



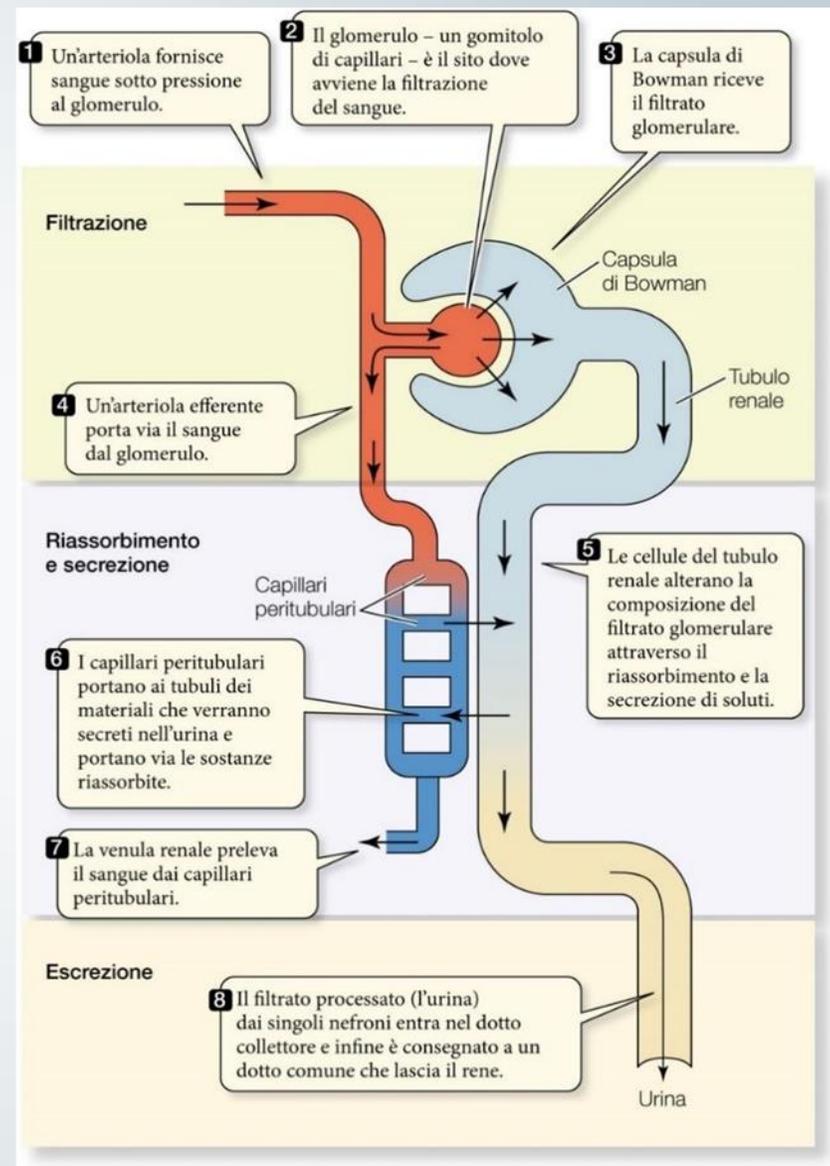
# La formazione e il percorso dell'urina

a cura di Antonio Incandela

## La formazione dell'urina

La formazione dell'urina avviene attraverso quattro fasi:

