النادي الطبي

GENITOURINARY SYSTEM

SUBJECT : Renal physiology

LEC NO. : 1

DONE BY : Baraa Al-otaibei &
Mohammed majed

وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا

Genitourinary system

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علما "سُبْحَانَكَ لا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ".

تقسيمة محاضرات الفسيو:

-Physiology lectures 13

Topic:

-Renal physiology (7 lectures)

-Male reproductive physiology (2 lectures)

-Female reproductive physiology (2 lectures)

-Gestational physiology and maternal changes in pregnancy (2 lectures)

*Textbook: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 14th Edition

Genitourinary system

Lecture I- Renal physiology

Chapters 26-29 & 31

Major functions of the Kidney

Homeostasis	Excretion	Biosynthesis
➢ Regulation of water and electrolyte balances ➢ Regulation of arterial pressure ➢ Regulation of acid-base balance	➢ Metabolic waste products (urea, uric acid, creatinine & bilirubin) ➢ Foreign chemicals and drugs ➢ Hormones (e.g insulin)	➢ Erythropoietin ➢ Thrombopoietin ➢ 1,25 dihydroxycholecalciferol (Vitamin D) ➢ Renin ➢ Prostaglandins ➢ Adenosine ➢ Endothelin, NO, bradykinin ➢ Glucose

١- ال kideny تعتبر محافظ رئيسي على التوازن الداخلي للجسم بحيث انها بتنظم ال extracellular fluid volume وتنظم ال blood pressure وال Acid bace، بالتالي بدونها ال Homeostasis will fall down.

٢-ال kideny تعتبر مصفاة تخرج الأشياء الزائدة عن حاجة الجسم وراح نتكلم عن كل جزء بشو مختص ال excretion، ومهم جدا بإخراج الهرمونات مثل الإنسولين

Clinical prospective.

االأصحاء ما عندهم مشاكل بالإنسولين بالتالي بيخرج بواسطة ال kideny بشكل طبيعي ولكن مرضى ال diabetes زي ما بنعرف بصير عندهم مشاكل بال kideny function . طيب شو بهمني كطبيب؟ بهمني انه زي ما حكينا بالإندو انه علاج السكري هو اني اعطي المريض إنسولين وبنفس الوقت هذه الجرعة لازم تكون متناسبة مع حالة ال kideny للمريض.

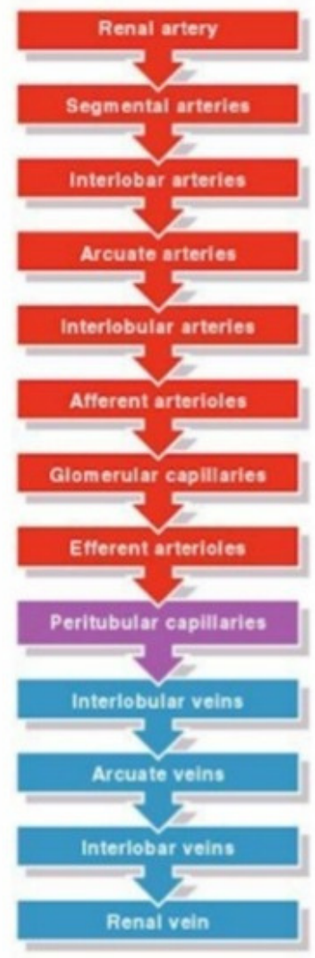
٣-ال kideny تعتبر endocrine, paracrine وبتفرز العديد من ال biological substances المهمين بالتالي لما يصير فيها مشكلة راح يقل انتاجهم

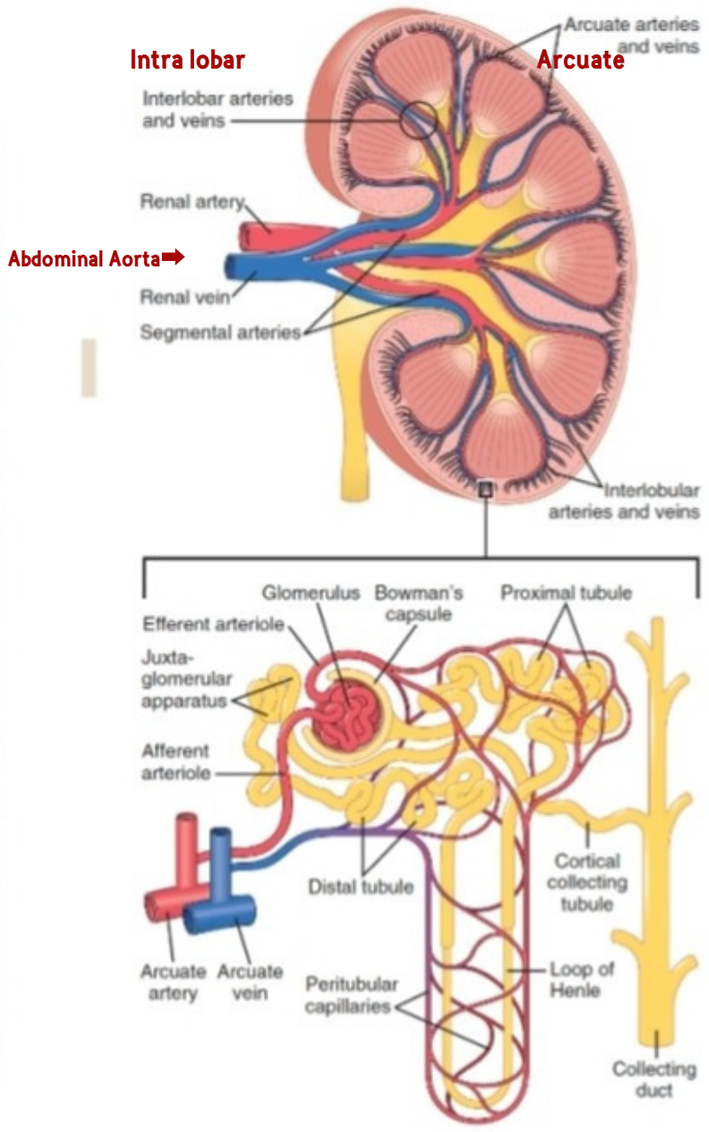
Genitourinary system

اقرأو الشرح تحت ثم راجعو من الرسم

Renal Blood Supply

Blood flow to both kidneys~22% CO = 1100 ml/min.





بهمنا نعرف الblood supply عشان نفهم الوظيفة✅

أول شيء الkidney لأهميتها رب العالمين بزودها بblood supply من الabdominal aorta إلى الtow renal arteries واحد بروح لليمين والثاني يروح للشمال .

داخل الkideny بتفرع أكثر وبعطينا الsegmental arteries وبعدين بيدخلو بين الlopes وبصير عنا interlobar arteries وهذول بيتقوسو وبيلفو (كما هو موضح بالصورة) ولما يتقوسون بنسميهم Arcuate arteries (لاحظو مكانهم بالصورة وبالمناسبة كلمة arcuate معناها قوس) بعدين يعطوني شي بنسميه interlobular arteries (نلاحظ شكلهم زي الشعرات) ، وبعدين هذول بعطوني شي بنسميه Afferent arterioles ونسميه Afferent لأنه داخل بالglomerulars ولما يخرج معنا بنصير نسميه Efferent arterioles .

إذا نقدر نقول أن الglomerular هي مكان anastomosing بين Afferen and Efferent arteries داخل وطالع.

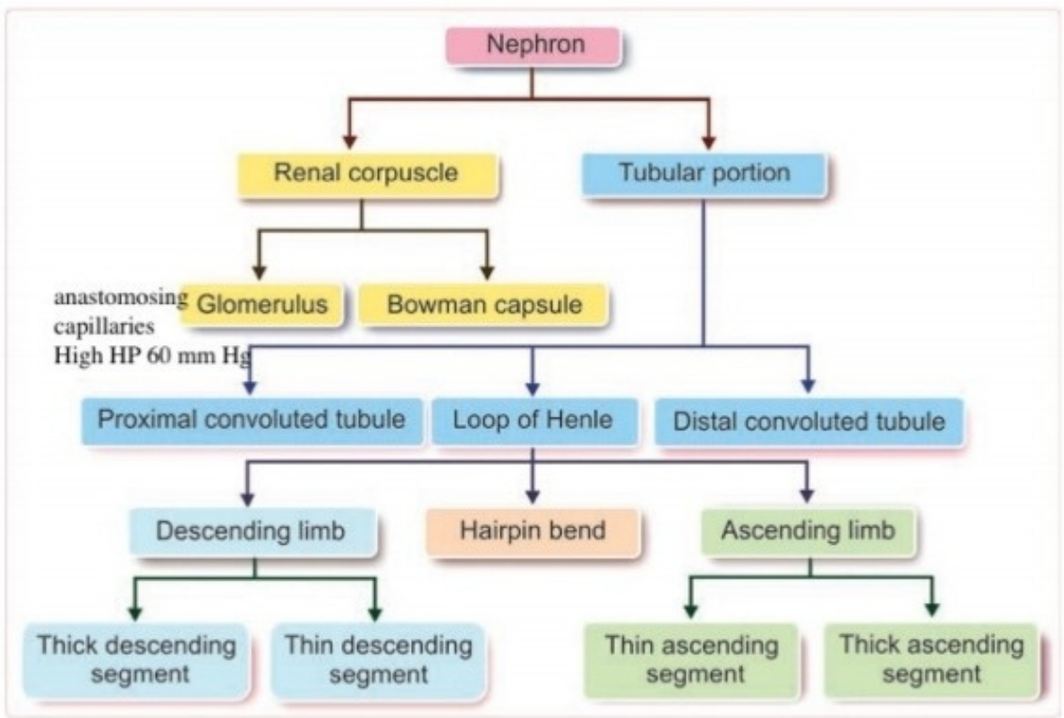
وبس يطلع بيكمل حوالين الtubule وبسميه Peritubular capiliares، وبرجعو عالvenous return بنفس الأسماء بالعكس.

