PHYSIOLOGY

FACULTY OF PHARMACEUTICAL SCIENCES

DR. AMJAAD ZUHIER ALROSAN

LECTURE 9-PARTS (1) & (2) : STRUCTURE AND FUNCTION OF BLOOD VESSELS AS WELL AS FACTORS AFFECTING BLOOD FLOW AND BLOOD PRESSURE

Objectives

1. Discuss **structure and function of blood vessels.**
2. Describe **capillary exchange**.
3. Explore **hemodynamics: factors affecting blood flow.**

(Pages 730- 743 of the reference)

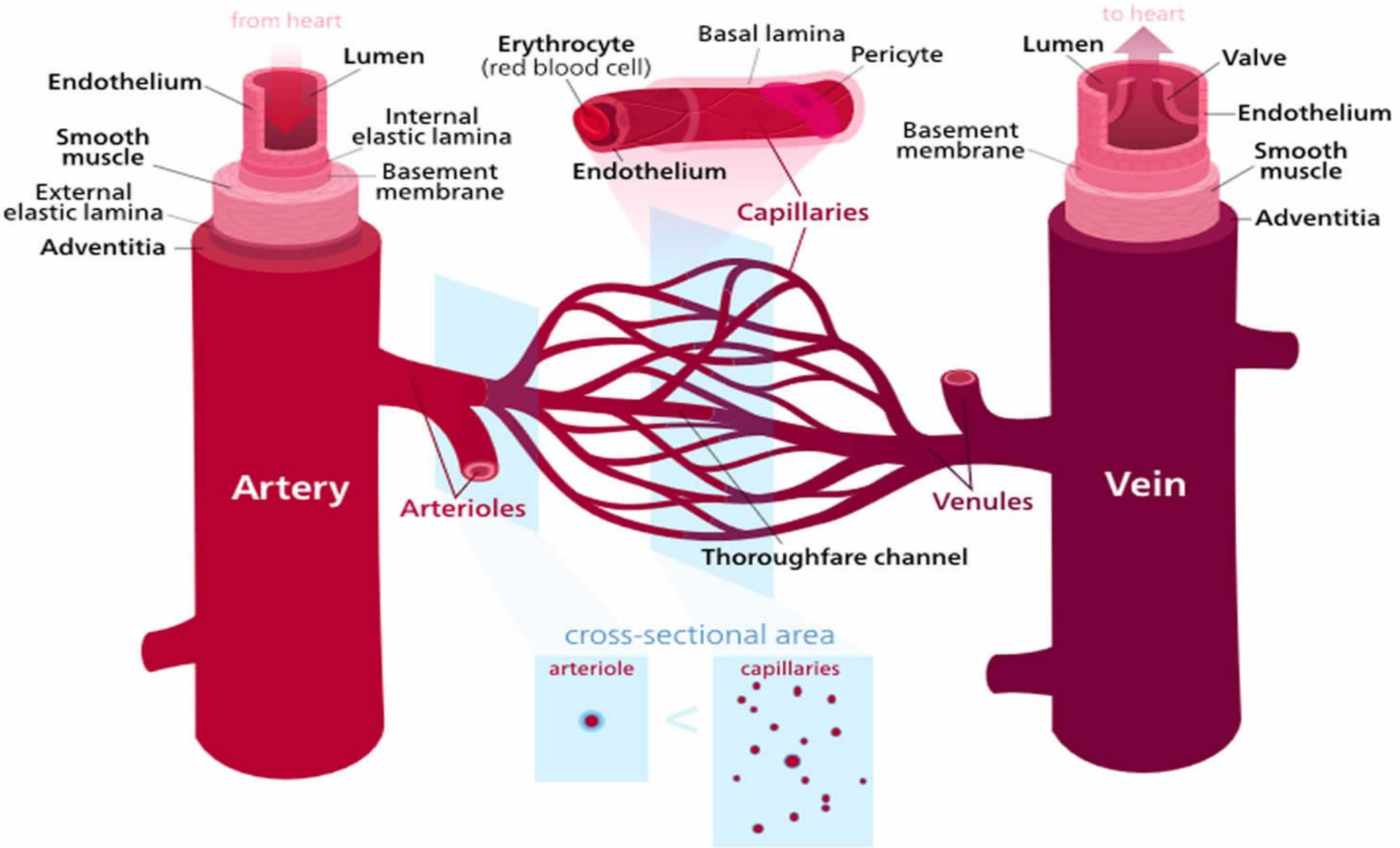
Objectives

4. Discuss **control of blood pressure and blood flow.**

5. Describe **checking circulation**.

6. Explore **shock and homeostasis.**

(Pages 744- 753 of the reference)


from heart
Lumen
Endothelium
Internal elastic lamina
Smooth muscle
Basement membrane
External elastic lamina
Adventitia
Artery
Erythrocyte (red blood cell)
Basal lamina
Pericyte
Endothelium
Capillaries
Arterioles
Venules
Thoroughfare channel
to heart
Lumen
Valve
Endothelium
Basement membrane
Smooth muscle
Adventitia
Vein
cross-sectional area
arteriole
<
capillaries

STRUCTURE AND FUNCTION OF BLOOD VESSELS

الأنواع الخمسة الرئيسية للأوعية الدموية هي الشرايين، والشرينات، والشعيرات الدموية، والوريدات، والأوردة.

- The five main types of blood vessels are **arteries, arterioles, capillaries, venules, and veins**.

- **Arteries carry blood away from the heart to other organs**. Large, elastic arteries leave the heart and divide into medium-sized, muscular arteries that branch out into the various regions of the body. Medium-sized arteries then divide into small arteries, which in turn divide into still smaller arteries called **arterioles.**

تنقل الشرايين الدم من القلب إلى أعضاء أخرى. تغادر الشرايين الكبيرة والمرنة القلب وتنقسم إلى شرايين عضلية بحجم الميديوم تتفرع إلى مناطق مختلفة من الجسم. ثم تنقسم الشرايين متوسطة الحجم إلى شرايين صغيرة، والتي تنقسم بدورها إلى شرايين أصغر تُسمى الشرينات.

- As the **arterioles enter a tissue**, they **branch into numerous tiny vessels called capillaries**. The thin walls of capillaries allow the exchange of substances between the blood and body tissues. **Groups of capillaries within a tissue reunite to form small veins called venules. These in turn merge to form progressively larger blood vessels called veins. Veins are the blood vessels that convey blood from the tissues back to the heart.**

عندما تدخل الشرينات إلى الأنسجة، فإنها تتفرع إلى أوعية صغيرة عديدة تسمى الشعيرات الدموية. تسمح جدران الشعيرات الدموية الرقيقة بتبادل المواد بين الدم وأنسجة الجسم. تتحد مجموعات من الشعيرات الدموية داخل الأنسجة لتشكل أوردة صغيرة تسمى الأوردة. وتندمج هذه بدورها لتشكل أوعية دموية أكبر حجمًا تسمى الأوردة. الأوردة هي الأوعية الدموية التي تنقل الدم من الأنسجة إلى القلب.

BASIC STRUCTURE OF A BLOOD VESSEL

The three structural layers of a generalized blood vessel **from innermost to outermost** are the tunica interna (intima), tunica media, and tunica externa (adventitia).

الطبقات الهيكلية الثلاث للأوعية الدموية المعممة، من الأعمق إلى الأبعد، هي: الغلالة الداخلية (الغلالة الداخلية)، والغلالة الوسطى (الغلالة الخارجية)، والغلالة الخارجية (الغلالة الخارجية).

TUNICA INTERNA (INTIMA)

- **The tunica interna (intima)** forms the inner lining of a blood vessel and is in direct contact with the blood as it flows through the lumen, or interior opening, of the vessel. Although this layer has multiple parts, these tissue components contribute minimally to the thickness of the vessel wall.

- Its **innermost layer is called endothelium**, is a thin layer of flattened cells that lines the inner surface of the entire cardiovascular system (heart and blood vessels). The **endothelial cells are active participants in a variety of vessel-related activities**, including physical influences on blood flow, secretion of locally acting chemical mediators that influence the contractile state of the vessel's overlying smooth muscle, and assistance with capillary permeability. In addition, their smooth luminal surface facilitates efficient blood flow by reducing surface friction. ++ "Reduces inflammation and reduces clotting

الغلالة الداخلية (البطانة الداخلية)

تُشكل الغلالة الداخلية (الباطنة) البطانة الداخلية للأوعية الدموية، وهي على اتصال مباشر بالدم أثناء تدفقه عبر تجويف الوعاء، أو الفتحة الداخلية. على الرغم من أن هذه الطبقة تتكون من أجزاء متعددة، إلا أن هذه المكونات النسيجية تُساهم بشكل ضئيل في سمك جدار الوعاء.

تسمى طبقتها الداخلية بالبطانة الغشائية، وهي طبقة رقيقة من الخلايا المسطحة تُبطن السطح الداخلي للجهاز القلبي الوعائي بأكمله (القلب والأوعية الدموية). تُشارك الخلايا البطانية بشكل فعال في مجموعة متنوعة من الأنشطة المتعلقة بالأوعية الدموية، بما في ذلك التأثيرات الفيزيائية على تدفق الدم، وإفراز وسطاء كيميائيين موضعيين يؤثرون على الحالة الانقباضية للعضلات الملساء التي تُغطي الوعاء الدموي، والمساعدة في نفاذية الشعيرات الدموية. بالإضافة إلى ذلك، فإن سطحها الأملس يسهل تدفق الدم بكفاءة عن طريق تقليل الاحتكاك السطحي.

المكون الثاني للغلالة الداخلية هو غشاء قاعدي عميق يصل إلى البطانة. يوفر هذا الغشاء قاعدة دعم مادية للطبقة الظهارية. ويبدو أنه يلعب دورًا مهمًا في توجيه حركة الخلايا أثناء إصلاح أنسجة جدران الأوعية الدموية.

TUNICA INTERNA (INTIMA)

- The **second component** of the tunica interna is a **basement membrane** deep to the endothelium. It provides a physical support base for the epithelial layer. It appears to play an important role in guiding cell movements during tissue repair of blood vessel walls.

- The **outermost part of the tunica interna**, which forms the boundary between the tunica interna and tunica media, is the **internal elastic lamina,** is a thin sheet of elastic fibers with a variable number of windowlike openings that facilitate diffusion of materials through the tunica interna to the thicker tunica media.

الجزء الخارجي من الغلالة الداخلية، الذي يشكل الحد الفاصل بين الغلالة الداخلية والغلالة الوسطى، هو الصفيحة المرنة الداخلية، وهي عبارة عن طبقة رقيقة من الألياف المرنة ذات عدد متغير من الفتحات الشبيهة بالنوافذ التي تُسهّل انتشار المواد عبر الغلالة الداخلية إلى الغلالة الوسطى الأكثر سمكًا.

TUNICA MEDIA

هي الطبقة النسيجية التي تُظهر أكبر تباين بين أنواع الأوعية الدموية المختلفة. في معظم الأوعية، تكون طبقة سميكة نسبيًا تتكون بشكل رئيسي من خلايا العضلات الملساء وكميات كبيرة من الألياف المرنة.

عادة ما تؤدي زيادة التحفيز الودي إلى تحفيز العضلات الملساء على الانقباض، مما يؤدي إلى الضغط على جدار الوعاء الدموي وتضييق التجويف. ويسمى هذا الانخفاض في قطر تجويف الأوعية الدموية بتضيق الأوعية.

- ✓ Is the tissue layer that displays the **greatest variation among the different vessel types**. In most vessels, **it is a relatively thick layer comprising mainly smooth muscle cells and substantial amounts of elastic fibers.**
- ✓ An **increase in sympathetic stimulation** typically stimulates the **smooth muscle to contract**, squeezing the vessel wall and narrowing the lumen. Such a **decrease in the diameter of the lumen of a blood vessel** is called **vasoconstriction.**
- ✓ In contrast, when **sympathetic stimulation decreases**, **smooth muscle fibers relax**. The resulting **increase in lumen diameter** is called **vasodilation.**

✔ في المقابل، عندما ينخفض التحفيز الودي، تسترخي ألياف العضلات الملساء. وتسمى الزيادة الناتجة في قطر التجويف بتوسع الأوعية.

TUNICA EXTERNA

يتكون الغلاف الخارجي للأوعية الدموية، الغلالة الخارجية، من ألياف مرنة وكولاجينية.

The outer covering of a blood vessel, the tunica externa, consists of **elastic and collagen fibers**.

بالإضافة إلى دورها المهم في تزويد جدار الوعاء بالأعصاب والأوعية الدموية، تساعد الغلالة الخارجية على تثبيت الأوعية الدموية بالأنسجة المحيطة.