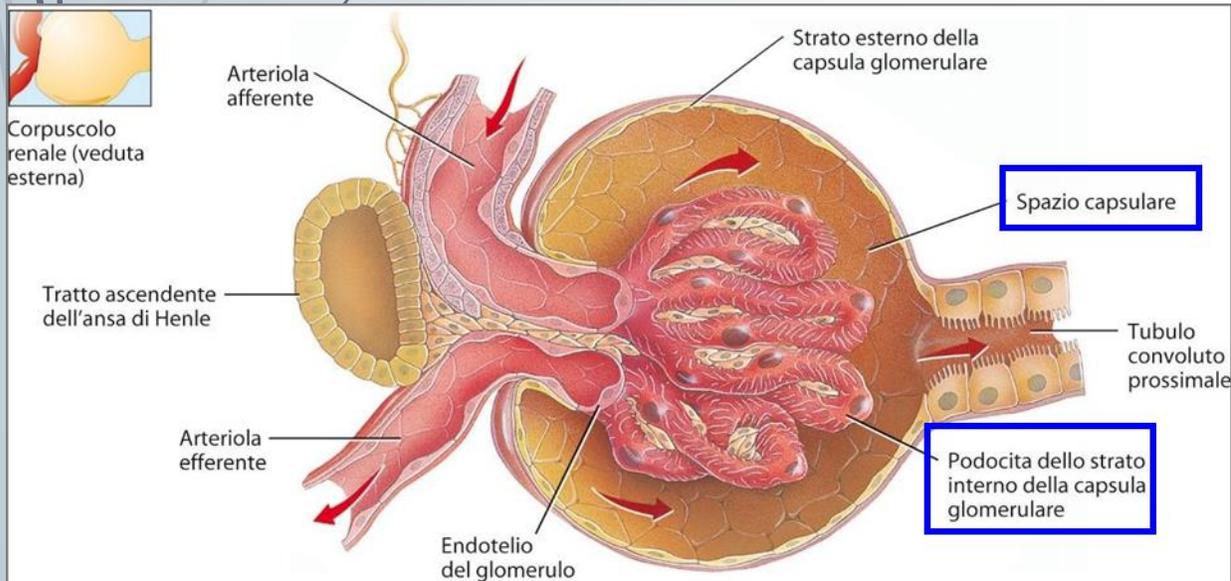
1. La filtrazione glomerulare
2. Il riassorbimento tubulare
3. La secrezione tubulare
4. L'escrezione



## La filtrazione glomerulare - 1

La **filtrazione** è il primo stadio della produzione dell'urina.

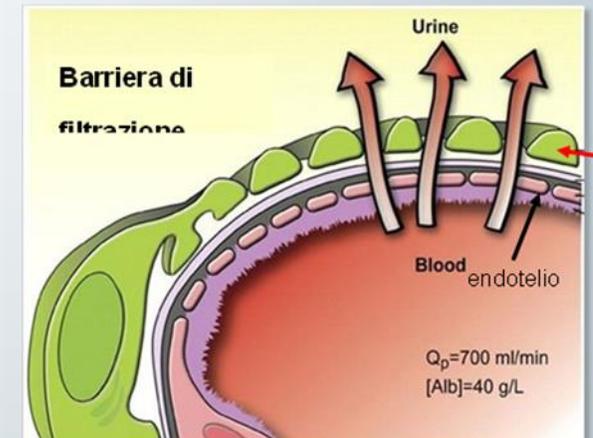
L'elevata pressione sanguigna all'interno del glomerulo spinge l'acqua e la maggior parte dei soluti ad attraversare la parete dei capillari glomerulari, formando il **filtrato glomerulare**.



La capsula di Bowman che circonda i capillari del glomerulo è costituita da due strati di cellule, separati dallo spazio capsulare.

Lo **strato esterno** della capsula è formato da epitelio pavimentoso semplice.

Lo **strato interno** è costituito dai **podociti**, che aderiscono alle cellule endoteliali dei capillari del glomerulo formando, insieme ad esse, una membrana filtrante che permette il passaggio di acqua e soluti a basso peso molecolare dal sangue nello spazio capsulare.