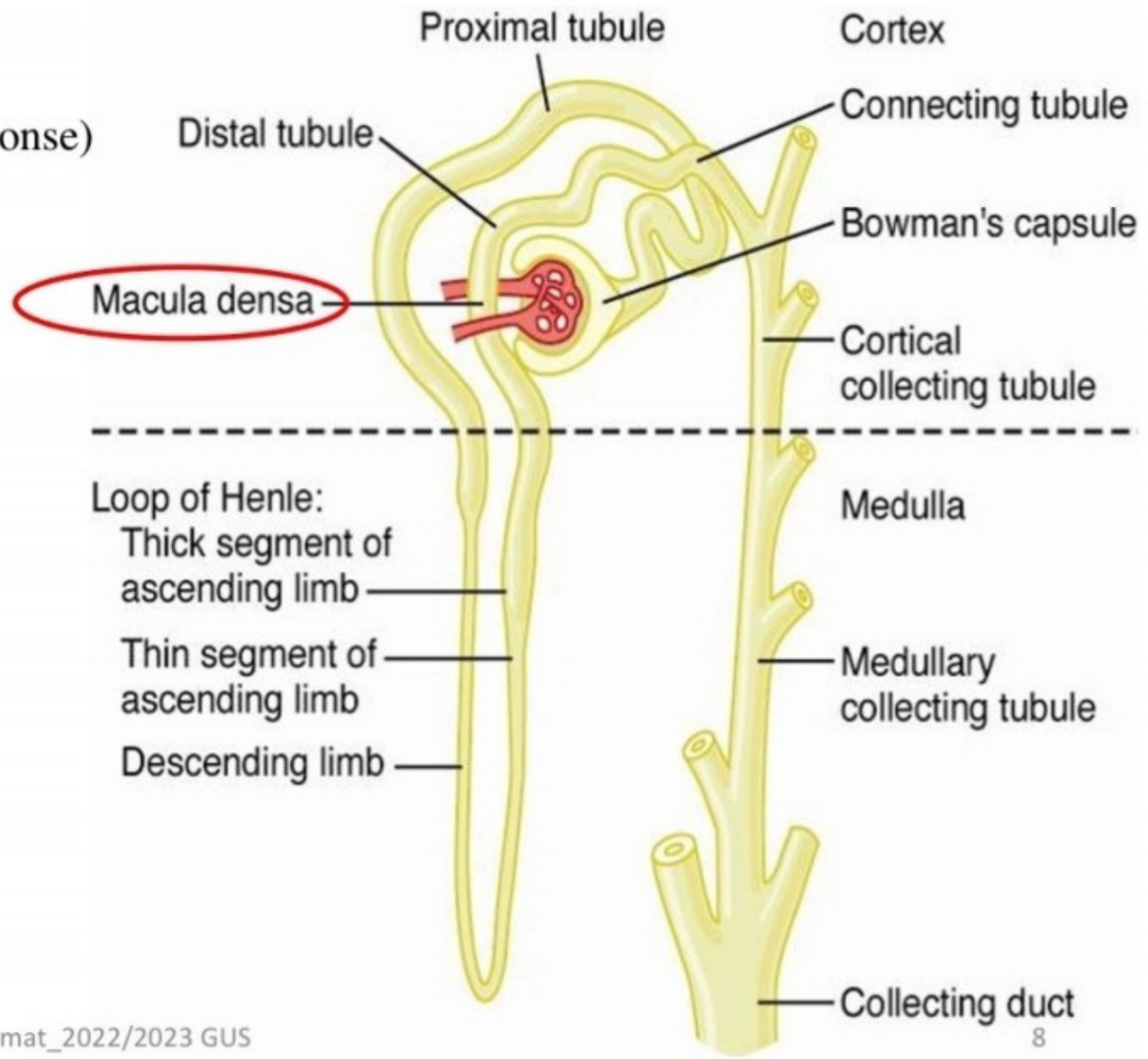
الblood flow اللي بوصل للtow kideny يعادل 22% من كل الcardiac output

Genitourinary system

Nephron

functional unit of the kidney
800K-1M nephrons/kidney, ↓ with ageing (adaptive response)





نيجي للnephron وهاي تعتبر الstructural unit للkideny وكل nephron هو كلية مصغرة.
كل كلية فيها تقريبا مليون nephron وبيقلوا مع العمر ومع الفقدان هذا بيصير بالمقابل
عنا response تعويضي فالجسم بيتأقلم على هذا الفقدان وبيضل المحافظ على وظائف الkideny.

الnephron نقسمه إلى renal copuscle و tubular portion. (هذا التقسيم فسيولوجي وليس تشريحي)

الrenal corpuscle تمثل الglomerulus اللي حكينا عنها مكان الanastomosing وكمان تمثل
الBowman capsule وهذا يحيط بالGlomerulus والضغط داخل الglomerulus عالي يعادل 60 mmhg
وهذا الضغط مهم عشان تصير عملية الfiltration.

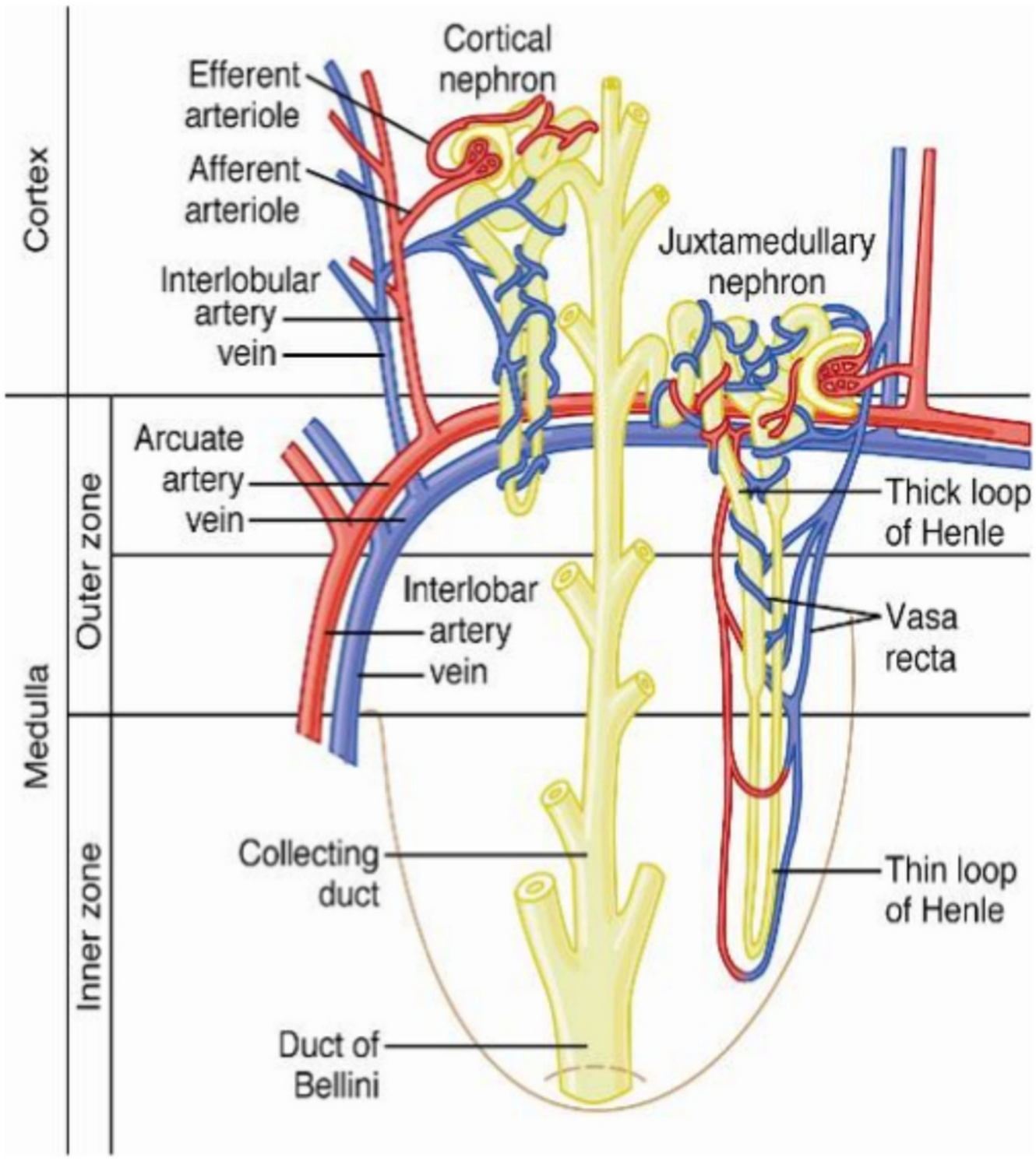
Genitourinary system

Regional Differences in Nephron Structure: Cortical & Juxtamedullary Nephrons

ال nephron من ناحية ال function نقسمهم الى tow parts .

Features	Cortical nephron	Juxtamedullary nephron
Percentage	85%	15%
Situation of renal corpuscle	Outer cortex near the periphery	Inner cortex near medulla
Loop of Henle	Short	Long
	Hairpin bend penetrates only up to outer zone of medulla	Hairpin bend penetrates up to the tip of papilla
Blood supply to tubule	Peritubular capillaries	Vasa recta
Function	Formation of urine	Mainly the concentration of urine and also formation of urine

نلاحظ انه loop of henle طويل بال juxtamedullary nephron وهذا مهم لأنه فيه بركز ال urine وكلاهما الهم دور بال formation of urine.