In addition to the important role of supplying the vessel wall with nerves and self-vessels, the tunica externa **helps anchor the vessels to surrounding tissues.**

ARTERIES الشرايين

تتمدد جدرانها بسهولة أو تتمدد دون تمزق استجابةً لزيادة طفيفة في الضغط (بسبب وفرة أليافها المرنة).

Their walls stretch easily or expand without tearing in response to a small increase in pressure (due to their plentiful elastic fibers).

The wall of an artery has the three layers of a typical blood vessel.

يتكون جدار الشريان من الطبقات الثلاث للأوعية الدموية النموذجية.

1- ELASTIC ARTERIES ١- الشرايين المرنة

الدكتورة قالت بس نعرفهم بالترتيب و وظيفة كل وحده بدون تفاصيل الاختلاف بال thickness ولا وجود الطبقات او عدمها

أكبر الشرايين في الجسم.

- **The largest arteries in the body.**
- **TUNICA INTERNA:** Well-defined internal elastic lamina.
- **TUNICA MEDIA:** Thick and dominated by elastic fibers; well-defined external elastic lamina.
- **TUNICA EXTERNA:** Thinner than tunica media.
- **Function: Conduct blood from heart to muscular arteries**.

الغلالة الداخلية: صفيحة مرنة داخلية واضحة المعالم.

الغلالة الوسطى: صفيحة مرنة خارجية واضحة المعالم، سميكة وتغلب عليها الألياف المرنة.

الغلالة الخارجية: أرق من الغلالة الوسطى.

الوظيفة: توصيل الدم من القلب إلى الشرايين العضلية.

2- MUSCULAR ARTERIES

الشرايين متوسطة الحجم.

- **The Medium-sized arteries.**
- **TUNICA INTERNA:** Well-defined internal elastic lamina.

الغلالة الداخلية: صفيحة مرنة داخلية واضحة المعالم.

- **TUNICA MEDIA:** Thick and dominated by smooth muscle; thin external elastic lamina.

الغلالة الوسطى: صفيحة مرنة خارجية رقيقة، سميكة، تهيمن عليها العضلات الملساء.

- **TUNICA EXTERNA:** Thicker than tunica media.

الغلالة الخارجية: أكثر سمكًا من الغلالة الوسطى.

- **Function: Distribute blood to arterioles**.

الوظيفة: توزيع الدم إلى الشرايين.

ARTERIOLES

مجهرية (قطرها ١٥-٣٠٠ ميكرومتر).

- **Microscopic (15–300 micrometer in diameter).**

الغلالة الداخلية: رقيقة ذات صفيحة مرنة داخلية ذات نوافذ تختفي في الطرف البعيد.

- **TUNICA INTERNA:** Thin with a fenestrated internal elastic lamina that disappears distally.

الغلالة الوسطى: طبقة أو طبقتان من العضلات الملساء الدائرية، تُشكل خلايا العضلات الملساء البعيدة تقريبًا العضلة العاصرة أمام الشعيرات الدموية.

- **TUNICA MEDIA:** One or two layers of circularly oriented smooth muscle; distalmost smooth muscle cell forms a precapillary sphincter.
- **TUNICA EXTERNA:** Loose collagenous connective tissue and sympathetic nerves.

الغلالة الخارجية: نسيج ضام كولاجيني رخو والاعصاب الوديه.

- **Function: Deliver blood to capillaries and help regulate blood flow from arteries to capillaries.**

الوظيفة: توصيل الدم إلى الشعيرات الدموية والمساعدة في تنظيم تدفق الدم من الشرايين إلى الشعيرات الدموية.

CAPILLARIES

أوعية دموية مجهرية، أصغر الأوعية الدموية (قطرها ٥-١٠ ميكرومتر).

- **Microscopic; smallest blood vessels (5–10 micrometer in diameter).**
- **TUNICA INTERNA:** Endothelium and basement membrane. الغلالة الداخلية: البطانة والغشاء القاعدي.
- **TUNICA MEDIA:** None.
- **TUNICA EXTERNA:** None.
- **Function: Permit exchange of nutrients and wastes between blood and interstitial fluid; distribute blood to postcapillary venules.**

الوظيفة: السماح بتبادل العناصر الغذائية والفضلات بين الدم والسائل الخلالي، وتوزيع الدم إلى الأوردة خلف الشعيرات الدموية.

POSTCAPILLARY VENULES

وريدات خلف الشعيرات الدموية

مجهرية (قطرها ١٠-٥٠ ميكرومتر).

- **Microscopic (10–50 micrometer in diameter).**
- **TUNICA INTERNA:** Endothelium and basement membrane.

الغلالة الداخلية: البطانة والغشاء القاعدي.

- **TUNICA MEDIA:** None.
- **TUNICA EXTERNA:** Sparse.

الغلالة الخارجية: قليلة.

- **Function: Pass blood into muscular venules; permit exchange of nutrients and wastes between blood and interstitial fluid and function in white blood cell emigration.**

الوظيفة: تمرير الدم إلى الأوردة العضلية، والسماح بتبادل العناصر الغذائية والفضلات بين الدم والسائل الخلالي، ووظيفة هجرة خلايا الدم البيضاء.

MUSCULAR VENULES الأوردة العضلية

مجهرية (قطرها ٥٠-٢٠٠ ميكرومتر).

- **Microscopic (50–200 micrometer in diameter).**
- **TUNICA INTERNA:** Endothelium and basement membrane.
- **TUNICA MEDIA:** One or two layers of circularly oriented smooth muscle.
- **TUNICA EXTERNA:** Sparse.
- **Function: Pass blood into vein; act as reservoirs for accumulating large volumes of blood (along with postcapillary venules).**

الغلالة الداخلية: البطانة والغشاء القاعدي.

الغلالة الوسطى: طبقة أو طبقتان من العضلات الملساء الدائرية. الغلالة الخارجية: متفرقة.

الوظيفة: تمرير الدم إلى الوريد، والعمل كخزانات لتجميع كميات كبيرة من الدم (إلى جانب الأوردة خلف الشعيرات الدموية).

الأوردة

VEINS

يتراوح قطرها بين ٠.٥ مم و٣ سم.

- **Range from 0.5 mm to 3 cm in diameter.**

الغلالة الداخلية: تحتوي البطانة والغشاء القاعدي، بدون صفيحة مرنة داخلية، على صمامات، وتجويفها أكبر بكثير من الشريان المرافق.

- **TUNICA INTERNA:** Endothelium and basement membrane; no internal elastic lamina; contain valves; lumen much larger than in accompanying artery.

الغلالة الوسطى: أرق بكثير من الشرايين، بدون صفيحة مرنة خارجية.

- **TUNICA MEDIA:** Much thinner than in arteries; no external elastic lamina.
- **TUNICA EXTERNA:** Thickest of the three layers.

الغلالة الخارجية: هي الأسمك بين الطبقات الثلاث.

- **Function: Return blood to heart**, facilitated by valves in limb veins.

الوظيفة: إعادة الدم إلى القلب، بفضل الصمامات الموجودة في أوردة الأطراف.

CAPILLARY EXCHANGE

التبادل الشعري

هو انتقال المواد بين الدم والسائل الخلالي.

- **Is the movement of substances between blood and interstitial fluid.**
- Substances enter and leave capillaries by **three basic mechanisms**: **diffusion, transcytosis, and bulk flow.**

تدخل المواد وتخرج من الشعيرات الدموية
بثلاث آليات أساسية: الانتشار، والانتقال
عبر الخلايا، والتدفق الكتلي.

DIFFUSION

- أهم طريقة للتبادل الشعري هي الانتشار البسيط.

- **The most important method of capillary exchange is simple diffusion.**

نظرًا لأن O2 والمواد المغذية موجودة عادةً بتركيزات أعلى في الدم، فإنها تنتشر عبر تدرجات تركيزها إلى السائل الخلالي ثم إلى خلايا الجسم. يوجد ثاني أكسيد الكربون والنفايات الأخرى التي تطلقها خلايا الجسم بتركيزات أعلى في السائل الخلالي، لذلك تنتشر في الدم.

- Because O_2 and nutrients normally are present in higher concentrations in blood, they diffuse down their concentration gradients into interstitial fluid and then into body cells. CO_2 and other wastes released by body cells are present in higher concentrations in interstitial fluid, so they diffuse into blood.

TRANSCYTOSIS

تعبر كمية صغيرة من المواد جدران الشعيرات الدموية عن طريق النقل عبر الخلايا.

- **A small quantity of material crosses capillary walls by transcytosis.**

- In this process, **substances in blood plasma** become **enclosed within tiny pinocytic vesicles** that **first enter endothelial cells by endocytosis**, then **move across the cell and exit on the other side by exocytosis**.

في هذه العملية، تُحاط المواد الموجودة في بلازما الدم بحويصلات صغيرة تدخل الخلايا البطانية أولًا عن طريق الالتقام الخلوي، ثم تنتقل عبر الخلية وتخرج من الجانب الآخر عن طريق الإخراج الخلوي.

BULK FLOW: FILTRATION AND REABSORPTION

التدفق الكلي: الترشيح وإعادة الامتصاص

التدفق بالجملة هو عملية سلبية تتحرك فيها أعداد كبيرة من الأيونات أو الجزيئات أو الجزيئات الموجودة في السائل معًا في نفس الاتجاه.

- **Bulk flow is a passive process in which large numbers of ions, molecules, or particles in a fluid move together in the same direction.**
- **Bulk flow occurs from an area of higher pressure to an area of lower pressure, and it continues as long as a pressure difference exists.**

يحدث التدفق بالجملة من منطقة ذات ضغط أعلى إلى منطقة ذات ضغط أقل، ويستمر طالما يوجد فرق في الضغط.

- **Diffusion is more important for solute exchange between blood and interstitial fluid, but bulk flow is more important for regulation of the relative volumes of blood and interstitial fluid.**
- Pressure-driven movement of fluid and solutes from blood capillaries into interstitial fluid is called **filtration**. Pressure-driven movement from interstitial fluid into blood capillaries is called **reabsorption**.

تسمى حركة السوائل والمواد المذابة من الشعيرات الدموية إلى السائل الخلالي بالضغط بالترشيح. تسمى الحركة المدفوعة بالضغط من السائل الخلالي إلى الشعيرات الدموية بإعادة الامتصاص.

يعد الانتشار أكثر أهمية للتبادل المذاب بين الدم والسائل الخلالي، لكن التدفق الأكبر أكثر أهمية لتنظيم الحجوم النسبية للدم والسائل الخلالي.

HEMODYNAMICS: FACTORS AFFECTING BLOOD FLOW

تدفق الدم هو حجم الدم الذي يتدفق عبر أي نسيج في فترة زمنية معينة (مل/دقيقة). إجمالي تدفق الدم هو النتاج القلبي (CO)، وهو حجم الدم الذي يدور عبر الأوعية الدموية الجهازية (أو الرئوية) كل دقيقة.

- **Blood flow** is the volume of blood that flows through any tissue in a given time period (in mL/min). **Total blood flow is cardiac output (CO), the volume of blood that circulates through systemic (or pulmonary) blood vessels each minute.**
- How the cardiac output becomes distributed into circulatory routes that serve various body tissues depends on **two more factors**: تعتمد كيفية توزيع النتاج القلبي على مسارات الدورة الدموية التي تخدم أنسجة الجسم المختلفة على عاملين آخرين:
- **(1) the pressure difference that drives the blood flow through a tissue.**
- **(2) the resistance to blood flow in specific blood vessels.**

(١) فرق الضغط الذي يُحرك تدفق الدم عبر الأنسجة.
(٢) مقاومة تدفق الدم في أوعية دموية محددة.

- Blood flows from regions of higher pressure to regions of lower pressure**; the greater the pressure difference, the greater the blood flow. But the higher the resistance, the smaller the blood flow.**

يتدفق الدم من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط المنخفض، وكلما زاد فرق الضغط، زاد تدفق الدم. لكن كلما زادت المقاومة، قل تدفق الدم.

BLOOD PRESSURE

يؤدي انقباض البطينين إلى توليد ضغط الدم (BP)، وهو الضغط الهيدروستاتيكي الذي يمارسه الدم على جدران الأوعية الدموية.

- **Contraction of the ventricles generates blood pressure (BP), the hydrostatic pressure exerted by blood on the walls of a blood vessel.**
- **BP is determined by cardiac output, blood volume, and vascular resistance.**

يتم تحديد ضغط الدم عن طريق الناتج القلبي وحجم الدم ومقاومة الأوعية الدموية.