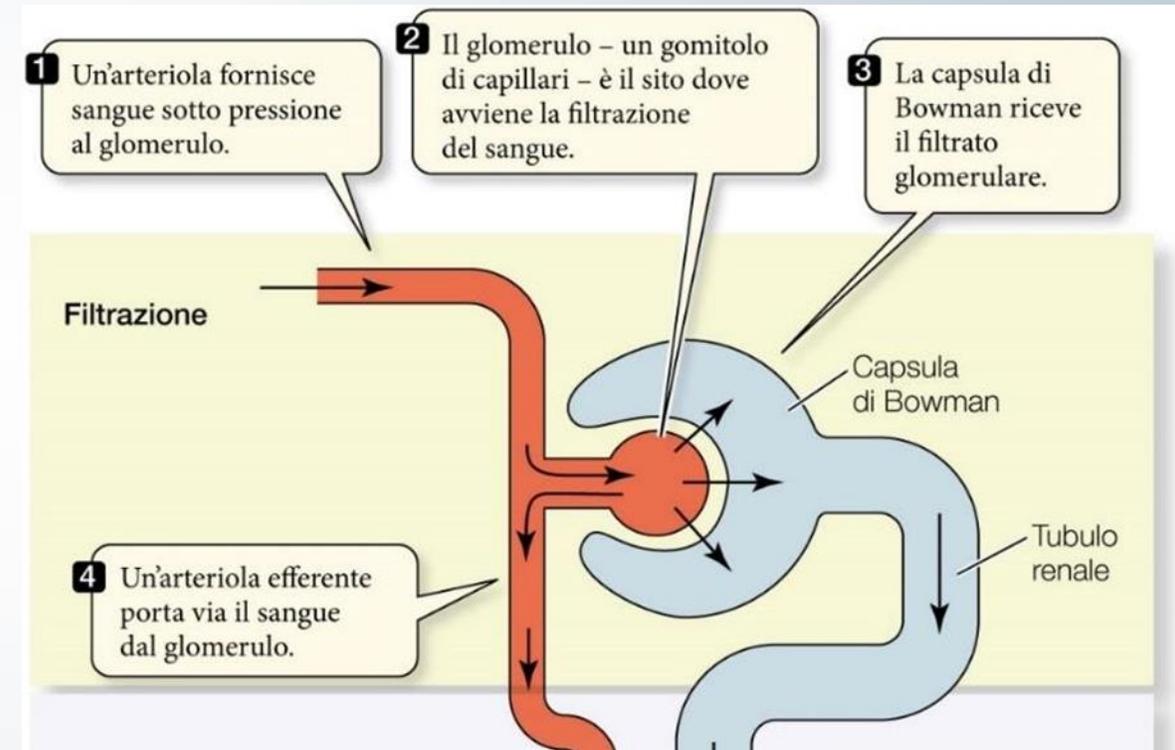


## La filtrazione glomerulare - 2

I globuli rossi e la maggior parte delle proteine plasmatiche sono troppo grandi per attraversare la membrana filtrante, per cui restano nel sangue e, pertanto, il **filtrato glomerulare** ha una composizione simile a quella del plasma ematico, ma è privo di soluti ad elevato peso molecolare come le proteine.

Nel processo di filtrazione risulta determinante l'elevata pressione del sangue che scorre nei capillari glomerulari. Il valore di tale pressione sanguigna è quasi il doppio di quello presente negli altri capillari.

**Tale elevato valore della pressione sanguigna nei capillari del glomerulo è prodotto dal minor diametro dell'arteriola efferente rispetto a quello che caratterizza l'arteriola afferente.**



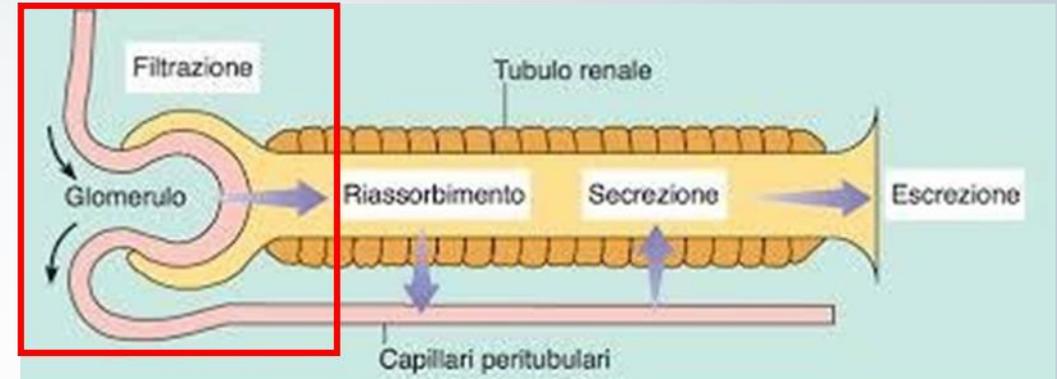
## La filtrazione glomerulare - 3

Due pressioni si oppongono alla filtrazione:

1. la **pressione osmotica colloidale del sangue**, cioè la differenza di pressione osmotica tra il plasma e il liquido interstiziale, dovuta alla differenza di concentrazione proteica tra i due liquidi extracellulari. Infatti di norma le membrane dei capillari sono impermeabili alle proteine e solo poche proteine plasmatiche attraversano i vasi per passare nel liquido interstiziale.
2. la **pressione della capsula**, dovuta al fluido già presente nello spazio capsulare e nel tubulo.