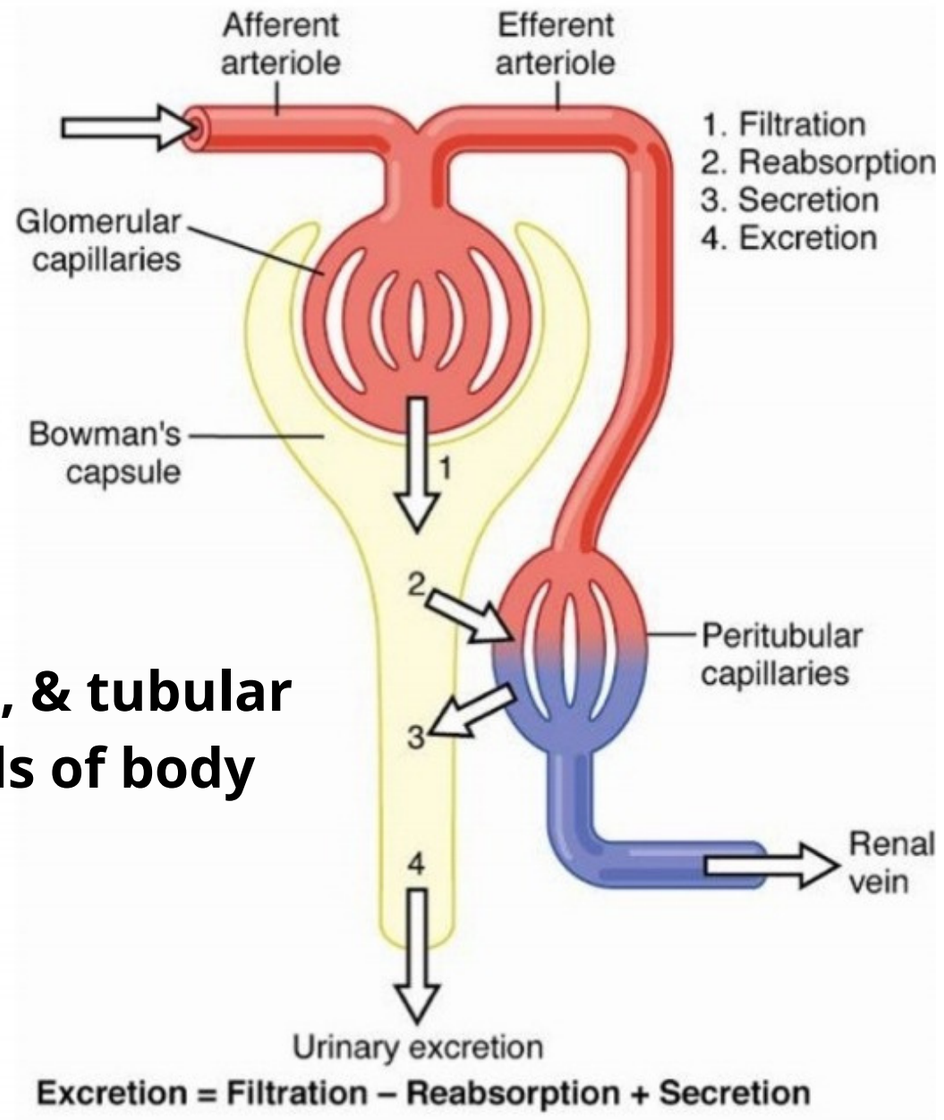


Genitourinary system

اقرأو الفقرة وشوفو كيف جبنا المعادلة.

Basic Mechanisms of Urine Formation

Glomerular filtration, tubular reabsorption, & tubular secretion are regulated according to needs of body



عندنا ٣ طرق لتكوين الurine وعندنا طريقة تقلل من انتاجه (ركزو بالفقرة وهيه سهلة باذن الله):

١-Filtration: الglomerulus تعتبر مثل المصفاة فراح تصير البلازما تخرج منها وتروح للBowmans capsule باتجاه الproximal tubules . وهذا هو مبدأ الفلترة.

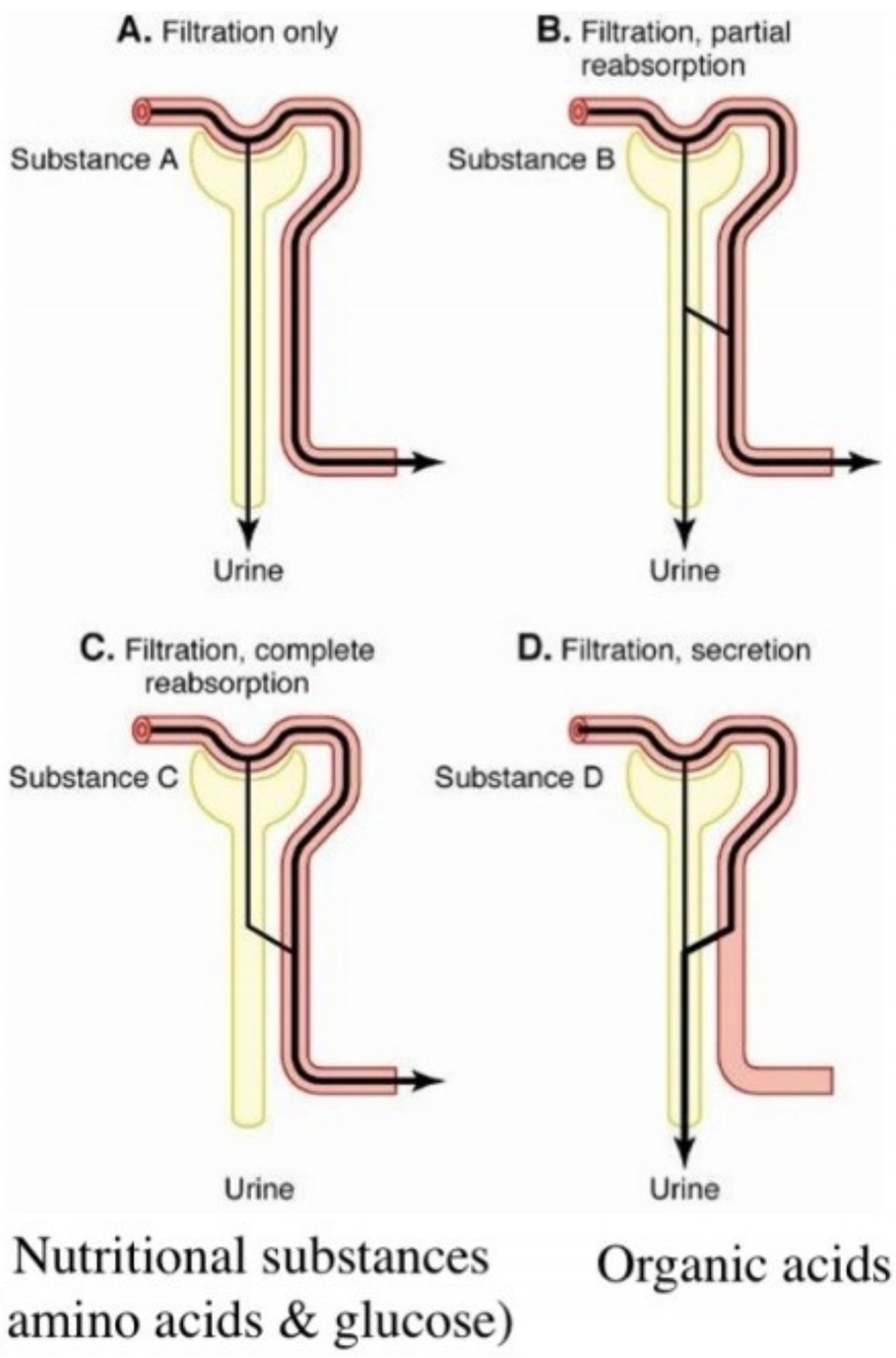
٢-بعد ما صار الترشيح، اذا في شي الجسم محتاجه وما بده يتركه هيصير عنا Reabsorbtion (اذا الreabsorbtion قلل من الurine)، أو ممكن يصير عنا secretion للمواد اللي انحاشت😅 من الglomerulus وراحت باتجاه الefferent بس الجسم ما بحتاجها فبضل وراها وبعمللها secretion.

المحصلة هيه الExcretion وبنقدر نحسبها رياضيا لما نطرح الreabsorbtion من الfiltration وبعدين نجمع ناتج الطرح مع الsecretion

Excretion = Filtration – Reabsorbtion + Secretion

Genitourinary system

Renal Handling of Different Substances



هسا مش احنا بالصفحة الماضية تكلمنا عن عدة عمليات بتصير لتكوين الurine .

الحين نبي نعرف انه:

١- بعض الsubstances بصيرلها Filtration فقط! مثل الcreatinine

CLINICAL PROSPECTIVE:

لو لا سمح الله صار خلل بالNephron وبطل الcreatinine يتفلتر ويطلع، اللي راح يصير انه الlevel تاعه راح يزيد بالcirculation فبعرف انه المريض عنده خلل بالkideny.