- BP is highest in the aorta and large systemic arteries; in a resting, young adult, **BP rises to about 110 mmHg during systole (ventricular contraction) and drops to about 70 mmHg during diastole (ventricular relaxation).**
- **Mean arterial pressure (MAP),** the average blood pressure in arteries, is **roughly one-third of the way between the diastolic and systolic pressures. It can be estimated as follows:**

متوسط الضغط الشرياني (MAP)، متوسط ضغط الدم في الشرايين، يبلغ تقريبًا ثلث المسافة بين الضغط الانبساطي والضغط الانقباضي. ويمكن تقديرها على النحو التالي:

يصل ضغط الدم إلى أعلى مستوياته في الشريان الأبهر والشرايين الجهازية الكبيرة، وفي البالغين الشباب أثناء الراحة، يرتفع ضغط الدم إلى حوالي 110 ملم زئبق أثناء الانقباض (تقلص البطين) وينخفض إلى حوالي 70 ملم زئبق أثناء الانبساط (استرخاء البطين).

MAP= diastolic BP +1/3 (systolic BP - diastolic BP)

MAP= (الضغط الانبساطي - الضغط الانقباضي) 1/3+ الضغط الانبساطي

يعتمد ضغط الدم أيضًا على الحجم الإجمالي للدم في نظام القلب والأوعية الدموية. يبلغ الحجم الطبيعي للدم لدى الشخص البالغ حوالي 5 لترات. وأي انخفاض في هذا الحجم، كما هو الحال بسبب النزف، يقلل من كمية الدم التي يتم تداولها عبر الشرايين كل دقيقة.

BLOOD PRESSURE

لقد رأينا بالفعل أن النتاج القلبي يساوي معدل ضربات القلب مضروبًا في حجم الضربة. هناك طريقة أخرى لحساب النتاج القلبي وهي تقسيم متوسط الضغط الشرياني (MAP) على المقاومة (R): CO = MAP/R. وبإعادة ترتيب شروط هذه المعادلة، يمكنك أن ترى أن MAP = CO * R.

- **We have already seen that cardiac output equals heart rate multiplied by stroke volume.** Another way to calculate cardiac output is to divide mean arterial pressure (MAP) by **resistance (R): CO = MAP/R.** By rearranging the terms of this equation, you can see that **MAP = CO * R.**
- Blood pressure also depends on the total volume of blood in the cardiovascular system. **The normal volume of blood in an adult is about 5 liters. Any decrease in this volume,** as from **hemorrhage, decreases the amount of blood that is circulated through the arteries each minute.**

اقل من 10 الى 20 بالمية

- **A modest decrease can be compensated for by homeostatic mechanisms that help maintain blood pressure, but if the decrease in blood volume is greater than 10% of the total, blood pressure drops. Conversely, anything that increases blood volume, such as water retention in the body, tends to increase blood pressure.**

يمكن تعويض الانخفاض المتواضع بآليات التوازن التي تساعد في الحفاظ على ضغط الدم، ولكن إذا كان الانخفاض في حجم الدم أكبر من 10% من الإجمالي، ينخفض ضغط الدم. وعلى العكس من ذلك، فإن أي شيء يزيد من حجم الدم، مثل احتباس الماء في الجسم، يميل إلى زيادة ضغط الدم.

VASCULAR RESISTANCE

المقاومة الوعائية

المقاومة الوعائية هي مقاومة تدفق الدم بسبب
الاحتكاك بين الدم وجدران الأوعية الدموية.

- **Vascular resistance is the opposition to blood flow due to friction between blood and the walls of blood vessels.**
- Vascular resistance depends on **(1) size of the blood vessel lumen, (2) blood viscosity, and (3) total blood vessel length.**

تعتمد المقاومة الوعائية على (١) حجم تجويف الوعاء الدموي، (٢) لزوجة الدم، و(٣) الطول الكلي للأوعية الدموية.

SIZE OF THE LUMEN حجم التجويف

كلما صغر تجويف الوعاء الدموي، زادت مقاومته لتدفق الدم.

- **The smaller the lumen of a blood vessel, the greater its resistance to blood flow.**
- **Resistance is inversely proportional to the fourth power of the diameter (d) of the blood vessel's lumen.**

تتناسب المقاومة عكسيًا مع القوة الرابعة لقطر تجويف الوعاء الدموي (d).

BLOOD VISCOSITY لزوجة الدم

تعتمد لزوجة الدم بشكل رئيسي على نسبة خلايا الدم الحمراء إلى حجم البلازما (السائل)، وبدرجة أقل على تركيز البروتينات في البلازما.

- **The viscosity of blood depends mostly on the ratio of red blood cells to plasma (fluid) volume, and to a smaller extent on the concentration of proteins in plasma.**

كلما زادت لزوجة الدم، زادت المقاومة.

- **The higher the blood's viscosity, the higher the resistance.**
- **Any condition that increases the viscosity of blood, such as dehydration or polycythemia (an unusually high number of red blood cells), thus increases blood pressure.**
- **A depletion of plasma proteins or red blood cells, due to anemia or hemorrhage, decreases viscosity and thus decreases blood pressure.**

يؤدي نقص بروتينات البلازما أو خلايا الدم الحمراء، بسبب فقر الدم أو النزيف، إلى انخفاض اللزوجة وبالتالي انخفاض ضغط الدم.

أي حالة تزيد من لزوجة الدم، مثل الجفاف أو كثرة كريات الدم الحمراء (عدد مرتفع بشكل غير طبيعي من خلايا الدم الحمراء)، تؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم.

SYSTEMIC VASCULAR RESISTANCE (SVR)

المقاومة الوعائية الجهازية (svr)

مقاومة تدفق الدم عبر الأوعية الدموية تتناسب طرديًا مع طول الوعاء الدموي.

- **Resistance to blood flow through a vessel is directly proportional to the length of the blood vessel.**

كلما زاد طول الوعاء الدموي، زادت مقاومته.

- **The longer a blood vessel, the greater the resistance.**

تشير المقاومة الوعائية الجهازية (SVR)، والمعروفة أيضًا باسم المقاومة المحيطية الكلية (TPR)، إلى جميع المقاومات الوعائية التي توفرها الأوعية الدموية الجهازية.

- **Systemic vascular resistance (SVR),** also known as **total peripheral resistance (TPR)**, refers to all of the vascular resistances offered by systemic blood vessels.
- **The diameters of arteries and veins are large, so their resistance is very small** because most of the blood does not come into physical contact with the walls of the blood vessel. **The smallest vessels—arterioles, capillaries, and venules—contribute the most resistance.**

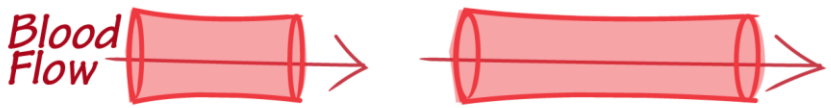
أقطار الشرايين والأوردة كبيرة، لذا فإن مقاومتها صغيرة جدًا لأن معظم الدم لا يتلامس فعليًا مع جدران الأوعية الدموية. تساهم الأوعية الدموية الصغيرة - الشرايين والشعيرات الدموية والأوردة - بأكبر قدر من المقاومة.

Determinants of Resistance:

Blood Viscosity (η) $\propto$ Resistance

↓Resistance ↑Resistance

Vessel Length (l) $\propto$ Resistance



↓Resistance ↑Resistance

Vessel Radius (r) $\propto$ Resistance

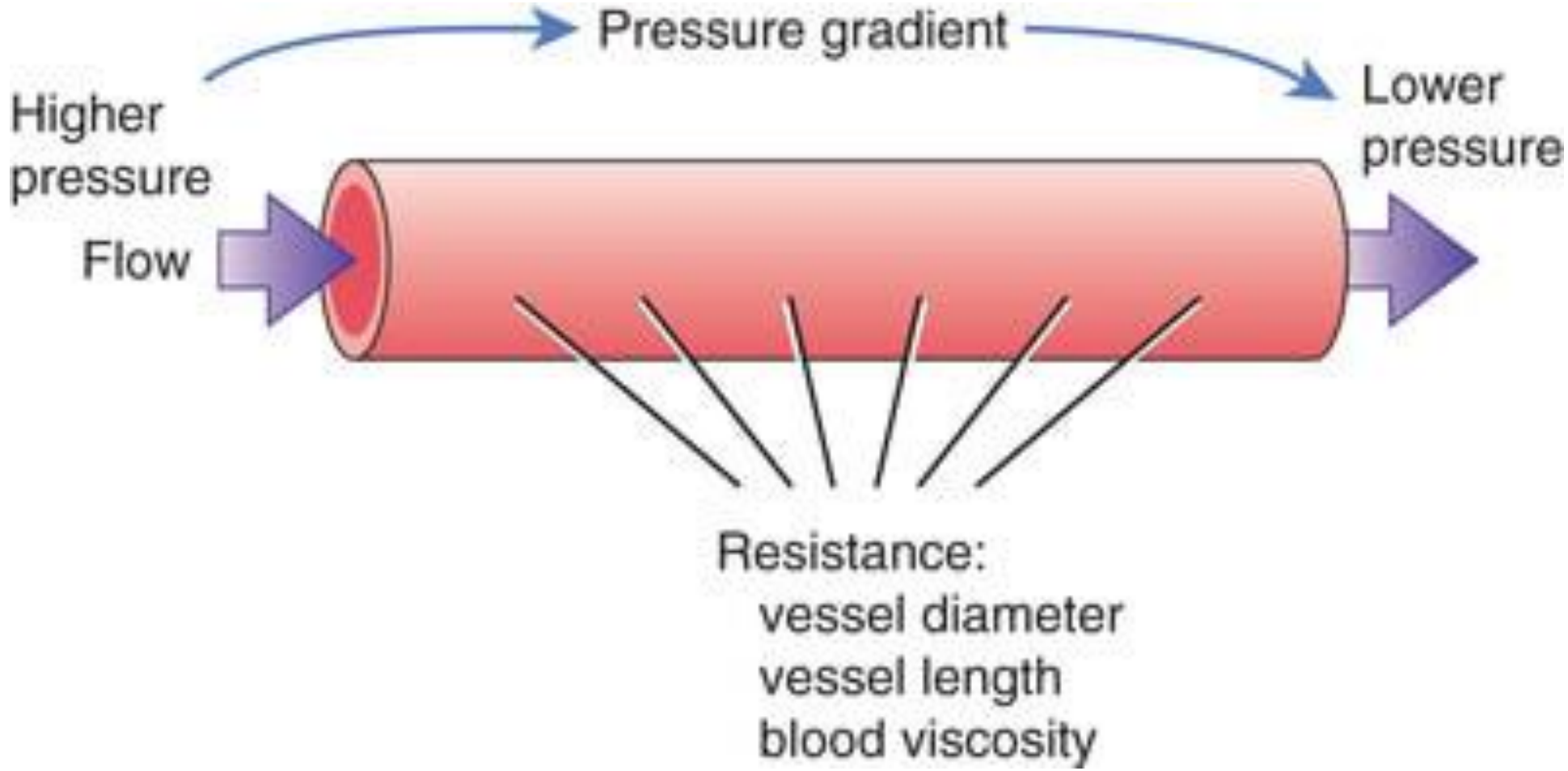
↓Resistance ↑ Resistance

العوامل المؤثرة على تدفق الدم

يؤثر كل من الضغط والمقاومة على تدفق الدم إلى الأنسجة، ولكن لهما تأثيرات معاكسة.

يرتبط تدفق الدم والضغط ارتباطًا مباشرًا: كلما زاد الضغط، زاد التدفق.

يرتبط تدفق الدم والمقاومة ارتباطًا عكسيًا: عندما تزداد المقاومة، ينخفض التدفق.


Pressure gradient
Higher pressure
Lower pressure
Flow
Resistance:
vessel diameter
vessel length
blood viscosity

VELOCITY OF BLOOD FLOW سرعة تدفق الدم

سبق أن رأينا أن تدفق الدم هو حجم الدم الذي يتدفق عبر أي نسيج في فترة زمنية محددة (بالمل/دقيقة).

- Earlier we saw that blood flow is the volume of blood that flows through any tissue in a given time period (in mL/min).

تتناسب سرعة تدفق الدم (بالسنتيمتر/ثانية) عكسيًا مع مساحة المقطع العرضي.

