfused Kidney

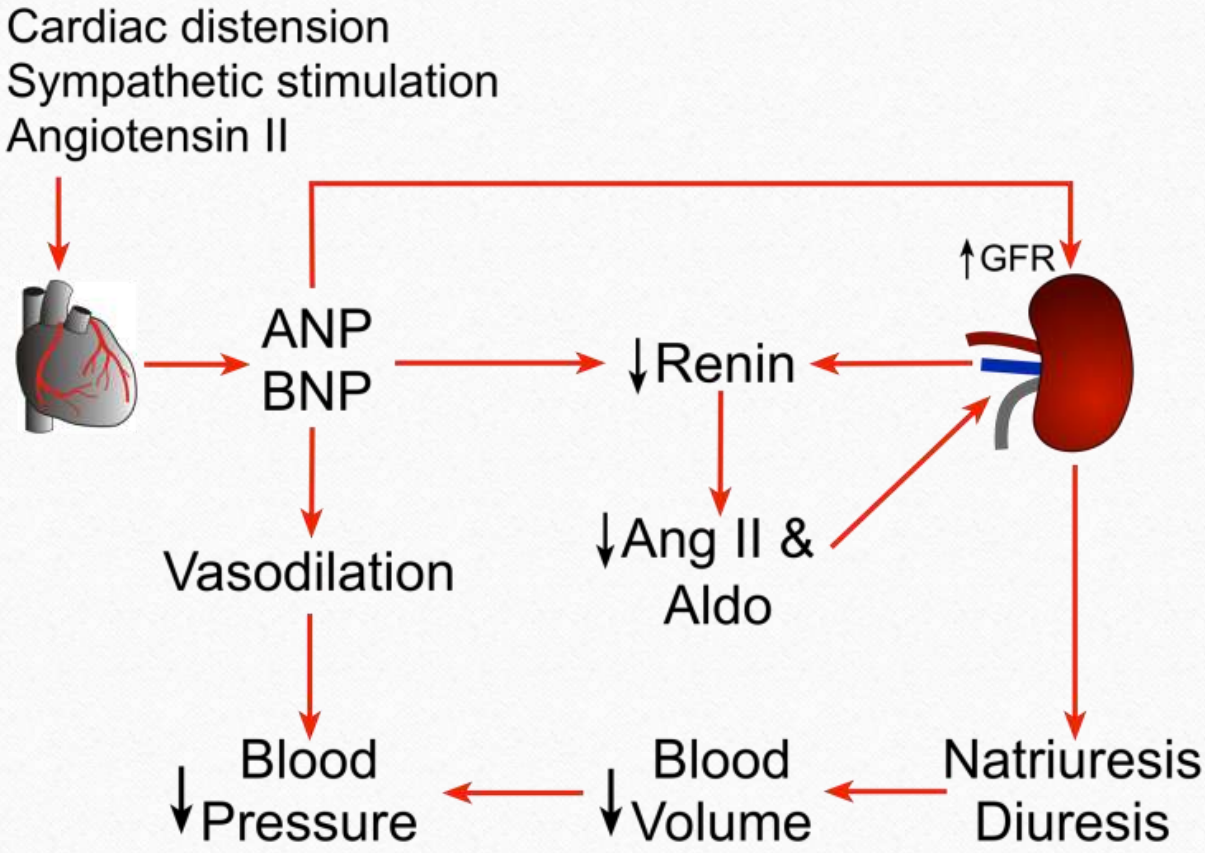
منحنى الإخراج الكلوي النموذجي يُقاس في كلية معزولة ومروية صناعيًا

البيتيد الأذيني المدر للصوديوم

Atrial Natriuretic Peptide (ANP)



http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/endocrine/otherendo/anp.html



https://www.cvphysiology.com/Blood%20Pressure/BP017

❑What Can I Do?

ارتفاع ضغط الدم مرض مزمن مدى الحياة.

- High blood pressure is a lifelong disease.
- Blood pressure can be controlled not cured.
- Controlling blood pressure will reduce the risk of stroke, heart attack, heart failure, and kidney disease.

يمكن التحكم بضغط الدم
لكنه لا يُشفى بشكل نهائي.

السيطرة على ضغط الدم تقلل خطر الإصابة بـ:
السكتة الدماغية (Stroke)
النوبة القلبية (Heart attack)
فشل القلب (Heart failure)
أمراض الكلى (Kidney disease)

إنقاص الوزن إذا كنت تعاني من زيادة الوزن.
• ممارسة نشاط بدني بانتظام.
• تجنب الإفراط في شرب الكحول.
• الإقلاع عن التدخين.
• إدارة التوتر (Stress management).

What Can I Do?

- Loose weight if your overweight.
- Get regular physical activity.
- Avoid excessive alcohol.
- Stop smoking.
- Manage your stress.

تقليل تناول الملح.
• تناول غذاء صحي للقلب (Heart-healthy diet).

- Decrease salt intake.
- Eat for heart health.
- Discuss the use of oral contraceptives with your doctor.
- Discuss the use of some medications with your doctor.

مناقشة استخدام موانع الحمل الفموية مع الطبيب.
• مناقشة تأثير بعض الأدوية مع الطبيب.

تعليمات للتحكم بضغط الدم

Commandments for Blood Pressure Control:

-Know your blood pressure

- Have it checked regularly

-Know what your weight should be

- Keep it at that level or below

-Don't use excessive salt in cooking or at meals

- Avoid salty foods

-Eat a low-fat diet

- According to AHA regulations

American Heart Associatio

-Don't smoke cigarettes

- Or use tobacco products

-Take your medicine exactly as prescribed

- Don't run out of pills even for a single day

تتوقف

مواعيد

-Keep your appointments with the doctor

-Follow your doctor's advice about exercise

الأدوية الرئيسية لعلاج ارتفاع ضغط الدم

❑Main medication for HTN

المدرّات البولية

➢ ***Diuretics:***

تُزيل السوائل الزائدة والملح من الجسم.

- **Rid the body of excess fluids and salt**

➢ ***Beta-blockers:***

- **Reduce the heart rate and the work of the heart**

تقلل معدل ضربات القلب وتقلل عمل القلب (الجهد المبذول)

➢ ***Calcium antagonists:***

مضادات الكالسيوم

- **Reduce heart rate and relax blood vessels**

تقلل معدل ضربات القلب وتُرخي الأوعية الدموية.

مثبطات/حاصرات نظام الأنجيوتنسين

➢ ***Angiotensin II receptor blockers (ACE):***

- **Interfere with the bodies production of angiotensin, a chemical that causes the arteries to constrict (narrow)**

تُعيق إنتاج الأنجيوتنسين، وهي مادة تسبب تضيق الشرايين (تضييق الأوعية).

➢ ***Vasodilators:***

موسعات الأوعية

- **Cause the muscle in the wall of the blood vessels to relax, allowing the vessel to dilate (widen).**

تُرخي العضلات في جدار الأوعية الدموية، مما يسمح بتوسعها وزيادة قطرها.

Thank You