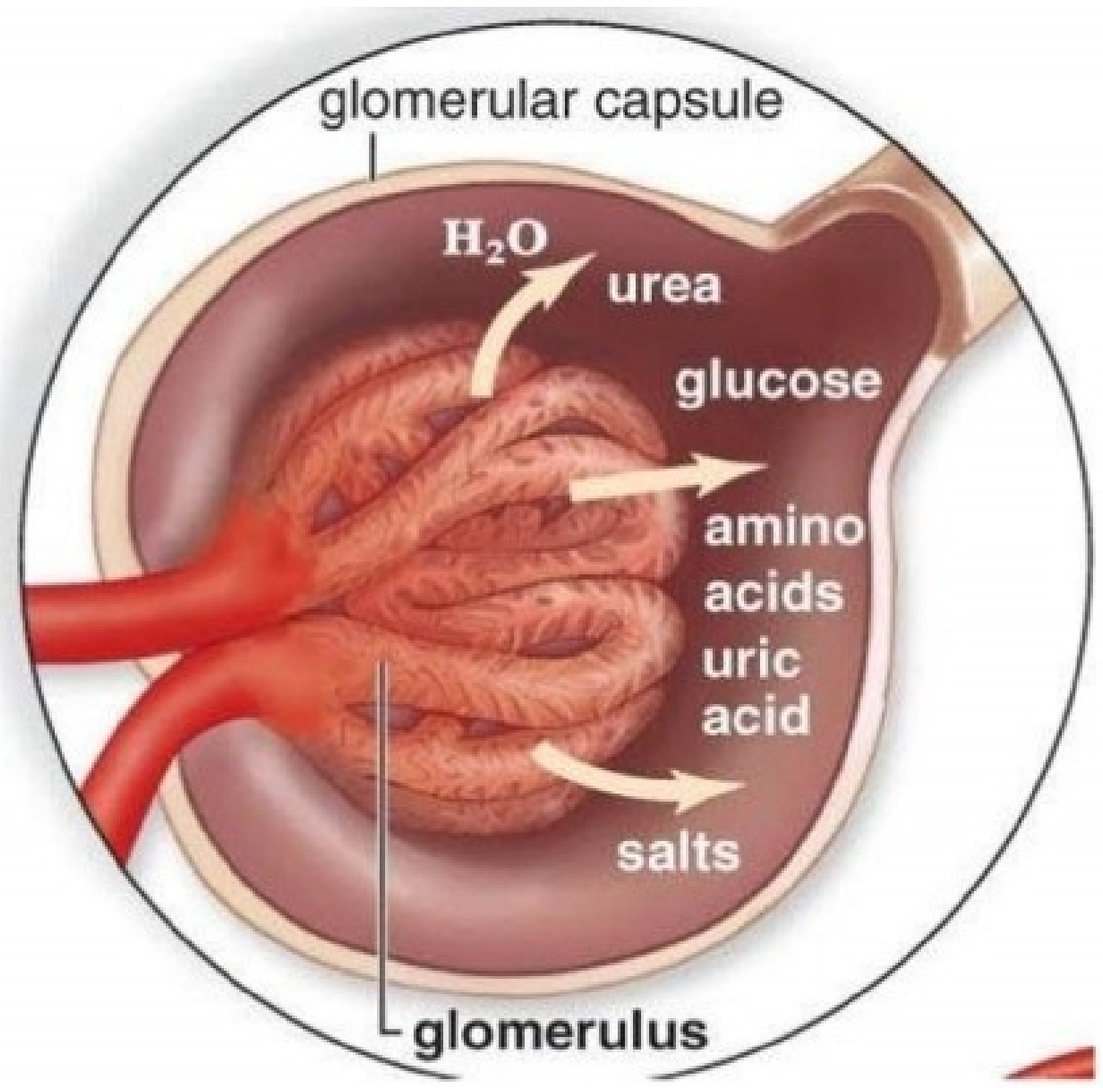
٢-وكمان عندنا مواد بتتفلتر ولكن بصيرلها Complete reabsotption مثل الجلوكوز والA.A، (ممنوع تخرج!) بالتالي لو سويت urine test وحصلت جلوكوز اعرف انه في kideny problem.

٣-في مواد بصيرلها Filtration ثم Partial Reabsortion حسب حاجة الجسم لهم علما انه كلمة partial تعتبر فضفاضة لانه احيانا تكون النسبة 99%

٤-في عندنا مواد بعد الفلترة بصيرلها secretion راح نحكي عنهم بمحاضرات الacid base balance

Genitourinary system

Filtration



Filtration is non selective

والهدف منها اخلص من الtoxic substance

Genitourinary system

Glomerular capillary filtration barrier:

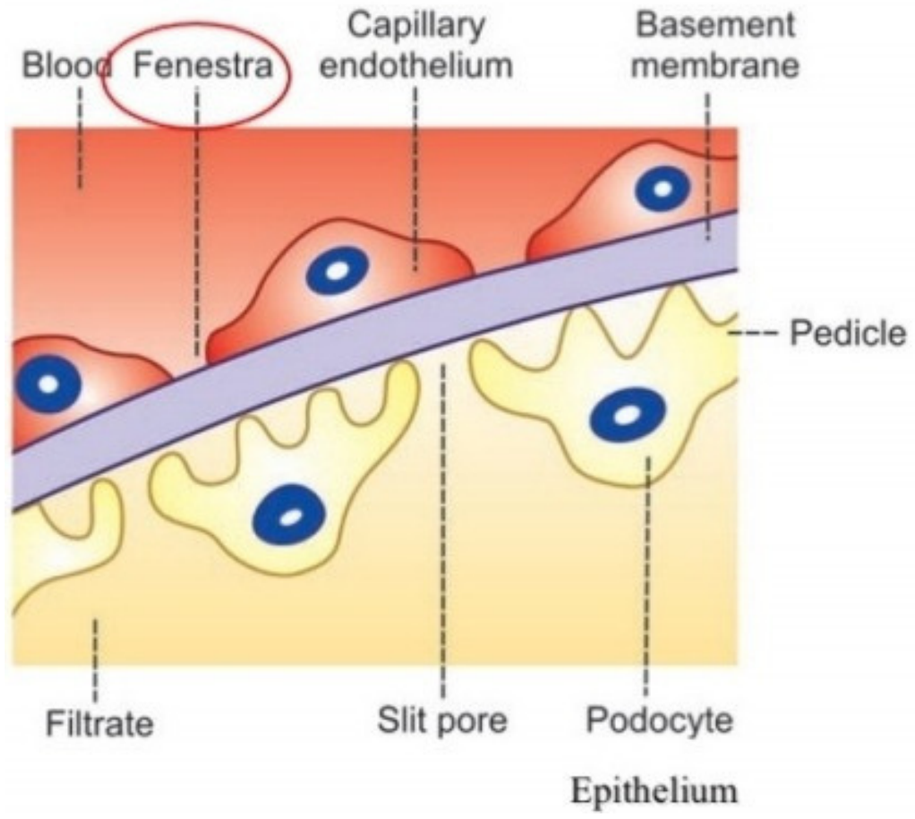
Fenestrated endothelium

-pores exclude blood cells and large plasma proteins

Basement membrane.

Proteoglycan gel/-ve charge

Epithelium/Podocytes: not continuous footlike processes Slit diaphragm pores



ال glomerular capillary filtration barrier هو الحاجز اللي بتحكم بال filtration ومكون من ٣ طبقات

الطبقة الأولى: هو ال Endothelium وفيه مخارج (pores) بطلعو منه وال pores هاي بقدر اسميها fenestra وبيطلعلي اغلب الأشياء ما عدا ال plasma proteins وال RBC .

الطبقة الثانية: Basememt membrane ومكون من proteoglycan اللي شحنتهم سالبة بالتالي هاي برضو بتمنع خروج البروتين ليش؟ لانه البروتين برضو شحنته سالبة وسالب مع سالب ضراير.

الطبقة الثالثة: Epithelieum واله اقدام بالتالي اسميه podocytes وبين كل قدم والثانية في فراغ للنفاذية بسميه slit pores.

Genitourinary system

Filterability of Solutes Across Glomerular Barrier

ما هي العوامل التي تؤثر على النفاذية؟

I• Molecular size (inverse relationship)

2• Electrical charge (–ve charged large molecules are filtered less easily than +ve charged molecules of equal molecular size due to electrostatic repulsion, any defect proteinuria/albuminuria

3•Shape (rigid or deformable)

النقطة الثانية مثل ما ذكرنا بالصفحة الماضية انه الBasement membrane سالب بالتالي هيحب ينفذ المواد الموجبة
والنقطة الثالثة المادة الصلبة (rigid) نفاذيتها اصعب من الdeformable لانه الاخيرة ممكن تندحش وتنفذ

Filterability of I.0 means substance is filtered as freely as water; [plasma] =[Bowman's capsule]

Filterability of 0.75 =substance is filtered only 75% as rapidly as water.