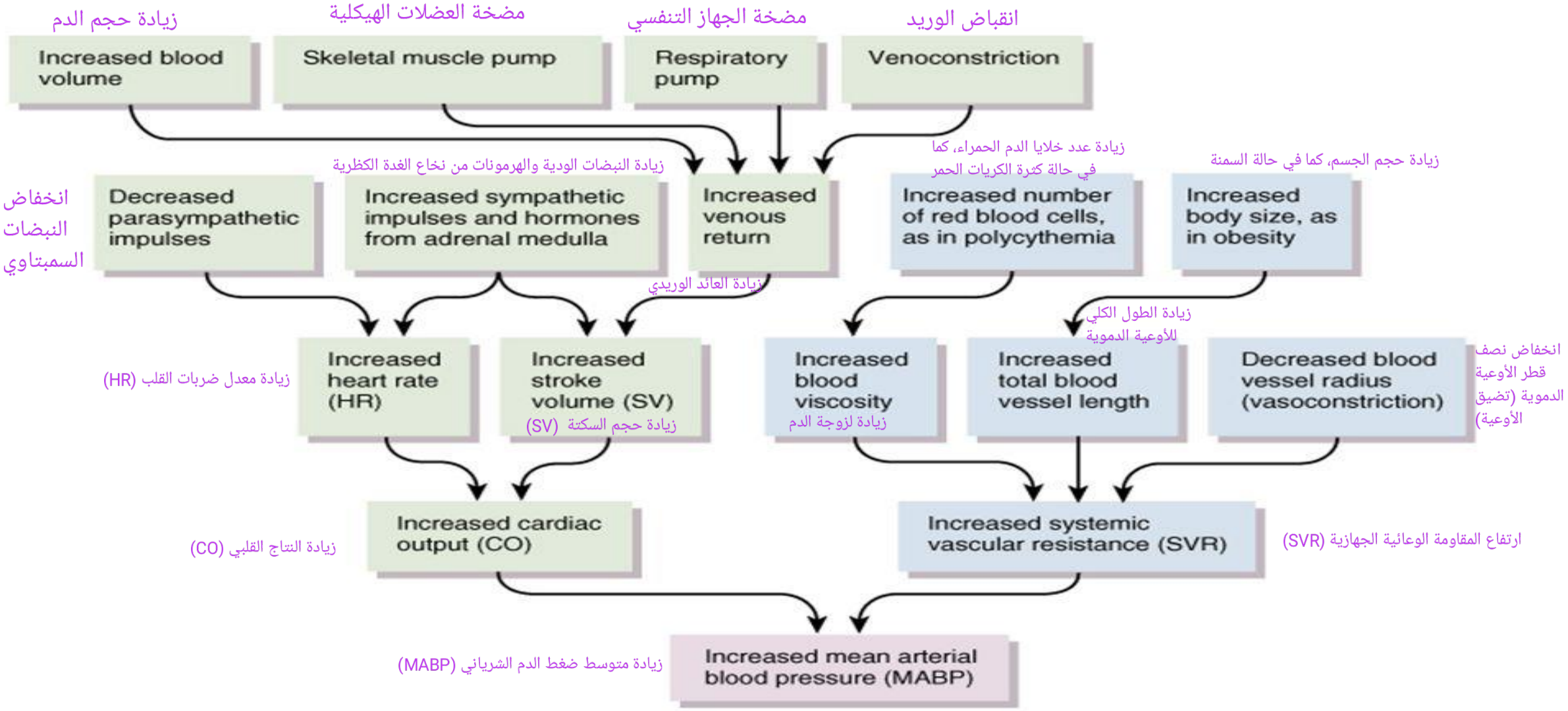
- **The speed or velocity of blood flow (in cm/sec) is inversely related to the cross-sectional area.**

تكون السرعة أبطأ عندما تكون مساحة المقطع العرضي الكلية أكبر.

- **Velocity is slowest where the total cross-sectional area is greatest.**
- Each time an artery branches, the total cross-sectional area of all of its branches is greater than the cross-sectional area of the original vessel, **so blood flow becomes slower and slower as blood moves further away from the heart, and is slowest in the capillaries.**

في كل مرة يتفرع فيها شريان، تكون مساحة المقطع العرضي لجميع فروعه أكبر من مساحة المقطع العرضي للأوعية الأصلية، لذلك يصبح تدفق الدم أبطأ وأبطأ مع تحرك الدم بعيدًا عن القلب، ويكون أبطأ في الشعيرات الدموية.

Factors that Increase Blood Pressure



العوامل الفسيولوجية المؤثرة على ضغط الدم

Physiological factors affecting blood pressure

Factor	Effect on blood pressure
The pumping action of the heart عملية ضخ القلب	The greater the cardiac output, the higher the arterial pressure كلما زاد النتاج القلبي، ارتفع الضغط الشرياني
The blood volume حجم الدم	The greater the blood volume, the higher the arterial pressure كلما زاد حجم الدم، ارتفع الضغط الشرياني
The viscosity of the blood لزوجة الدم	The more viscous the blood, the higher the arterial pressure كلما زادت لزوجة الدم، ارتفع الضغط الشرياني
The condition of the blood vessels (resistance) حالة الأوعية الدموية (المقاومة)	The greater the resistance, the higher the arterial pressure كلما زادت المقاومة، ارتفع الضغط الشرياني

short term regulation

CONTROL OF BLOOD PRESSURE AND BLOOD FLOW

السيطرة على ضغط الدم وتدفق الدم

تتحكم العديد من أنظمة ردود الفعل السلبية المترابطة في ضغط الدم عن طريق ضبط معدل ضربات القلب وحجم الضربة ومقاومة الأوعية الدموية وحجم الدم.

- **Several interconnected negative feedback systems control blood pressure** by adjusting heart rate, stroke volume, systemic vascular resistance, and blood volume.

- **Some systems allow rapid adjustments** to cope with sudden changes, such as the drop in blood pressure in the brain that occurs when you get out of bed; **others act more slowly** to provide long-term regulation of blood pressure.

تسمح بعض الأنظمة بإجراء تعديلات سريعة للتعامل مع التغيرات المفاجئة، مثل انخفاض ضغط الدم في الدماغ الذي يحدث عند النهوض من السرير، والبعض الآخر يعمل بشكل أبطأ لتوفير تنظيم طويل الأمد لضغط الدم.

التحكم في ضغط الدم وتدفقه

CONTROL OF BLOOD PRESSURE AND BLOOD FLOW

دور مركز القلب والأوعية الدموية في النخاع المستطيل:

❑ Role of the Cardiovascular Center in the medulla oblongata:

❖ 1- helps regulate heart rate and stroke volume.

١- يساعد في تنظيم معدل ضربات القلب وحجم السكتة الدماغية.

❖ 2- controls neural, hormonal, and local negative feedback systems that regulate blood pressure and blood flow to specific tissues.

٢- يتحكم في أنظمة التغذية الراجعة السلبية العصبية والهرمونية والموضعية التي تنظم ضغط الدم وتدفقه إلى أنسجة محددة.

مجموعات الخلايا العصبية المنتشرة داخل مركز القلب والأوعية الدموية:

❖ Groups of neurons scattered within the CV center:

❖ Some neurons stimulate the heart (cardiostimulatory center); others inhibit the heart (cardioinhibitory center).

- تحفز بعض الخلايا العصبية القلب (مركز تحفيز القلب)، بينما تثبطه أخرى (مركز تثبيط القلب).

❖ Still others control blood vessel diameter by causing constriction (vasoconstrictor center) or dilation (vasodilator center).

تتحكم مراكز أخرى في قطر الأوعية الدموية عن طريق التسبب في انقباضها (مركز انقباض الأوعية) أو تمددها (مركز توسيع الأوعية).

1. ROLE OF THE CARDIOVASCULAR CENTER

- The **cardiovascular center** receives input both **from higher brain regions and from sensory receptors**. Nerve impulses descend from **the cerebral cortex, limbic system, and hypothalamus** to affect the cardiovascular center.

يتلقى مركز القلب والأوعية الدموية مدخلات من مناطق الدماغ العليا ومن المستقبلات الحسية. تنحدر النبضات العصبية من القشرة الدماغية والجهاز الحوفي ومنطقة ما تحت المهاد لتؤثر على مركز القلب والأوعية الدموية.

- The three main types of sensory receptors that provide input to the cardiovascular center **are proprioceptors, baroreceptors, and chemoreceptors.**

الأنواع الثلاثة الرئيسية للمستقبلات الحسية التي تُقدم مُدخلات إلى مركز القلب والأوعية الدموية هي: المستقبلات الحسية العميقة، ومستقبلات الضغط، والمستقبلات الكيميائية.

- **Proprioceptors monitor movements of joints and muscles and provide input to the cardiovascular center during physical activity.**
- **Baroreceptors monitor changes in pressure and stretch in the walls of blood vessels.**
- **Chemoreceptors monitor the concentration of various chemicals in the blood.**

مستقبلات الحس العميق بمراقبة حركات المفاصل والعضلات وتوفير المدخلات | إلى مركز القلب والأوعية الدموية أثناء النشاط البدني.

تقوم مستقبلات الضغط بمراقبة التغيرات في الضغط والتمدد في جدران الأوعية الدموية.

تقوم المستقبلات الكيميائية بمراقبة تركيز المواد الكيميائية المختلفة في الدم.

CV Center

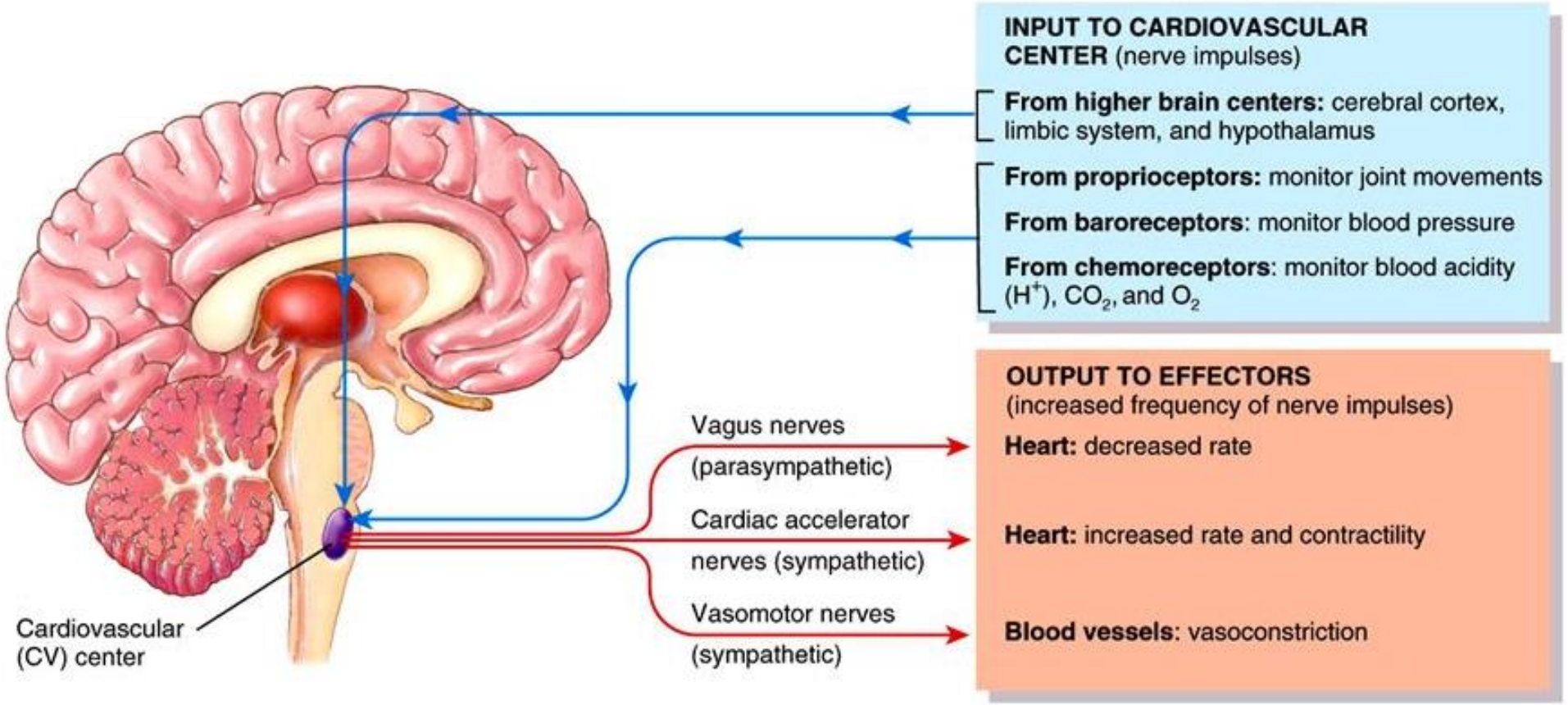


Figure 21.12 Tortora - PAP 12/e

Copyright © John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

ROLE OF THE CARDIOVASCULAR CENTER

* يتدفق النبض من مركز القلب والأوعية الدموية عبر الخلايا العصبية الودية واللاودية للجهاز العصبي اللاإرادي.