Di norma la pressione sanguigna è maggiore delle due pressioni opposte, per cui ne risulta una **pressione di filtrazione netta di circa 10 mmHg** capace di spingere nello spazio capsulare circa 150 litri di fluido al giorno nelle femmine e 180 litri nei maschi

Il filtrato glomerulare (**preurina**) passa nello spazio capsulare e, da qui, nel tubulo contorto prossimale



Una riduzione della pressione sanguigna sistemica può produrre il crollo della pressione sanguigna glomerulare, al punto da rallentare o bloccare del tutto la filtrazione, determinando:

- **Oliguria** (scarsa emissione di urine 50-250 ml)
- **Anuria** (<50 ml)

Analoghi effetti possono produrre:

- ✓ i calcoli renali che bloccano un uretere
- ✓ un ingrossamento della prostata tale da bloccare l'uretra maschile

## La velocità di filtrazione glomerulare

La **velocità di filtrazione glomerulare** (VFG) è la misura della quantità di preurina che si forma in entrambi i reni al minuto

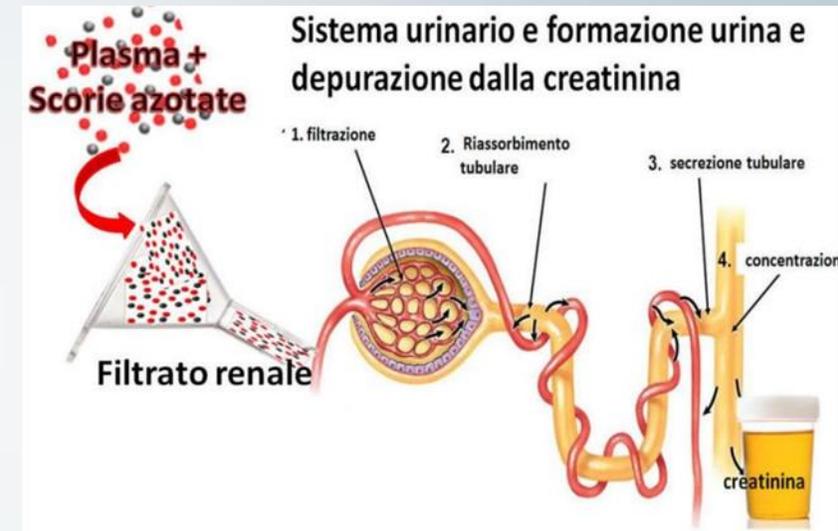
Nell'adulto è di circa 90- 120 mL/min

La VFG dei reni deve risultare costante:

- ✓ Con una VFG troppo alta le sostanze utili passano rapidamente nei tubuli senza essere riassorbite e vengono espulse nelle urine
- ✓ Con una VFG troppo bassa, quasi tutto il filtrato viene riassorbito, comprese le sostanze di rifiuto.

La stima della velocità di filtrazione glomerulare si basa sulla misura della concentrazione di creatinina nel sangue (**creatininemia**)

Un aumento della creatinina nel sangue rispetto ai valori normali indica soprattutto malattie a carico dei reni come: insufficienza renale, infezioni batteriche, ingrossamento o danno dei vasi renali (glomerulonefriti), malattie della prostata, calcoli renali e un ridotto flusso di sangue ai reni dovuto a scompenso cardiaco, arteriosclerosi o diabete.



## La glomerulonefrite

La **glomerulonefrite** è una patologia infiammatoria dei glomeruli renali caratterizzata da oliguria, ritenzione idrosalina e ipertensione.

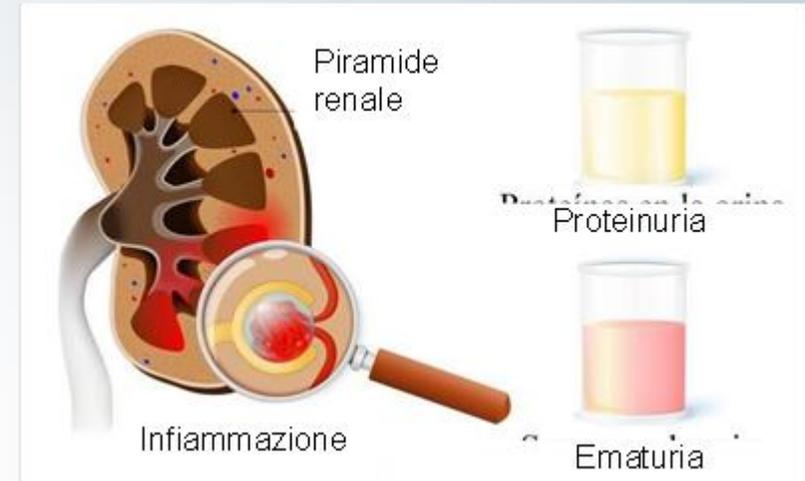
La causa più comune è il diabete mellito.