TABLE 27-1 FILTERABILITY OF SUBSTANCES BY GLOMERULAR CAPILLARIES BASED ON MOLECULAR WEIGHT

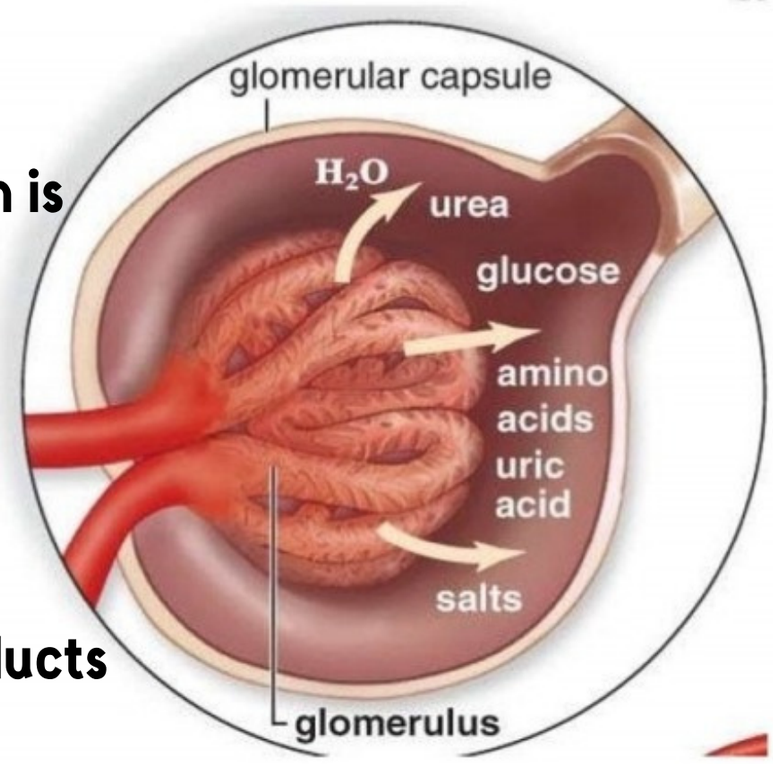
أسرع مادة بالنفاذية هيه الماء بالتالي معاملها واحد

Substance	Molecular Weight	Filterability
Water	18	1.0
Sodium	23	1.0
Glucose	180	1.0
Inulin	5500	1.0
Myoglobin	17,000	0.75
Albumin	69,000	0.005

المعامل = I ،نفاذية سريعة مثل الماء

المعامل أقل من I ،نفاذية أبطأ

Genitourinary system



Filtration : not selective → Glomerular filtrate composition is about the same as plasma, except for large proteins

No blood cells

Ca & FA bound to protein→ ↓ [] in filtrate

Importance of Glomerular Filtration→ Remove waste products

مثل ما حكينا الfiltration non selective وهناك مواد لا تسمح بنفاذيتها.

وكمان ملاحظة: قلنا انه الRBC ممنوع نفاذها بالتالي لو شفت أكثر من 5 RBC في الurine معناته في مشكلة بأول Barrier اخذناه وهو الFenstrated endothelium

فكرة سؤال سابق جابته الدكتورة:

في مواد غالبا تكون مرتبطة بالبروتين مش free مثل الكالسيوم والF.A ، ففكرة السؤال هو أنه الكالسيوم المربوط ببروتين وين هيكون موجود أكثر بالfiltrate ولا بالGlomerular الجواب بشكل بديهي هو الGlomerular لانه ممنوع يترشح.

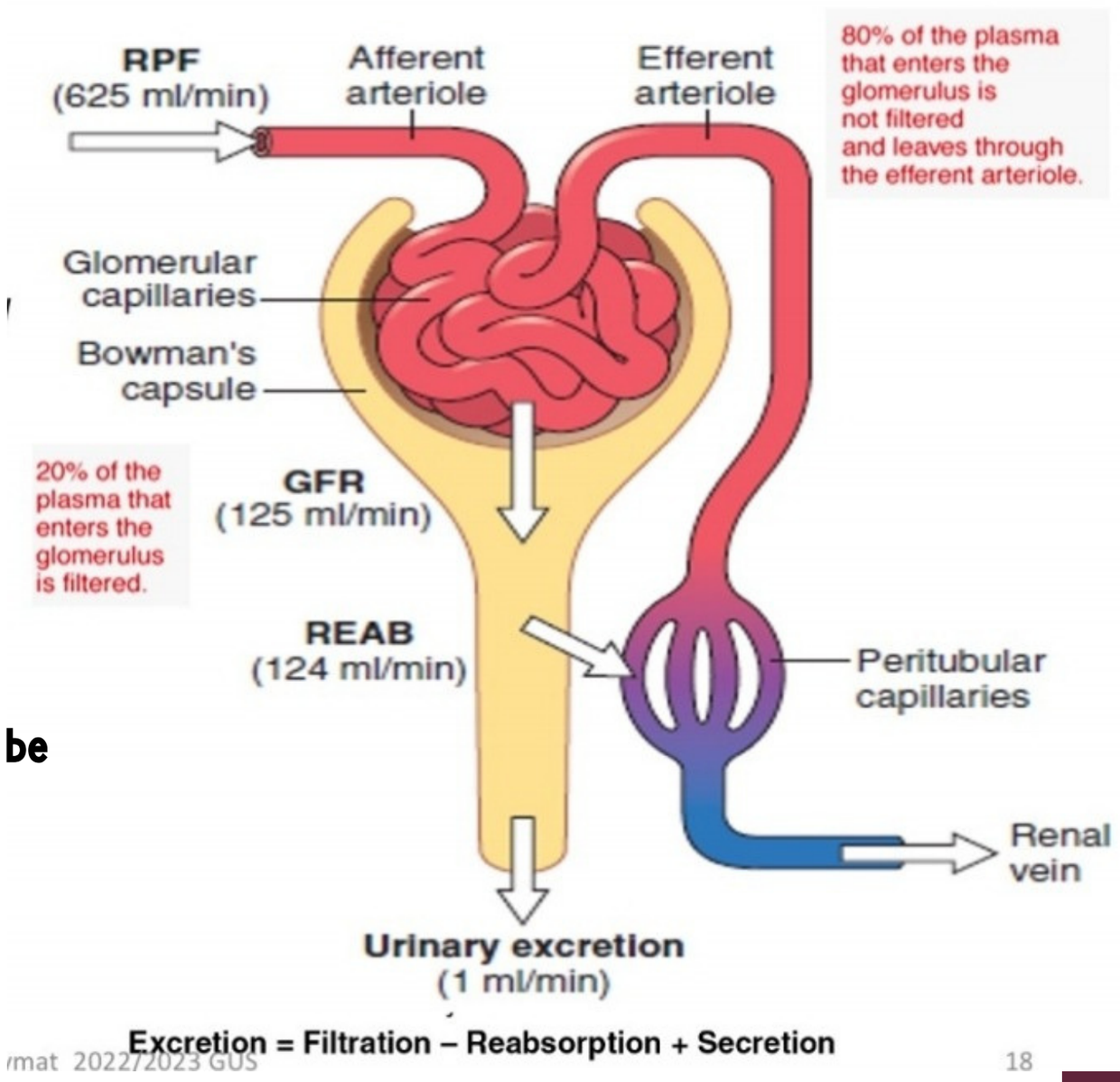
Genitourinary system

الأن راح نحكي عن شوية terma حياكم تحت بالشرح أول

Average values for total RPF, GFR, tubular reabsorption, and urine flow rate

Glomerular filtration rate (GFR): the volume of fluid filtered from the kidney's glomerular capillaries into Bowman's capsule per unit time

renal plasma flow (RPF): the volume of blood plasma delivered to the kidneys per unit time.



Normal Values:

GFR 125 ml/min or 180 L/day→ entire plasma can be filtered and processed about 60 times/day.

GFR ، RPF ➡علاقة طردية

GFR= factor * RPF

Filtration fraction (FF) GFR/RPF

125/625=0.2

ال RPF هيه كمية البلازما الواصلة الى ال kideny بوحدة الزمن.

ال RPF (حفظ) = 625ml/min.

ال GFR هيه قديش عندي من ال plasma blood flow اللي وصلت بصيرله filtration وتساوي 125.

الأن بقدر احكي انه 20% من البلازما اللي وصلت صارلها filtration. و 80% ما بتتفلتر وتروح لل Efferent

ممكن نفهمها بطريقة ثانية كالأتي(عندي شاحنة محملة ب ١٠٠ علبة دوا، وال ١٠٠ هو هيه ال RPF والشاحة راحت لنقطة X وحصت هاي النقطة هيه ٢٠ علبة دوا وهاي الحصة هيه تمثل ال GFR.

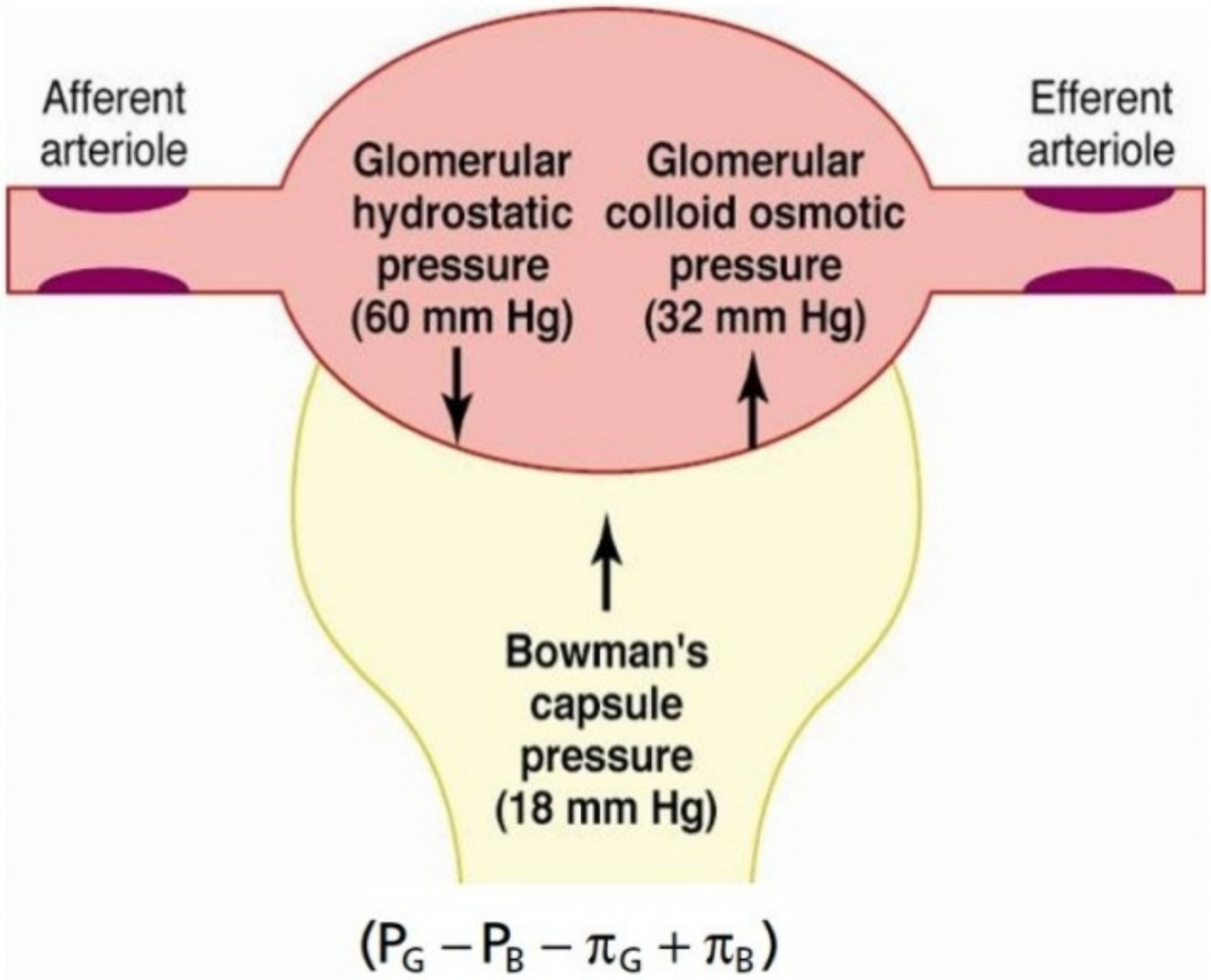
الان بقدر استنتج انه منطقيا كل ما زاد ال RPF هيزيد ال GFR (علاقة طردية) وبقدر امثلها رياضيا ك filtration fraction.