❖ **Output from the cardiovascular center flows along sympathetic and parasympathetic neurons of the ANS.**

✓ **Sympathetic impulses reach the heart via the cardiac accelerator nerves. An increase in sympathetic stimulation increases heart rate and contractility.**

تصل النبضات الودية إلى القلب عبر الأعصاب المُسرِّعة للقلب. زيادة التحفيز الودي تزيد من معدل ضربات القلب وانقباضها.

✓ **Parasympathetic stimulation, conveyed along the vagus (X) nerves, decreases heart rate.**

التحفيز اللاودّي، الذي ينتقل عبر الأعصاب المبهمة (X)، يقلل من معدل ضربات القلب.

ROLE OF THE CARDIOVASCULAR CENTER

يرسل مركز القلب والأوعية الدموية أيضًا نبضات باستمرار إلى العضلات الملساء في جدران الأوعية الدموية عبر الأعصاب الحركية الوعائية.

❖ **The cardiovascular center also continually sends impulses to smooth muscle in blood vessel walls via vasomotor nerves.**

✓ **Impulses propagate along sympathetic neurons that innervate blood vessels in viscera and peripheral areas.**

تنتشر النبضات على طول الخلايا العصبية الودية التي تُعصب الأوعية الدموية في الأحشاء والمناطق الطرفية.

✓ **The result is a moderate state of tonic contraction or vasoconstriction, called vasomotor tone, that sets the resting level of systemic vascular resistance. Sympathetic stimulation of most veins causes constriction that moves blood out of venous blood reservoirs and increases blood pressure.**

✔ والنتيجة هي حالة معتدلة من الانقباض التوتري أو تضيق الأوعية الدموية، تُسمى التوتر الحركي الوعائي، والتي تُحدد مستوى المقاومة الوعائية الجهازية في حالة الراحة. يُسبب التحفيز الودي لمعظم الأوردة انقباضًا يُخرج الدم من مخازن الدم الوريدي ويرفع ضغط الدم.

2. NEURAL REGULATION OF BLOOD PRESSURE

٢. التنظيم العصبي لضغط الدم

ينظم الجهاز العصبي ضغط الدم من خلال حلقات تغذية راجعة سلبية تحدث كنوعين من المنعكسات: منعكسات مستقبلات الضغط ومنعكسات مستقبلات الكيمياء.

The nervous system regulates blood pressure via negative feedback loops that occur as two types of reflexes: **baroreceptor reflexes and chemoreceptor reflexes.**

BARORECEPTOR REFLEXES

منعكسات مستقبلات الضغط

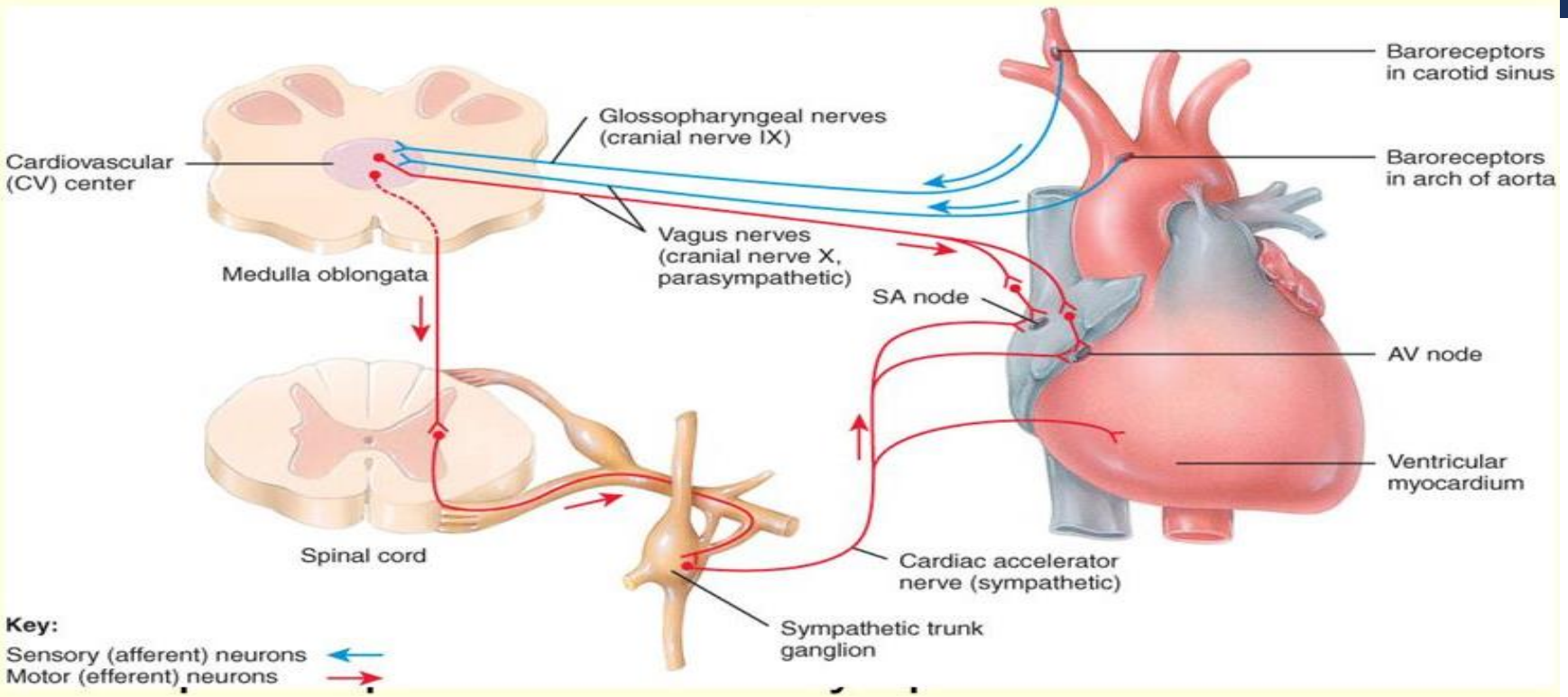
مستقبلات الضغط هي مستقبلات حسية حساسة للضغط. تقع في الشريان الأورطي، والشرايين السباتية الداخلية (شرايين في الرقبة تُغذي الدماغ بالدم)، وشرايين كبيرة أخرى في الرقبة والصدر.

Baroreceptors are **pressure-sensitive sensory receptors.** They **are located in the aorta, internal carotid arteries** (arteries in the neck that supply blood to the brain), and other large arteries in the neck and chest.

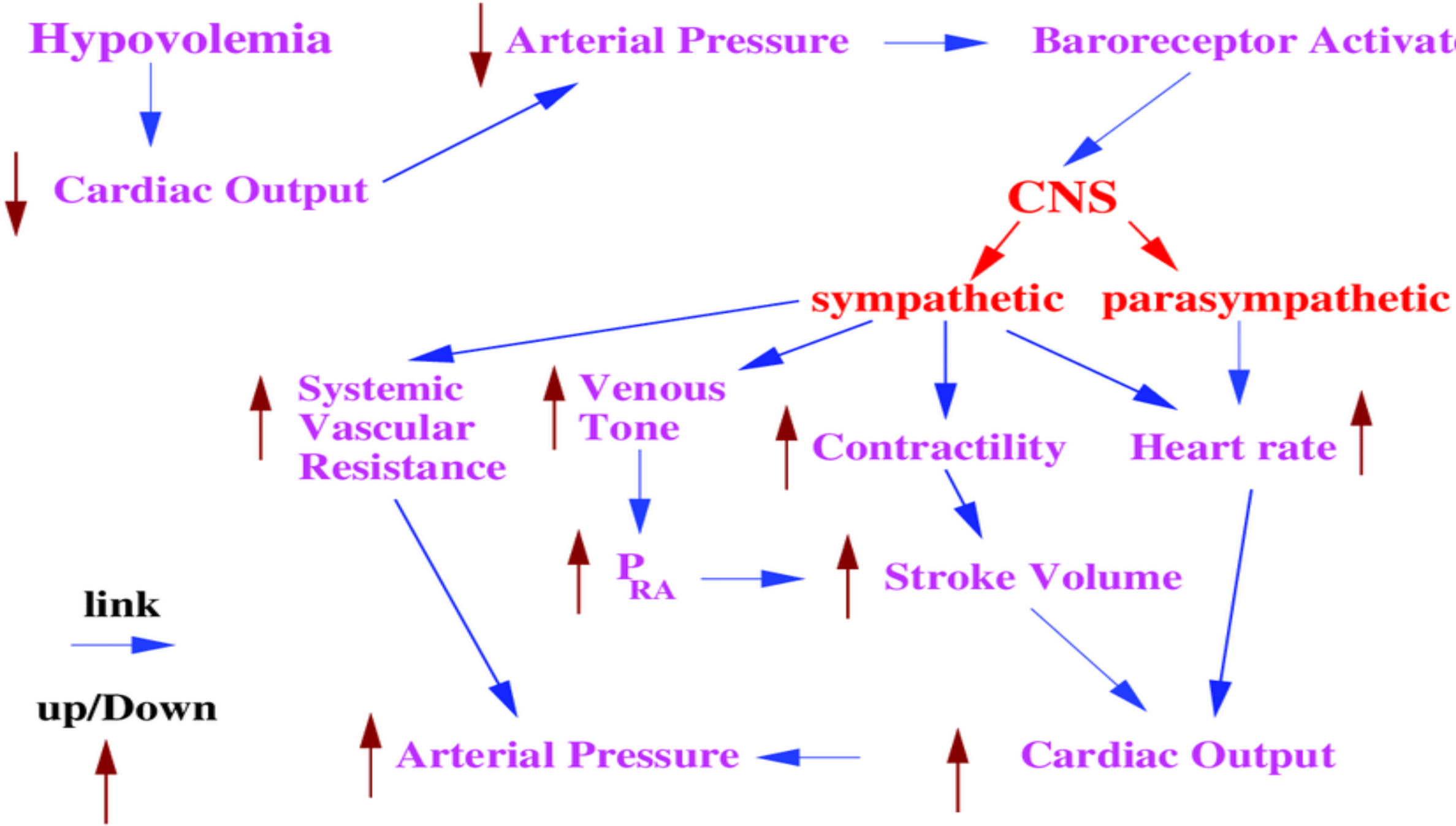
ترسل نبضات إلى مركز القلب والأوعية الدموية للمساعدة في تنظيم ضغط الدم.