I glomeruli infiammati permettono il passaggio di proteine plasmatiche (**proteinuria**) e globuli rossi nell'urina (**ematuria**).

Il danno ai glomeruli può essere transitorio o permanente e può evolvere in **insufficienza renale**.

La **dialisi** è una terapia necessaria nell'insufficienza renale, in particolare quando la funzionalità del paziente risulta compromessa dell'85- 90%.

Non sempre l'insufficienza renale è definitiva, ma se è grave o cronica i reni non guariscono ed il paziente dovrà ricorrere alla dialisi per tutta la vita, a meno che non riesca ad effettuare un trapianto di rene.



Il **calcolo renale** (o nefrolitiasi) si forma quando nelle urine la concentrazione dei sali litogeni (calcio, acido urico, ossalato), aumentando, forma i primi cristalli che poi, aggregandosi tra di loro, costituiscono il calcolo vero e proprio che può depositarsi nel rene, nell'uretere, nella vescica e nell'uretra. Nel caso della formazione di piccoli cristalli di acido urico o di ossalato di calcio, si ha la **renella**, una sabbiolina che, migrata nelle vie urinarie, può causare coliche o disturbi della minzione. Rispetto ai calcoli, la renella può essere espulsa più agevolmente date le ridottissime dimensioni dei suoi cristalli.

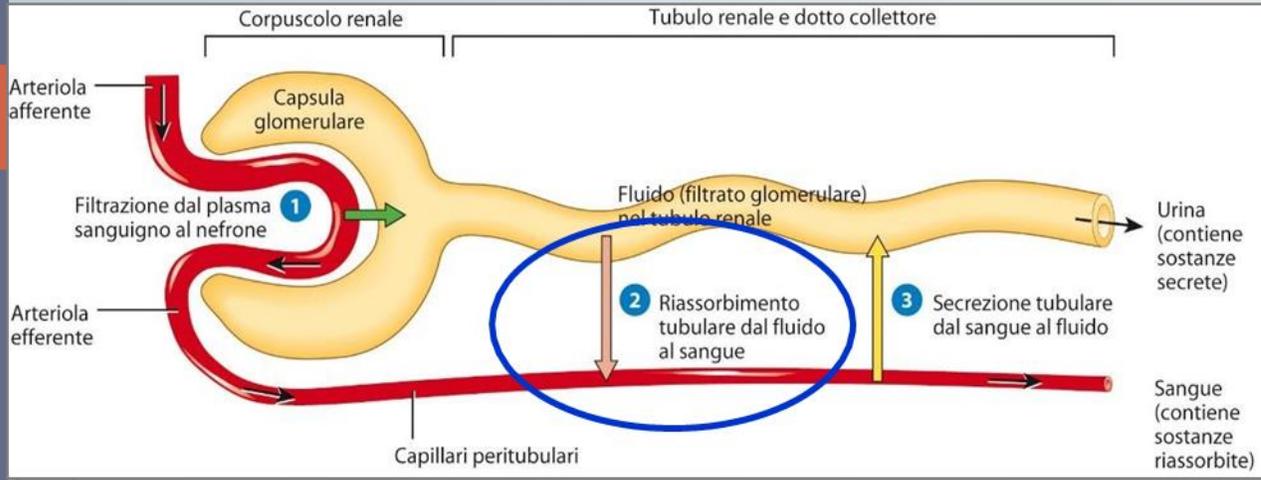
### Cause più comuni della nefrolitiasi

- Eccessivo apporto alimentare di sali minerali
- Insufficiente apporto di acqua
- Eccessiva acidità o alcalinità delle urine
- Iperattività delle paratiroidi (aumento della calcemia)



Si tratta di un problema che interessa dal 5 al 10% della popolazione con un trend di crescita negli ultimi decenni, imputabile al maggior consumo di proteine animali nella nostra alimentazione. I calcoli possono essere asintomatici o causare infiammazione e ostruzione del flusso urinario con conseguente **colica renale**.