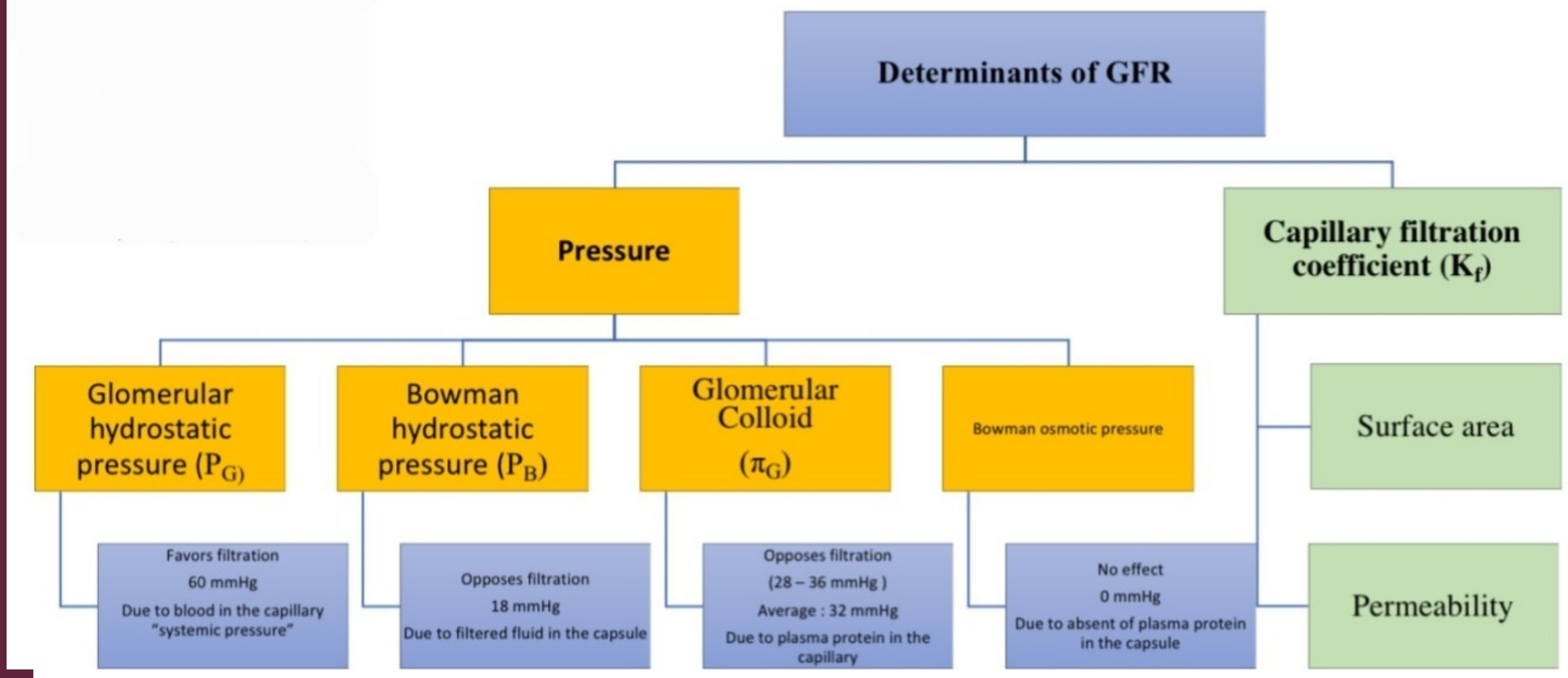
مهم نفهم السالفة لقدام هنرجعلها❤️

بفضل الله دمنا يوميا بتصفى 60 مرة ولكن مرضى ال renal failure اعانهم الله يوميا بعملو غسيل كلى

Genitourinary system

الشرح في الصفحة الجاية:

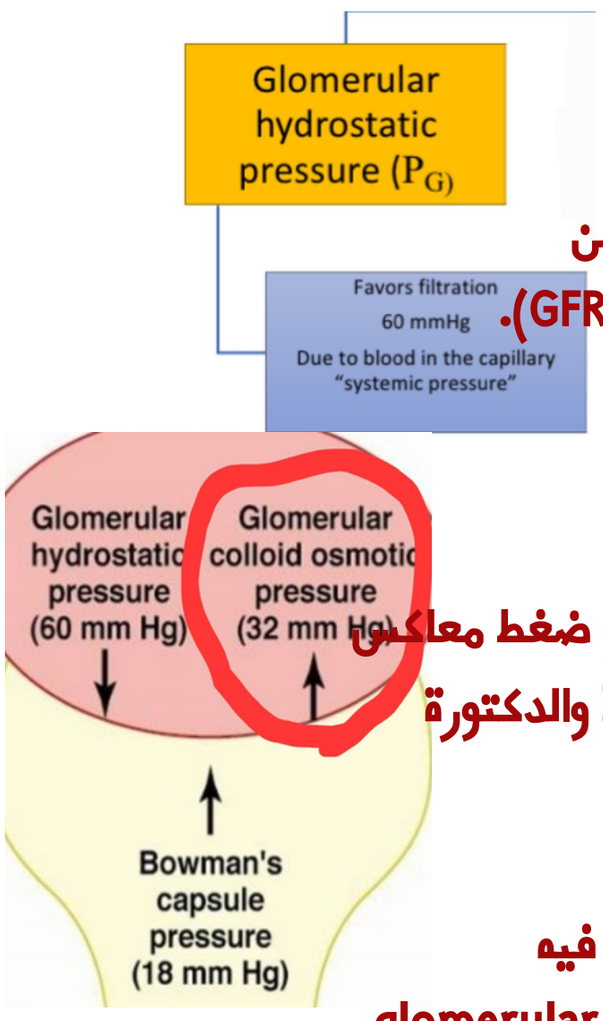




Genitourinary system

العوامل المؤثرة على اليGFR نقسمها إلى شقين، ١- pressure و2- Capillary filtration coefficient .
العامل الرئيسي هو الpressure.

بالنسبة للpressure بقدر أقسمه لقسمين حسب المحتوى ، ١-ضغط متعلق بوجود السائل ٢-ضغط متعلق بوجود البروتين. وهذول الإثنين برضو بقسمهم حسب المكان
وعندي مكانين هما Glomerular وبعديه الBowman (اللي نسي علاقتهم يرجع لصفحة ٧ النقطة الأولى لما شرحناهم❤) والضغط جوا الGlomerular بتفوق على الBowman بالتالي بصير الإرتشاح من الGlomerular للbowman



١-Glomerular hydostatic pressure:
حكينا ببداية السلايدات عندي بالglomerular ضغط قيمته 60mmHg نتيجة الدم القادم من الsystemic circulation (الدكتورة اكدت انه مهم نعرف انه العامل الأهم في تحديد الGFR).
الرقم الوحيد الحفظ هو قيمته اللي تساوي 60mmHg<

٢-Glomerular colloid:
حكينا انه البروتينات ما بتدخل عالbowman وبتضل بالglomerular، اذا هيضلو وهيولدو ضغط معاكس للفلترة يعني زي كأنهم بحاولو يسحبو بالسوائل اللي تفلترت. والضغط تاعهم قيمته 28-36 والدكتورة حكت مش حفظ هالأرقام.

٣-Bowman hydrostatic: السوائل اللي دخلت هتولد ضغط معاكس للاتجاه اللي دخلت فيه ولكن بتكون قيمته قليلة تساوي ١٨mmHg بالتالي هيضل اتجاه الترشيح زي ما هو من الglomerular إلى Bowman.

٤-Bowman osmotic pressure: وهذا يساوي صفر لأنه حكينا البروتين ما بصيرله فلترة.

الcapillary filtration coefficient: العامل الرئيسي الثاني يقسم ببساطة إلى:
١-surface area: كل ما زادت تزيد الفلترة✅
٢-permeability: كل ما زادت تزيد الفلترة✅
عند مرضى الضغط زيادة الthickness تقلل الpermiability.