They **send impulses to the cardiovascular center to help regulate blood pressure.**

Innervation of the Heart



- Slow it down with parasympathetic stimulation (X)
- Sensory information from baroreceptors (IX)


Hypovolemia
Arterial Pressure
Baroreceptor Activated
Cardiac Output
CNS
sympathetic
parasympathetic
Systemic Vascular Resistance
Venous Tone
Contractility
Heart rate
P_{RA}
Stroke Volume
link
up/Down
Arterial Pressure
Cardiac Output

BARORECEPTOR REFLEXES

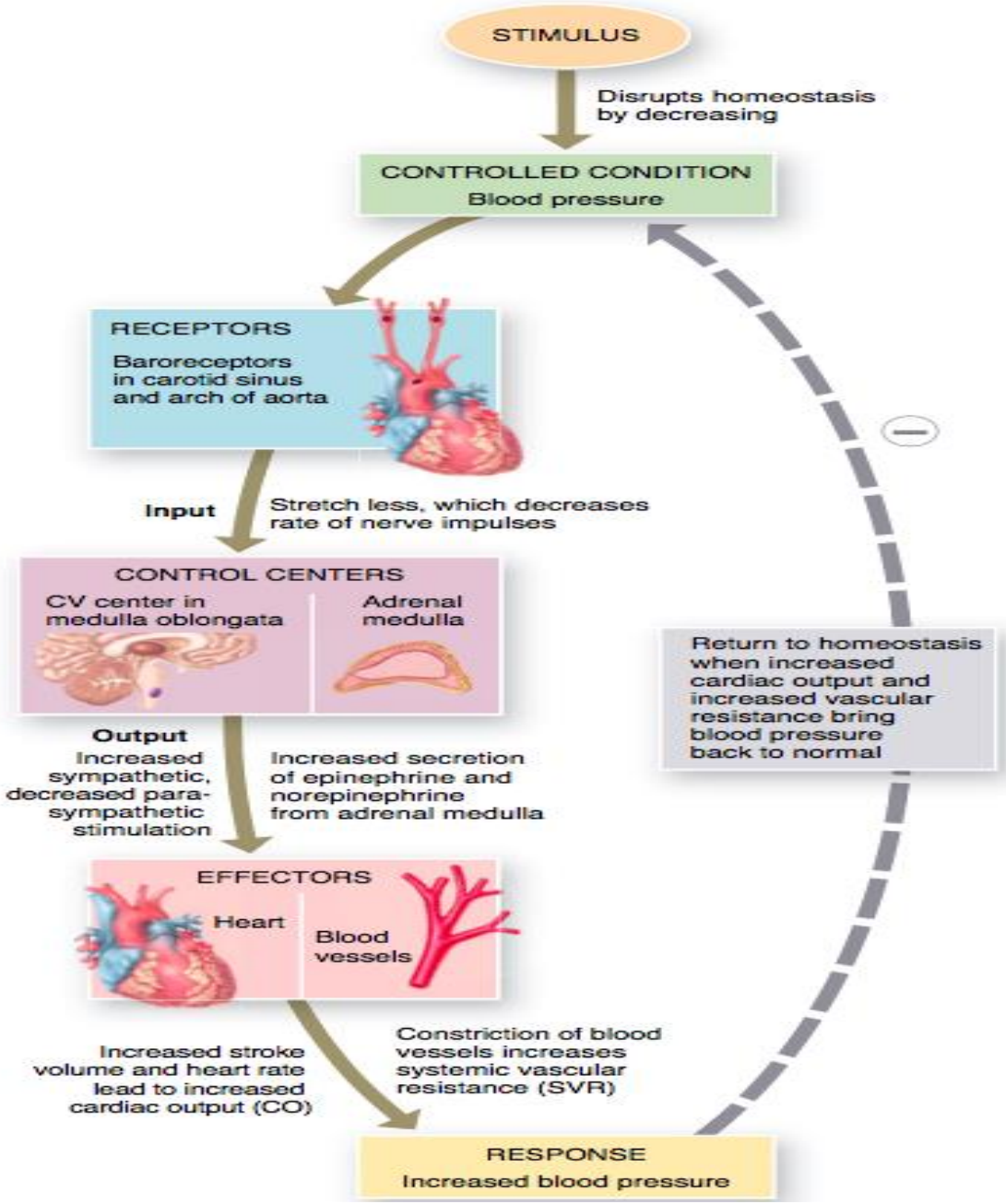
مستقبلات الضغط هي خلايا عصبية حساسة للضغط تراقب التمدد.

- **Baroreceptors are pressure-sensitive neurons that monitor stretching.**
- **When blood pressure falls, the baroreceptors are stretched less, and they send nerve impulses** at a slower rate to the cardiovascular center. In response, the CV **center decreases parasympathetic stimulation** of the heart by way of motor axons of the vagus nerves and increases sympathetic stimulation of the heart via cardiac accelerator nerves.

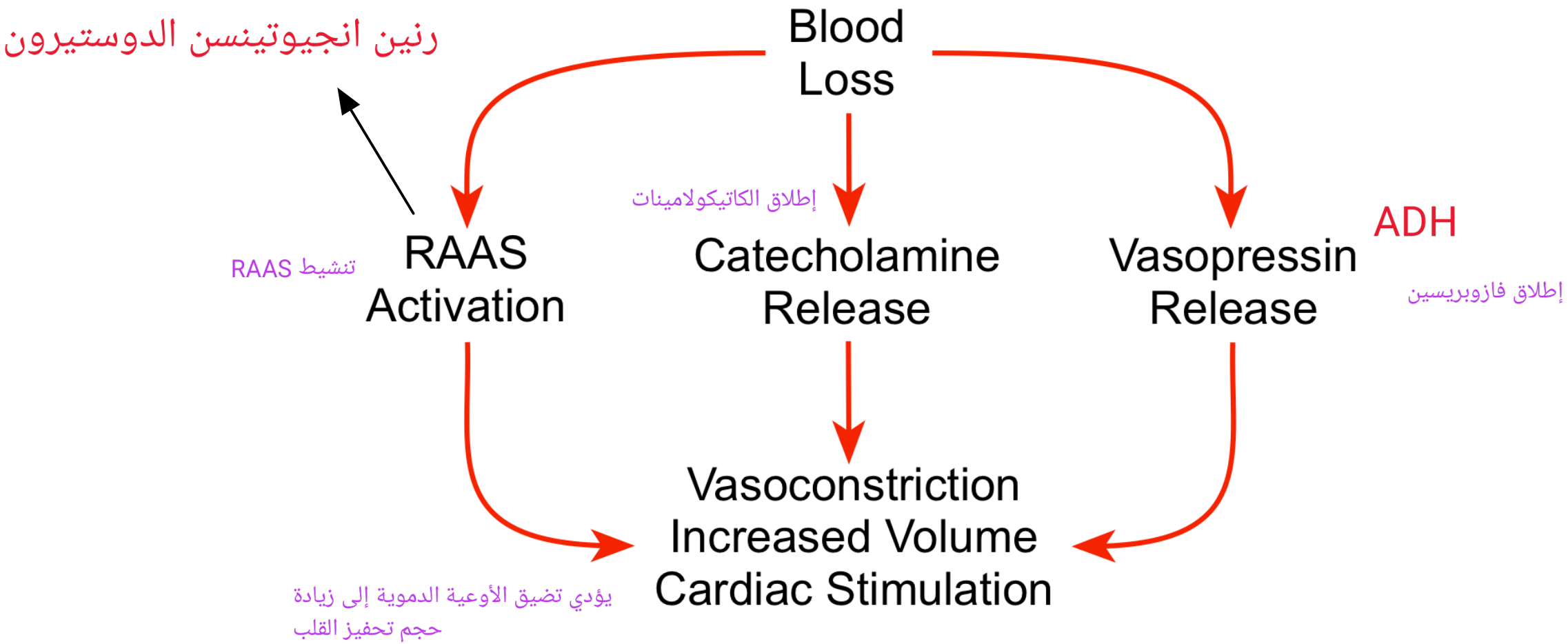
عندما ينخفض ضغط الدم، يتم تمدد مستقبلات الضغط بشكل أقل، وترسل نبضات عصبية بمعدل أبطأ إلى مركز القلب والأوعية الدموية. ردًا على ذلك، يقلل مركز السيرة الذاتية من تحفيز الجهاز السمبتاوي للقلب عن طريق المحاور الحركية للأعصاب المبهمة ويزيد من التحفيز الودي للقلب عبر أعصاب تسريع القلب.

- **Moving from a prone (lying down) to an erect position decreases blood pressure and blood flow** in the head and upper part of the body. The **baroreceptor reflexes, however, quickly counteract the drop in pressure.** Sometimes these reflexes operate more slowly than normal, especially in the elderly.

يؤدي الانتقال من وضعية الاستلقاء إلى وضعية الانتصاب إلى انخفاض ضغط الدم وتدفق الدم في الرأس والجزء العلوي من الجسم. ومع ذلك، فإن ردود أفعال مستقبلات الضغط تقاوم بسرعة انخفاض الضغط. في بعض الأحيان تعمل ردود الفعل هذه بشكل أبطأ من المعتاد، خاصة عند كبار السن.


STIMULUS
Disrupts homeostasis by decreasing
CONTROLLED CONDITION
Blood pressure
RECEPTORS
Baroreceptors in carotid sinus and arch of aorta
Input
Stretch less, which decreases rate of nerve impulses
CONTROL CENTERS
CV center in medulla oblongata
Adrenal medulla
Output
Increased sympathetic, decreased para-sympathetic stimulation
Increased secretion of epinephrine and norepinephrine from adrenal medulla
EFFECTORS
Heart
Blood vessels
Increased stroke volume and heart rate lead to increased cardiac output (CO)
Constriction of blood vessels increases systemic vascular resistance (SVR)
RESPONSE
Increased blood pressure
Return to homeostasis when increased cardiac output and increased vascular resistance bring blood pressure back to normal
—

long term regulation



CHEMORECEPTOR REFLEXES منعكسات المستقبلات الكيميائية

- **Chemoreceptors,** sensory receptors that **monitor the chemical composition of blood**, are **located close to the baroreceptors** of the carotid sinus and arch of the aorta in small structures called **carotid bodies and aortic bodies**, respectively.

تقع المستقبلات الكيميائية، وهي مستقبلات حسية تراقب التركيب الكيميائي للدم، بالقرب من مستقبلات الضغط في الجيب السباتي وقوس الشريان الأورطي في هياكل صغيرة تُسمى الأجسام السباتية والأجسام الأبهرية، على التوالي.

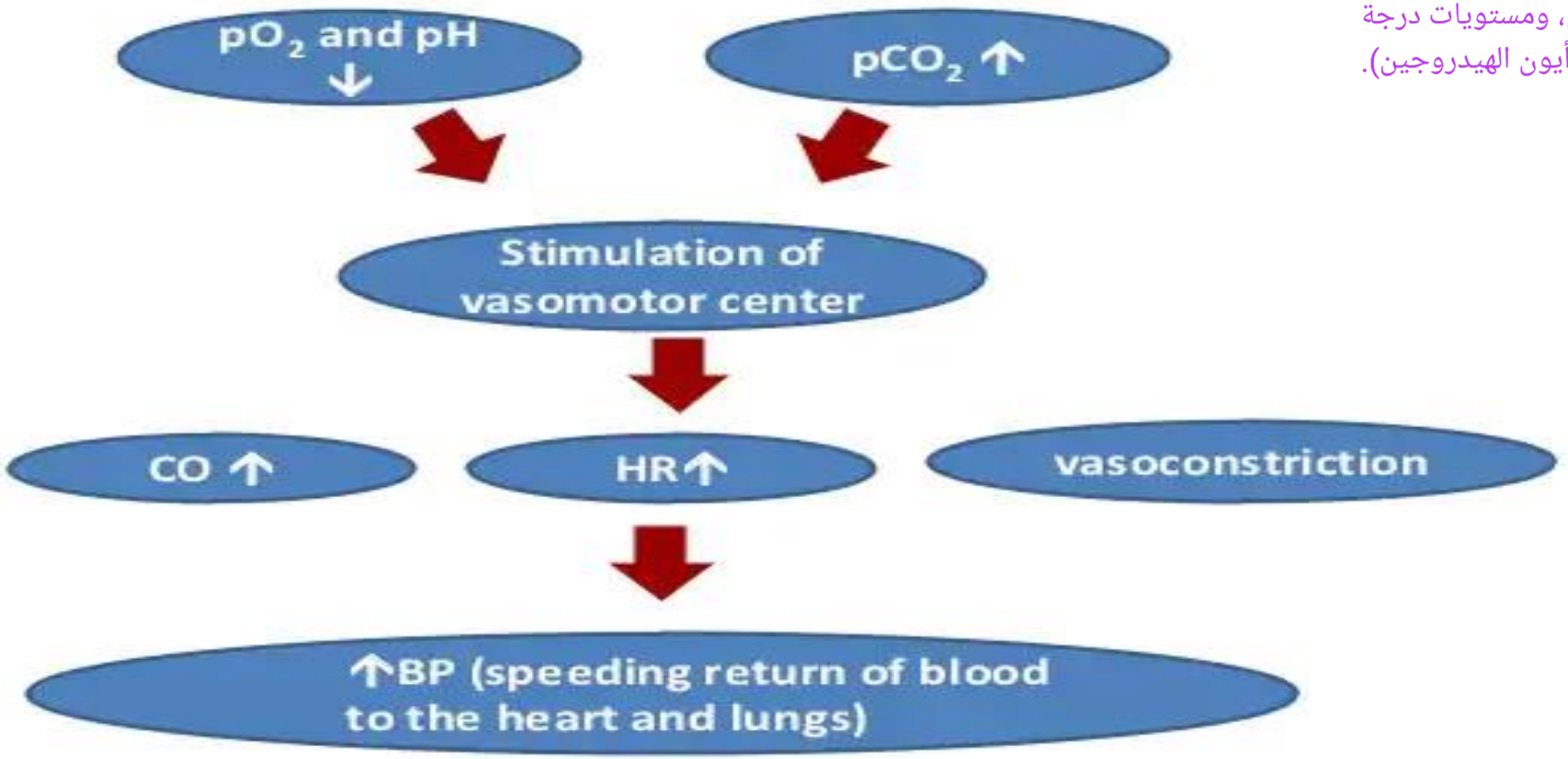
- These chemoreceptors **detect changes in blood level of O_2, CO_2, and H+.** Hypoxia (lowered O_2 availability), acidosis (an increase in H+ concentration), or hypercapnia (excess CO_2) stimulates the chemoreceptors to send impulses to the cardiovascular center. In response, the CV center increases sympathetic stimulation to arterioles and veins, producing vasoconstriction and an increase in blood pressure. These chemoreceptors also provide input to the respiratory center in the brain stem to adjust the rate of breathing.

تكتشف هذه المستقبلات الكيميائية التغيرات في مستوى O2 وCO2 وH+ في الدم. نقص الأكسجة (انخفاض توافر الأكسجين)، والحماض (زيادة في تركيز Ht)، أو فرط ثاني أكسيد الكربون (زيادة ثاني أكسيد الكربون) يحفز المستقبلات الكيميائية لإرسال نبضات إلى مركز القلب والأوعية الدموية. استجابةً لذلك، يقوم مركز السيرة الذاتية بزيادة التحفيز الودي للشرايين والأوردة، مما يؤدي إلى تضيق الأوعية الدموية وزيادة في ضغط الدم. توفر هذه المستقبلات الكيميائية أيضًا مدخلات إلى مركز الجهاز التنفسي في جذع الدماغ لضبط معدل التنفس.

Chemoreceptor

- Chemosensitive cells that respond to changes in pCO_2 and pO_2 and pH levels (Hydrogen ion).

الخلايا الحساسة للكيمياء التي تستجيب للتغيرات في ضغط ثاني أكسيد الكربون، وضغط الأكسجين، ومستويات درجة الحموضة (أيون الهيدروجين).



3- التنظيم الهرموني لضغط الدم

3- HORMONAL REGULATION OF BLOOD PRESSURE

1- نظام الرينين – أنجيوتنسين – ألدوستيرون (RAA):

1- Renin–angiotensin–aldosterone (RAA) system:

عندما ينخفض حجم الدم أو ينخفض تدفق الدم إلى الكليتين، تفرز الخلايا المجاورة للكبيبات في الكلى الرينين في مجرى الدم.

- When blood volume falls or blood flow to the kidneys decreases, **juxtaglomerular cells in the kidneys secrete renin into the bloodstream**.
- In sequence, renin and angiotensin-converting enzyme (ACE) act on their substrates to produce the active hormone angiotensin II, which **raises blood pressure in two ways.**

بالتسلسل، يعمل الرينين والإنزيم المحول للأنجيوتنسين (ACE) على ركائزهما لإنتاج الهرمون النشط أنجيوتنسين II، الذي يرفع ضغط الدم بطريقتين.

- **First,** angiotensin II is a potent vasoconstrictor; it raises blood pressure by increasing systemic vascular resistance.

أولاً، الأنجيوتنسين II هو مضيق قوي للأوعية، فهو يرفع ضغط الدم عن طريق زيادة المقاومة الوعائية الجهازية.

- **Second,** it stimulates secretion of aldosterone, which increases reabsorption of sodium ions and water by the kidneys. The water reabsorption increases total blood volume, which increases blood pressure.

ثانيًا، أنه يحفز إفراز الألدوستيرون، مما يزيد من إعادة امتصاص أيونات الصوديوم والماء عن طريق الكلى. يؤدي إعادة امتصاص الماء إلى زيادة حجم الدم الإجمالي، مما يزيد من ضغط الدم.

3- HORMONAL REGULATION OF BLOOD PRESSURE

٢- الإبينفرين والنورإبينفرين:

2- Epinephrine and norepinephrine:

استجابةً للتحفيز الودي، يُفرز نخاع الغدة الكظرية الإبينفرين والنورإبينفرين.

- In response to sympathetic stimulation, the adrenal medulla releases epinephrine and norepinephrine.
- These hormones **increase cardiac output by increasing the rate and force of heart contractions.**

تزيد هذه الهرمونات من النتاج القلبي عن طريق زيادة معدل وقوة انقباضات القلب.

٣- الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH): فازوبريسين

3- Antidiuretic hormone (ADH):

يتم إنتاجه بواسطة منطقة تحت المهاد، ويُطلق من الفص الخلفي من الغدة النخامية استجابةً للجفاف أو انخفاض حجم الدم.

- It is produced by the hypothalamus and released from the posterior pituitary in response to dehydration or decreased blood volume.

ويؤدي إلى زيادة حجم الدم وانخفاض إنتاج البول.

- It causes in an **increase in blood volume and a decrease in urine output**.

3- HORMONAL REGULATION OF BLOOD PRESSURE

٤- الببتيد الأذيني المدر للصوديوم (ANP):

هون العكس اذا كان ضغط الدم اكبر او ال blood volume عالي

4- Atrial natriuretic peptide (ANP):

- Released by cells in the atria of the heart, atrial natriuretic peptide (ANP) **lowers blood pressure by causing vasodilation and by promoting the loss of salt and water in the urine, which reduces blood volume.**

يُفرز الببتيد الأذيني المدر للصوديوم (ANP) من خلايا أذيني القلب، وهو يُخفض ضغط الدم عن طريق التسبب في توسع الأوعية الدموية وزيادة فقدان الملح والماء في البول، مما يُقلل من حجم الدم.

4- AUTOREGULATION OF BLOOD FLOW

٤- التنظيم الذاتي لتدفق الدم

في كل سرير شعري، يمكن للتغيرات المحلية تنظيم حركة الأوعية الدموية.

عندما تُسبب موسعات الأوعية تمددًا موضعيًا للشرايين الصغيرة واسترخاءً للعضلات العاصرة قبل الشعيرات الدموية، يزداد تدفق الدم إلى الشبكات الشعرية، مما يزيد من مستوى الأكسجين.

- In each capillary bed, local changes can regulate vasomotion.
- When **vasodilators** produce local dilation of arterioles and relaxation of precapillary sphincters, blood flow into capillary networks is increased, which increases O_2 level.
- Vasoconstrictors have the opposite effect.

أما مُضيّقات الأوعية فلها تأثير معاكس.

- **The ability of a tissue to automatically adjust its blood flow to match its metabolic demands is called autoregulation.**

تُسمى قدرة الأنسجة على ضبط تدفق الدم تلقائيًا لتلبية احتياجاتها الأيضية بالتنظيم الذاتي.

4- AUTOREGULATION OF BLOOD FLOW

يتحكم التنظيم الذاتي أيضًا في تدفق الدم الإقليمي في الدماغ، ويتغير توزيع الدم إلى أجزاء مختلفة من الدماغ بشكل كبير باختلاف الأنشطة العقلية والبدنية.

- **Autoregulation also controls regional blood flow in the brain; blood distribution to various parts of the brain changes dramatically for different mental and physical activities.**

- During a conversation, for example, blood flow increases to your motor speech areas when you are talking and increases to the auditory areas when you are listening.

على سبيل المثال، أثناء المحادثة، يزداد تدفق الدم إلى مناطق الكلام الحركية عند التحدث، ويزداد إلى المناطق السمعية عند الاستماع.

4- AUTOREGULATION OF BLOOD FLOW

هناك نوعان عامان من المحفزات يُسببان تغيرات تنظيمية ذاتية في تدفق الدم:

- Two general types of stimuli cause autoregulatory changes in blood flow:

1. التغيرات الفيزيائية. يُعزز التسخين توسع الأوعية الدموية، بينما يُسبب التبريد انقباضها. بالإضافة إلى ذلك، تُظهر العضلات الملساء في جدران الشرايين الصغيرة استجابة عضلية - فهي تنقبض بقوة أكبر عند تمددها وتسترخي عند تخفيف التمدد.

1. **Physical changes.** Warming promotes vasodilation, and cooling causes vasoconstriction. In addition, smooth muscle in arteriole walls exhibits a myogenic response— it contracts more forcefully when it is stretched and relaxes when stretching lessens.

2. **Vasodilating and vasoconstricting chemicals.** Several types of cells—including white blood cells, platelets, smooth muscle fibers, macrophages, and endothelial cells—release a wide variety of chemicals that alter blood-vessel diameter.

الكيميائية المُوسّعة والمُضيِّقة للأوعية الدموية. تُطلق عدة أنواع من الخلايا - بما في ذلك خلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية، وألياف العضلات الملساء، والبلعميات، والخلايا البطانية - مجموعة واسعة من المواد الكيميائية التي تُغيّر قطر الأوعية الدموية.

4- AUTOREGULATION OF BLOOD FLOW

الفرق المهم بين الدورة الدموية الرئوية والجهازية هو استجابتها التنظيمية الذاتية للتغيرات في مستوى .

- An important difference between the pulmonary and systemic circulations is their autoregulatory response to changes in O_2 level.

> تتمدد جدران الأوعية الدموية في الدورة الدموية الجهازية استجابةً لانخفاض مستوى الأكسجين.
> مع توسع الأوعية الدموية، يزداد توصيل الأكسجين، مما يعيد مستوى الأكسجين الطبيعي.

- The walls of blood vessels in the systemic circulation dilate in response to low O_2. With vasodilation, O_2 delivery increases, which restores the normal O_2 level.
- By contrast, the walls of blood vessels in the pulmonary circulation constrict in response to low levels of O_2. This response ensures that blood mostly bypasses those alveoli (air sacs) in the lungs that are poorly ventilated by fresh air. Thus, most blood flows to better-ventilated areas of the lung.

> على النقيض من ذلك، تنقبض جدران الأوعية الدموية في الدورة الدموية الرئوية استجابةً لانخفاض مستويات الأكسجين. تضمن هذه الاستجابة تجاوز الدم للحويصلات الهوائية (الأكياس الهوائية) في الرئتين التي تعاني من ضعف التهوية بالهواء النقي. وبالتالي، يتدفق معظم الدم إلى مناطق ذات تهوية أفضل في الرئة.

CHECKING CIRCULATION

فحص الدورة الدموية

1. Pulse:

١. النبض:

> يُنتج التمدد والارتداد المتبادلان للشرايين المرنة بعد كل انقباضة للبطين الأيسر موجة ضغط متنقلة تُسمى النبض.

- The alternate expansion and recoil of elastic arteries after each systole of the left ventricle creates a traveling pressure wave that is called the pulse.

> يكون النبض أقوى في الشرايين الأقرب إلى القلب، ثم يضعف في الشرايين الصغيرة، ويختفي تمامًا في الشعيرات الدموية.

- The pulse is strongest in the arteries closest to the heart, becomes weaker in the arterioles, and disappears altogether in the capillaries.

يكون معدل النبض عادةً مماثلًا لمعدل ضربات القلب، حوالي ٧٠ إلى ٨٠ نبضة في الدقيقة أثناء الراحة. تسرع القلب هو تسارع نبضات القلب أثناء الراحة أو معدل نبضات يزيد عن ١٠٠ نبضة/دقيقة. بطء القلب هو بطء نبضات القلب أثناء الراحة أو معدل نبضات يقل عن ٥٠ نبضة/دقيقة.

- The pulse rate normally is the same as the heart rate, about 70 to 80 beats per minute at rest. **Tachycardia** is a rapid resting heart or pulse rate over 100 beats/min. **Bradycardia** is a slow resting heart or pulse rate under 50 beats/min.

CHECKING CIRCULATION

2. Measuring Blood Pressure: 2. قياس ضغط الدم :

يشير مصطلح ضغط الدم عادة إلى الضغط في الشرايين الناتج عن البطين الأيسر أثناء الانقباض والضغط المتبقي في الشرايين عندما يكون البطين في حالة انبساط. عادة ما يتم قياس ضغط الدم في الشريان العضدي في الذراع الأيسر.

- **The term blood pressure** usually refers to the pressure in arteries generated by the left ventricle during systole and the pressure remaining in the arteries when the ventricle is in diastole. Blood pressure is usually measured in the brachial artery in the left arm.

الجهاز المستخدم لقياس ضغط الدم هو مقياس ضغط الدم.

- The device used to measure blood pressure is a **sphygmomanometer.**
- **The normal blood pressure of an adult male is less than 120 mmHg systolic and less than 80 mmHg diastolic.** For example, “110 over 70” (written as 110/70) is a normal blood pressure.

ضغط الدم الطبيعي للرجل البالغ أقل من ١٢٠ ملم زئبقي انقباضيًا وأقل من ٨٠ ملم زئبقي انبساطيًا. على سبيل المثال، "١١٠ على ٧٠" (يُكتب ١١٠/٧٠) هو ضغط دم طبيعي.