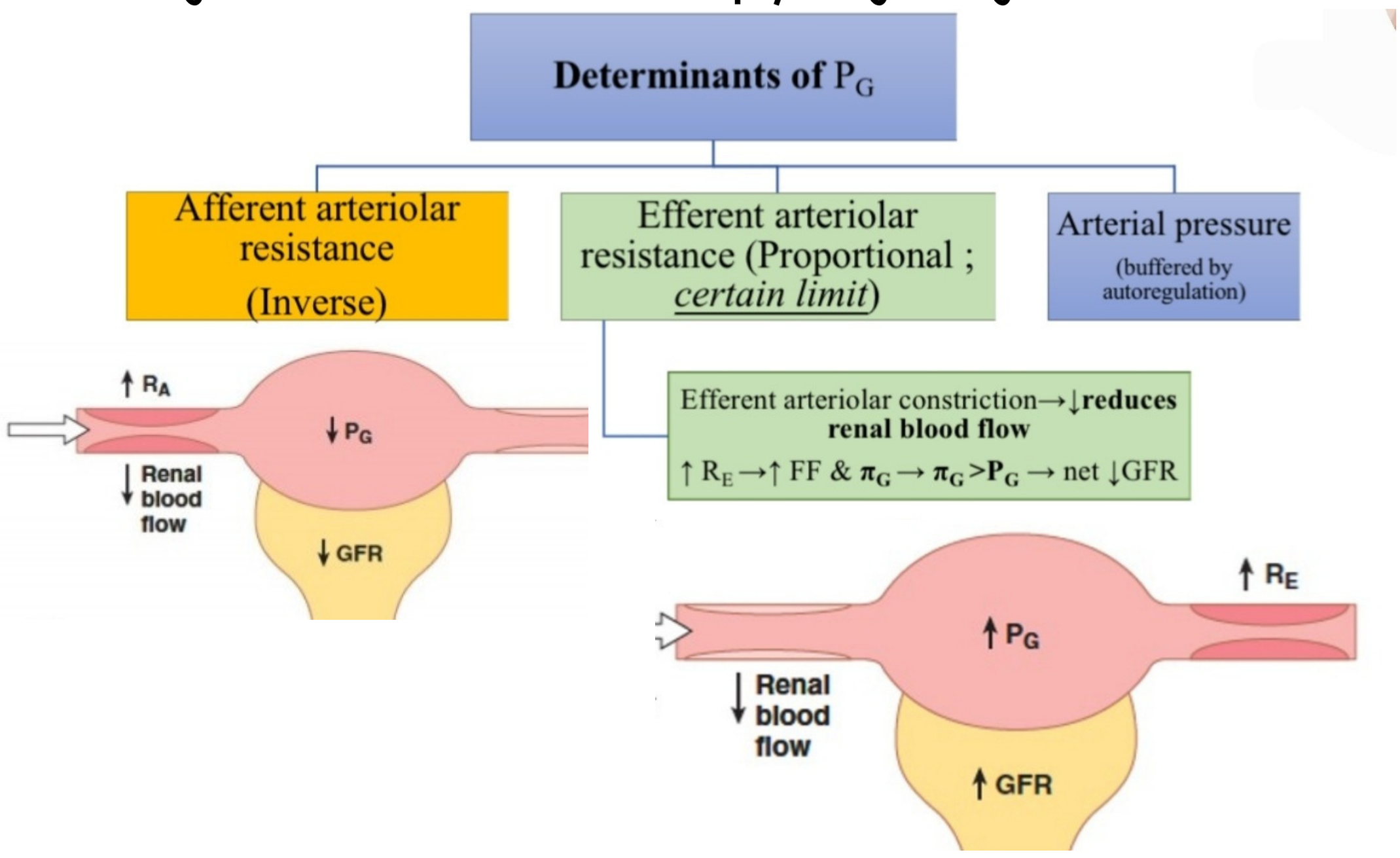
Genitourinary system

طيب ما هي العوامل اللي تؤثر على الGlomerular hydrostatic pressure:

Determinants of PG

↑ PG → ↑ GFR

Changes in PG serve as the means for physiological regulation of GFR.



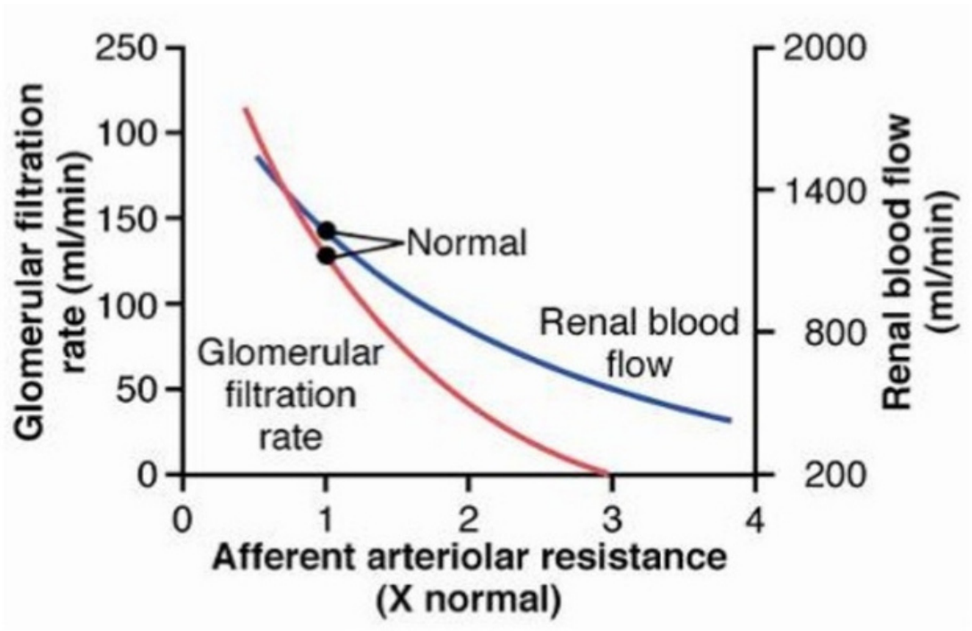
نتتبه انه الafferent والefferent بأثرو عالPg بشكل متناقض،يعني لو صار Vasoconstriction بالafferent راح يقل عندي الدخول وهتزيد الresistance وبديهيا بقل الPg

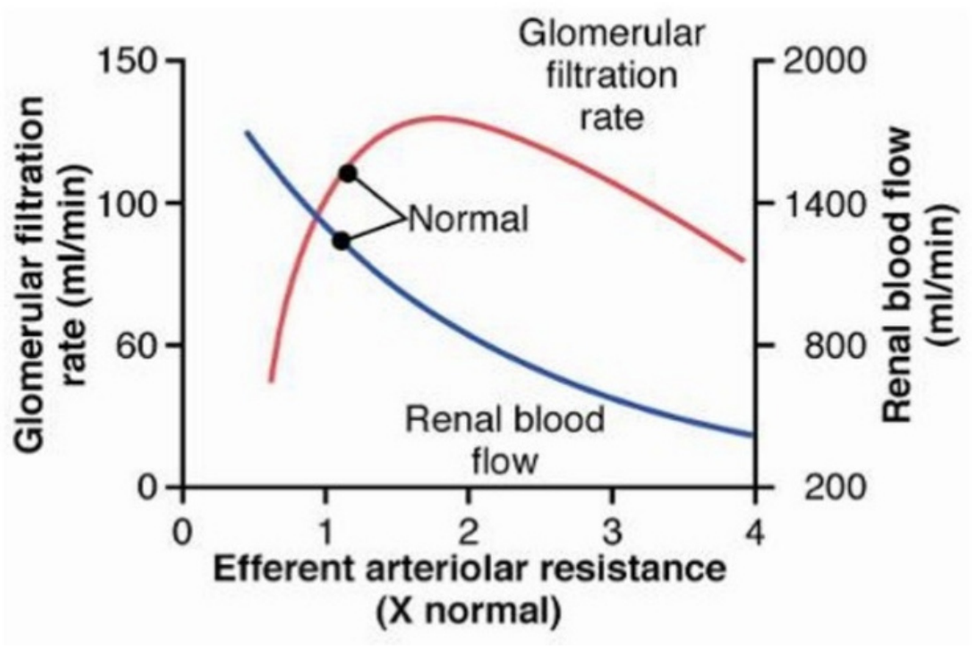
بينما لو صار vasoconstriction بالefferent هيصير في حشد وتجمع اكثر بالglomerular بالتالي زيادة بالpg بس مش عطول لانه بعدين هتصير عملية الفلترة والبروتينات اللي ما تفلترت هتتجمع بالglomerular وتزيد من الcolloid pressure بالتالي هيقل الGFR .

الخلاصة efferent: الGFR هيزيد بالبداية ثم يقل.

Genitourinary system

Effect of changes in afferent arteriolar or efferent arteriolar resistance





نفس المبدأ اللي شرحناه بالصفحة السابقة

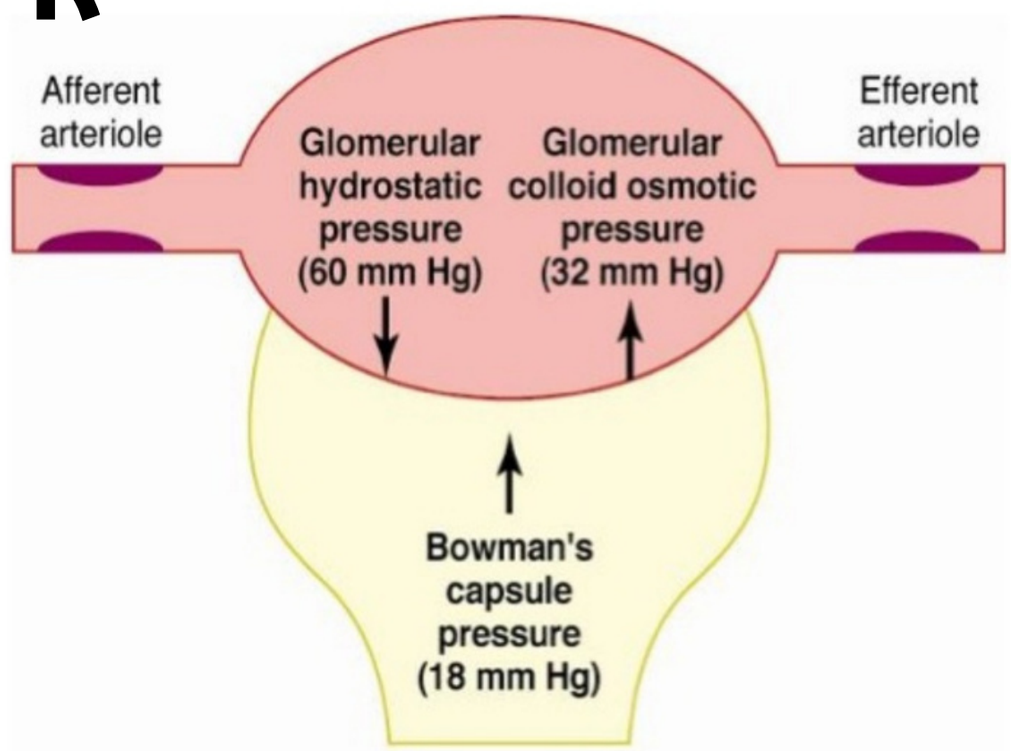
Genitourinary system

Bowman's Capsule hydrostatic Pressure (PB)

- **Tubular Obstruction**

kidney stones

tubular necrosis ⟶ ↑ **GFR**

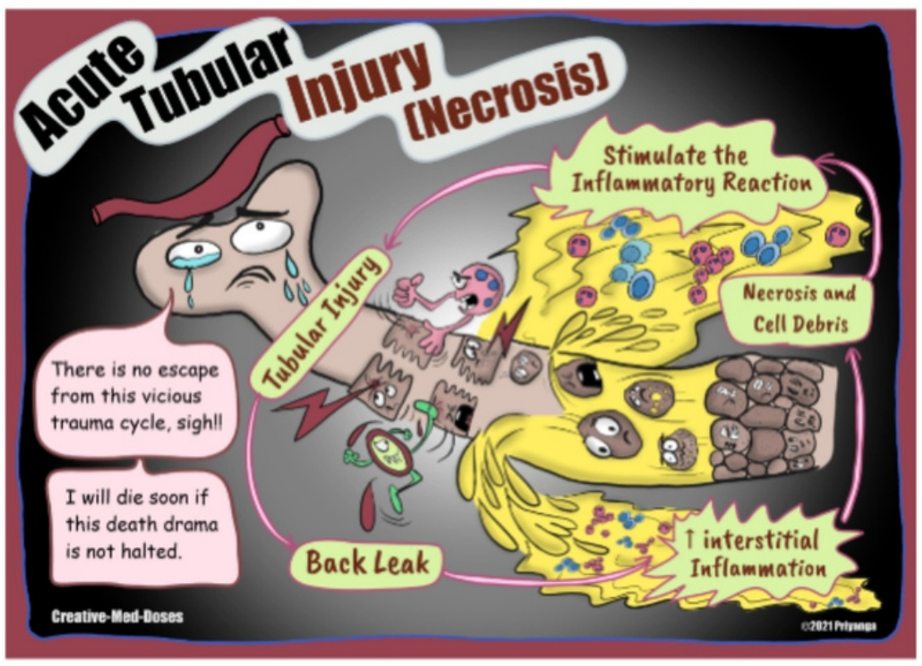


•Urinary tract obstruction

Prostate hypertrophy/cancer

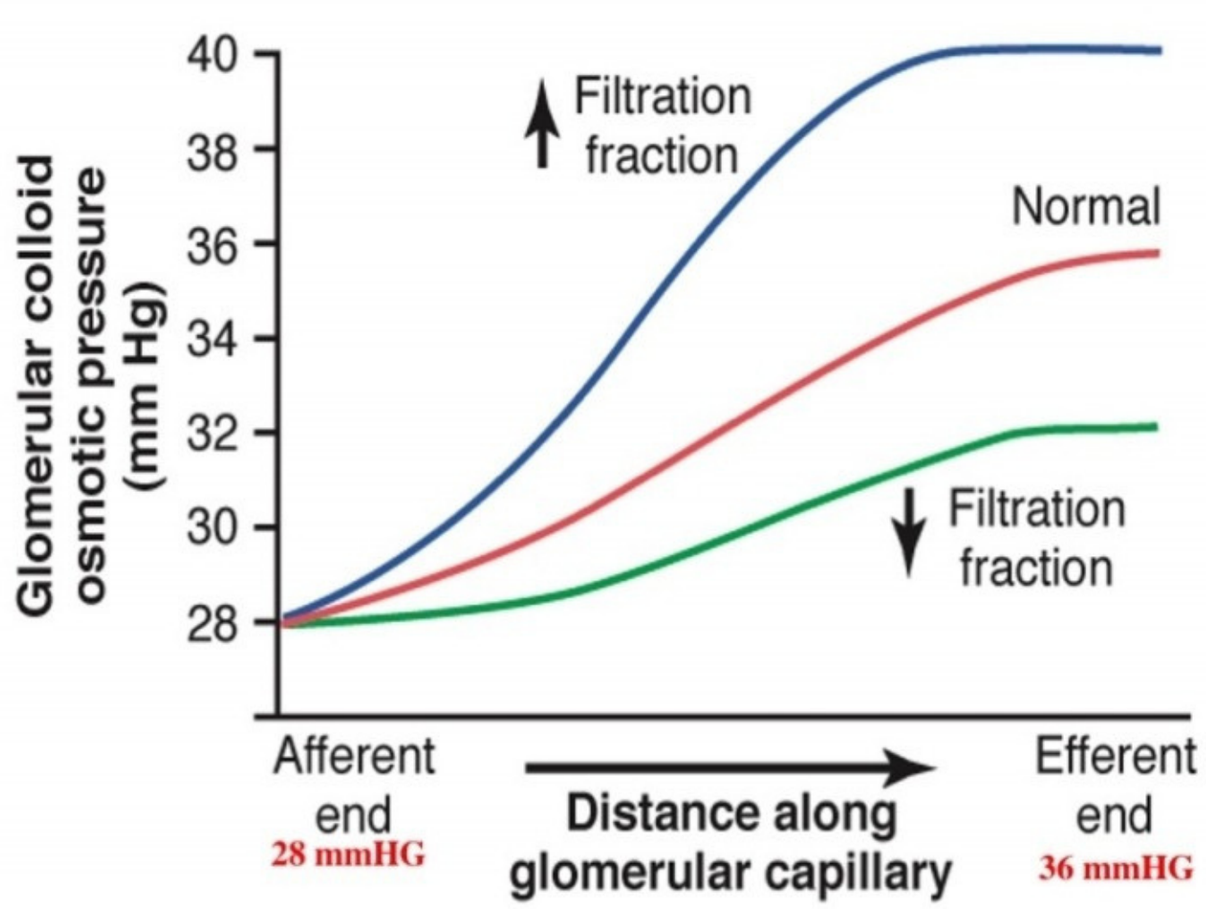
مثل ما شرحنا سابقا ولكن هون في أمثلة.

الBowman capsule hydrostatic pressure هو معاكس للفلترة بالتالي زيادته تقلل من الGFR



Genitourinary system

Increase in colloid osmotic pressure in plasma reduces GFR



[plasma protein] ↑ about 20%, due to filtration of plasma→ concentrating glomerular proteins

ال filtration fraction اللي تكلمنا عنه سابقا بتأثرا بعاملين، اما ال GFR او ال RPF ولكن غالبا بال RPF.
وحكينا كمان انه ال GFR وRPF بتأثرو لو صار عندي constriction بال Afferent او ال Efferen

طيب هسا تركيز البروتين وين هيكون أكثر شيء، هل عند ال afferent ولا ال efferent. الإجابة عند ال efferent لانه هون بكون في كثير سؤال خلص ترشحت والبروتين ممنوع يترشح فهيكون نسبته منيحة بينما بال afferent بكون لسا تو الناس ما في ترشح صار والسوائل موجودة بكثرة.

الأن بنائا على هذا الكلام لو صار عندي اي pathological disorder وزاد ال filtration fraction يعني صار في سوائل اكثر قاعدة بتدخل، هيزيد تركيز البروتين ويزيد ال colloid pressure

ولو صار العكس وصل ال filtration fraction راح تقل السوائل اللي تدخل بالتالي تركيز البروتين راح يقل ويقل ال colloid pressure.

Genitourinary system

Factors Influencing Glomerular Capillary Oncotic/colloid Pressure (π)

++ intra-capillary proteins

- **Arterial Plasma Oncotic Pressure (ΠA)**

↑ ↑ → ↓ GFR

- **Filtration Fraction (FF)**

↑ FF→ ↑ → ↓ GFR

شرحنا كلشي هون بس خلينا ننوه كالاتي:
زيادة البروتينات تزيد من الcolloid pressure.
واذا زاد الcolloid بديهيا راح يقل الGFR.

Genitourinary system

عن علي بن أبي طالب رضي الله عنه قال: قال لي رسول الله صلى الله عليه وسلم : «قل: اللهم اهْدِنِي، وسَدِّدْنِي».

هذا العمل عن روح عمي شهيد الواجب

ادعوا له بالرحمة والمغفرة ولسائر موتانا وموتاكم ❤