CHECKING CIRCULATION

2. Measuring Blood Pressure:

الفرق بين الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي يسمى الضغط النبضي. يوفر هذا الضغط، الذي يبلغ عادة حوالي 40 ملم زئبقي، معلومات حول حالة الجهاز القلبي الوعائي. على سبيل المثال، تزيد حالات مثل تصلب الشرايين من ضغط النبض بشكل كبير. النسبة الطبيعية للضغط الانقباضي إلى الضغط الانبساطي إلى ضغط النبض هي حوالي 3:2:1.

- The difference between systolic and diastolic pressure is called **pulse pressure**. This pressure, normally about 40 mmHg, provides information about the condition of the cardiovascular system. **For example**, conditions such as atherosclerosis greatly increase pulse pressure. **The normal ratio of systolic pressure to diastolic pressure to pulse pressure is about 3:2:1**.

SHOCK AND HOMEOSTASIS الصدمة والتوازن

الصدمة هي فشل نظام القلب والأوعية الدموية في توفير ما يكفي من 02 والمواد المغذية لتلبية الاحتياجات الأيضية الخلوية.

- **Shock** is a failure of the cardiovascular system to deliver enough O_2 and nutrients to meet cellular metabolic needs.

- **The causes of shock are many and varied**, but all are characterized by **inadequate blood flow to body tissues**. With inadequate oxygen delivery, cells switch from aerobic to anaerobic production of ATP, and lactic acid accumulates in body fluids. If shock persists, cells and organs become damaged, and **cells may die unless proper treatment begins quickly**.

أسباب الصدمة كثيرة ومتنوعة، ولكن جميعها تتميز بعدم كفاية تدفق الدم إلى أنسجة الجسم. مع عدم كفاية توصيل الأكسجين، تتحول الخلايا من الإنتاج الهوائي إلى الإنتاج اللاهوائي لـ ATP ويتراكم حمض اللاكتيك في سوائل الجسم. إذا استمرت الصدمة، تتضرر الخلايا والأعضاء، وقد تموت الخلايا ما لم يبدأ العلاج المناسب بسرعة.

TYPES OF SHOCK

يمكن أن تكون الصدمة من أربعة أنواع مختلفة:<

- **Shock can be of four different types:**

- **(1) Hypovolemic shock due to decreased blood volume** (١) صدمة نقص حجم الدم بسبب انخفاض حجم الدم
- **(2) Cardiogenic shock due to poor heart function.** (٢) صدمة قلبية المنشأ بسبب ضعف وظيفة القلب
- **(3) Vascular shock due to inappropriate vasodilation.** (٣) صدمة وعائية بسبب توسع الأوعية الدموية غير المناسب.
- **(4) Obstructive shock due to obstruction of blood flow.** (٤) صدمة انسدادية بسبب إعاقة تدفق الدم.

TYPES OF SHOCK

Cause	Pathophysiology*	Patterns of abnormalities		
		Filling status	Cardiac function	Systemic resistance
Hypovolemic	**Loss of volume**	low	low	high
Vasogenic	**Vasodilation**	low	high	low
Cardiogenic	**Pump failure**	high	low	high
Obstructive	**Obstruction to flow**	Variable**	low	high

*primary problem mentioned in BOLD ; **depending on site of obstruction

HYPOVOLEMIC SHOCK

صدمة نقص حجم الدم

✔بسبب انخفاض حجم الدم (أي فقدان الدم كنزيف حاد (مفاجئ) وفقدان سوائل الجسم أي من خلال التعرق الزائد).

- ✓ **It is due to decreased blood volume (i.e. blood loss as acute (sudden) hemorrhage and loss of body fluids i.e. through excessive sweating).**

- ✓ **Whatever the cause, when the volume of body fluids falls, venous return to the heart declines, filling of the heart lessens, stroke volume decreases, and cardiac output decreases. Replacing fluid volume as quickly as possible is essential in managing hypovolemic shock.**

✔ مهما كان السبب، فعندما ينخفض حجم سوائل الجسم، ينخفض العائد الوريدي إلى القلب، ويقل امتلاء القلب، ويقل حجم الضربة، وينخفض النتاج القلبي. يعد استبدال حجم السائل في أسرع وقت ممكن أمرًا ضروريًا في إدارة صدمة نقص حجم الدم.

CARDIOGENIC SHOCK

صدمة قلبية

يفشل القلب في ضخ الدم بشكل كافٍ، غالبًا بسبب احتشاء عضلة القلب (نوبة قلبية).

- ✓ **The heart fails to pump adequately, most often because of a myocardial infarction (heart attack).**

- ✓ Other causes of cardiogenic shock include poor perfusion of the heart (ischemia), heart valve problems, excessive preload or afterload, impaired contractility of heart muscle fibers, and arrhythmias.

تشمل الأسباب الأخرى للصدمة القلبية ضعف تروية القلب (نقص التروية)، ومشاكل صمامات القلب، وزيادة الحمل المسبق أو اللاحق، وضعف انقباض ألياف عضلة القلب، وعدم انتظام ضربات القلب.

VASCULAR SHOCK صدمة الأوعية الدموية

يمكن أن تُسبب مجموعة متنوعة من الحالات توسعًا غير طبيعي في الشرايين أو الأوردة.

- ✓ A variety of conditions can cause inappropriate dilation of arterioles or venules.

في الصدمة التأقية، يؤدي رد الفعل التحسسي الشديد - على سبيل المثال، لسعة نحلة - إلى إطلاق الهيستامين ووسطاء أخرى تُسبب توسع الأوعية الدموية.

- ✓ In **anaphylactic shock**, a severe allergic reaction—for example, to a bee sting—releases histamine and other mediators that cause vasodilation.
- ✓ In **neurogenic shock**, vasodilation may occur following trauma to the head that causes malfunction of the cardiovascular center in the medulla.
- ✓ Shock stemming from certain bacterial toxins that produce vasodilation is termed **septic shock**.

تُسمى الصدمة الناتجة عن بعض السموم البكتيرية التي تُسبب توسع الأوعية الدموية بالصدمة الإنتانية.

في الصدمة العصبية، قد يحدث توسع في الأوعية الدموية بعد صدمة في الرأس تُسبب خللًا في مركز القلب والأوعية الدموية في النخاع.

OBSTRUCTIVE SHOCK صدمة انسدادية

تحدث عندما يُسد تدفق الدم عبر جزء من الدورة الدموية.

- ✓ **It occurs when blood flow through a portion of the circulation is blocked.**

- ✓ The most common cause is **pulmonary embolism**, a blood clot lodged in a blood vessel of the lungs.

السبب الأكثر شيوعًا هو الانسداد الرئوي، وهو جلطة دموية عالقة في أحد الأوعية الدموية في الرئتين.

HOMEOSTATIC RESPONSES TO SHOCK

الاستجابات المنزلية للصدمة

- **The major mechanisms of compensation in shock are negative feedback systems that work to return cardiac output and arterial blood pressure to normal.**

• الآليات الرئيسية للتعويض في الصدمة هي أنظمة التغذية الراجعة السلبية التي تعمل على إعادة النتاج القلبي وضغط الدم الشرياني إلى الوضع الطبيعي.

- **Activation of the renin–angiotensin–aldosterone system:** angiotensin II causes vasoconstriction and stimulates the adrenal cortex to secrete aldosterone, a hormone that increases reabsorption of sodium ions and water by the kidneys.

* تنشيط نظام الرينين-أنجيوتنسين-ألدوستيرون: يُسبب الأنجيوتنسين II انقباض الأوعية الدموية ويُحفز قشرة الغدة الكظرية على إفراز الألدوستيرون، وهو هرمون يزيد من إعادة امتصاص أيونات الصوديوم والماء بواسطة الكلى.

- **Secretion of antidiuretic hormone:** the posterior pituitary releases more antidiuretic hormone (ADH). ADH enhances water reabsorption by the kidneys, which conserves remaining blood volume.

إفراز الهرمون المضاد لإدرار البول: يُطلق الفص الخلفي من الغدة النخامية المزيد من الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH). يُعزز الهرمون المضاد لإدرار البول إعادة امتصاص الماء بواسطة الكلى، مما يُحافظ على حجم الدم المتبقي.

HOMEOSTATIC RESPONSES TO SHOCK

- **Activation of the sympathetic division of the ANS:** aortic and carotid baroreceptors initiate powerful sympathetic responses throughout the body. One result is marked vasoconstriction of arterioles and veins of the skin, kidneys, and other abdominal viscera. (Vasoconstriction does not occur in the brain or heart.) Constriction of arterioles increases systemic vascular resistance, and constriction of veins increases venous return.

- **Release of local vasodilators:** In response to hypoxia, cells liberate vasodilators—including potassium ions, hydrogen ions, lactic acid, adenosine, and nitric oxide—that dilate arterioles and relax precapillary sphincters. Such vasodilation increases local blood flow and may restore O_2 level to normal in part of the body.

* تنشيط القسم الودي للجهاز العصبي اللاإرادي: تُطلق مستقبلات الضغط الأبهرية والسباتية استجابات ودية قوية في جميع أنحاء الجسم. إحدى نتائج ذلك هي تضيق الأوعية الدموية الملحوظ في الشرايين والأوردة في الجلد والكلى وأحشاء البطن الأخرى. (لا يحدث تضيق الأوعية الدموية في الدماغ أو القلب). يزيد تضيق الشرايين الصغيرة من المقاومة الوعائية الجهازية، ويزيد تضيق الأوردة من العود الوريدي.

* إطلاق موسعات الأوعية الدموية المحلية: استجابة لنقص الأكسجة، تقوم الخلايا بتحرير موسعات الأوعية الدموية - بما في ذلك أيونات البوتاسيوم، وأيونات الهيدروجين، وحمض اللاكتيك، والأدينوزين، وأكسيد النيتريك - التي توسع الشرايين وتريح المصرات قبل الشعيرات الدموية. يؤدي توسع الأوعية هذا إلى زيادة تدفق الدم المحلي وقد يعيد مستوى O2 إلى المستوى الطبيعي في جزء من الجسم.

HOMEOSTATIC RESPONSES TO SHOCK

- If blood volume drops more than 10–20%, or if the heart cannot bring blood pressure up sufficiently, compensatory mechanisms may fail to maintain adequate blood flow to tissues. At this point, shock becomes life-threatening as damaged cells start to die.

إذا انخفض حجم الدم بأكثر من ١٠-٢٠٪، أو إذا لم يتمكن القلب من رفع ضغط الدم بشكل كافٍ، فقد تفشل آليات التعويض في الحفاظ على تدفق دم كافٍ إلى الأنسجة. عند هذه النقطة، تُصبح الصدمة مُهددة للحياة حيث تبدأ الخلايا التالفة بالموت.

SIGNS AND SYMPTOMS OF SHOCK

- **Systolic blood** pressure is lower than 90 mmHg.
- **Resting heart rate is rapid** due to sympathetic stimulation and increased blood levels of epinephrine and norepinephrine.
- **Pulse is weak and rapid** due to reduced cardiac output and fast heart rate.
- **Skin is cool, pale, and clammy** due to sympathetic constriction of skin blood vessels and sympathetic stimulation of sweating.
- **Mental state is altered** due to reduced oxygen supply to the brain.
- **Urine formation is reduced** due to increased levels of aldosterone and antidiuretic hormone (ADH).
- **The person is thirsty** due to loss of extracellular fluid.
- **The pH of blood is low** (acidosis) due to buildup of lactic acid.
- **The person may have nausea** because of impaired blood flow to the digestive organs from sympathetic vasoconstriction.

يكون ضغط الدم الانقباضي أقل من 90 ملم زئبق.

يكون معدل ضربات القلب أثناء الراحة سريعًا بسبب التحفيز الودي وزيادة مستويات الأدرينالين والنورأدرينالين في الدم.

النبض ضعيف وسريع بسبب انخفاض النتاج القلبي وسرعة نبضات القلب.

الجلد بارد، شاحب، ورطب بسبب انقباض الأوعية الدموية في الجلد والتحفيز الودي للتعرق.

تتغير الحالة العقلية نتيجة لانخفاض كمية الأكسجين الواصلة إلى الدماغ.

يقل تكوين البول بسبب ارتفاع مستويات الألدوستيرون والهرمون المضاد لإدرار البول (ADH).

يشعر الشخص بالعطش بسبب فقدان السوائل خارج الخلايا.

ينخفض الرقم الهيدروجيني للدم (الحماض) بسبب تراكم حمض اللاكتيك.

قد يعاني الشخص من الغثيان بسبب ضعف تدفق الدم إلى الأعضاء الهضمية بسبب تضيق الأوعية الدموية الودية.

THANK YOU

AMJADZ@HU.EDU.JO