Oltre alla **terapia farmacologica espulsiva**, per facilitare la rimozione di calcoli di grandi dimensioni si può utilizzare la **litotrissia extracorporea ad onde d'urto** che si giova di impulsi ad ultrasuoni che, applicati dall'esterno, sono in grado di frantumare i calcoli.



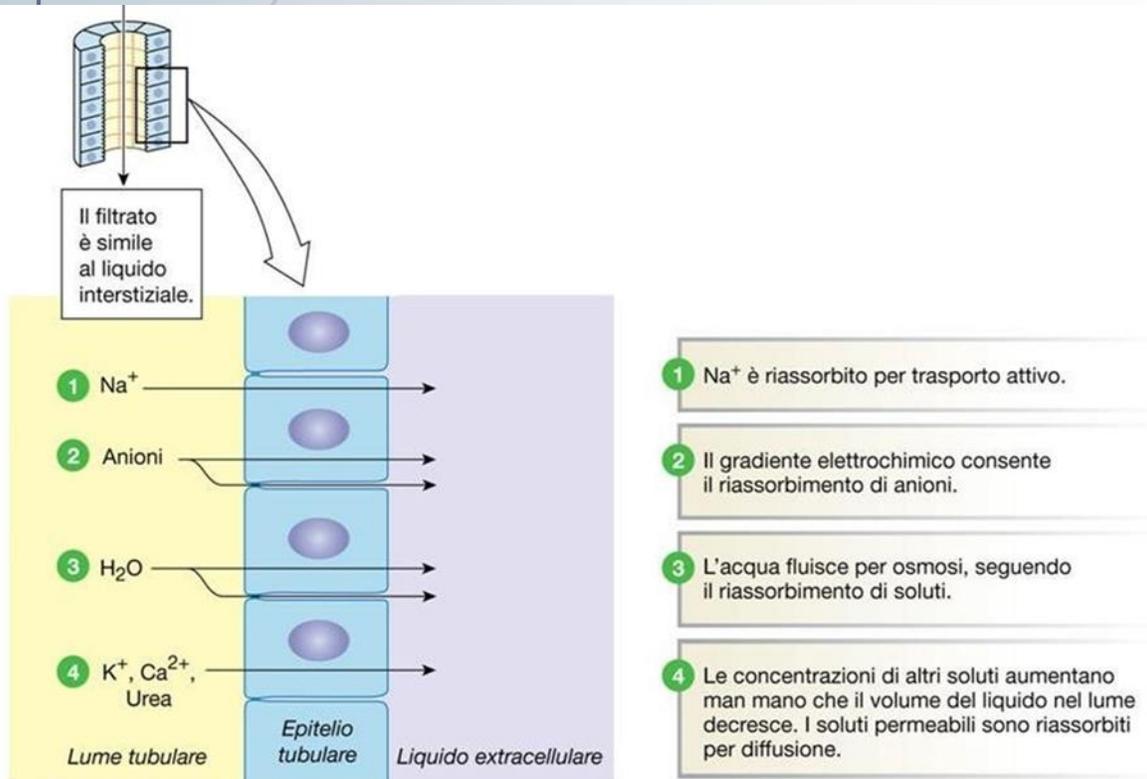
## Il riassorbimento tubulare

Il **riassorbimento tubulare** costituisce il secondo stadio alla base della formazione dell'urina.

Tale processo consiste nel recupero della maggior parte dell'acqua (99%) e dei soluti utili all'organismo (amminoacidi, glucosio, vitamine) che, dal filtrato glomerulare, vengono riportati nei **capillari peritubulari**.

Il processo è svolto dalle cellule epiteliali situate lungo l'intero decorso dei tubuli renali e dei dotti collettori

Alcuni soluti sono riassorbiti passivamente per diffusione, altri attraverso il trasporto attivo



Le cellule del tubulo contorto prossimale (dotate di microvilli) danno il contributo maggiore al riassorbimento, recuperando:

- Circa il 65% dell'acqua filtrata
- Il 100% del glucosio
- Molti ioni

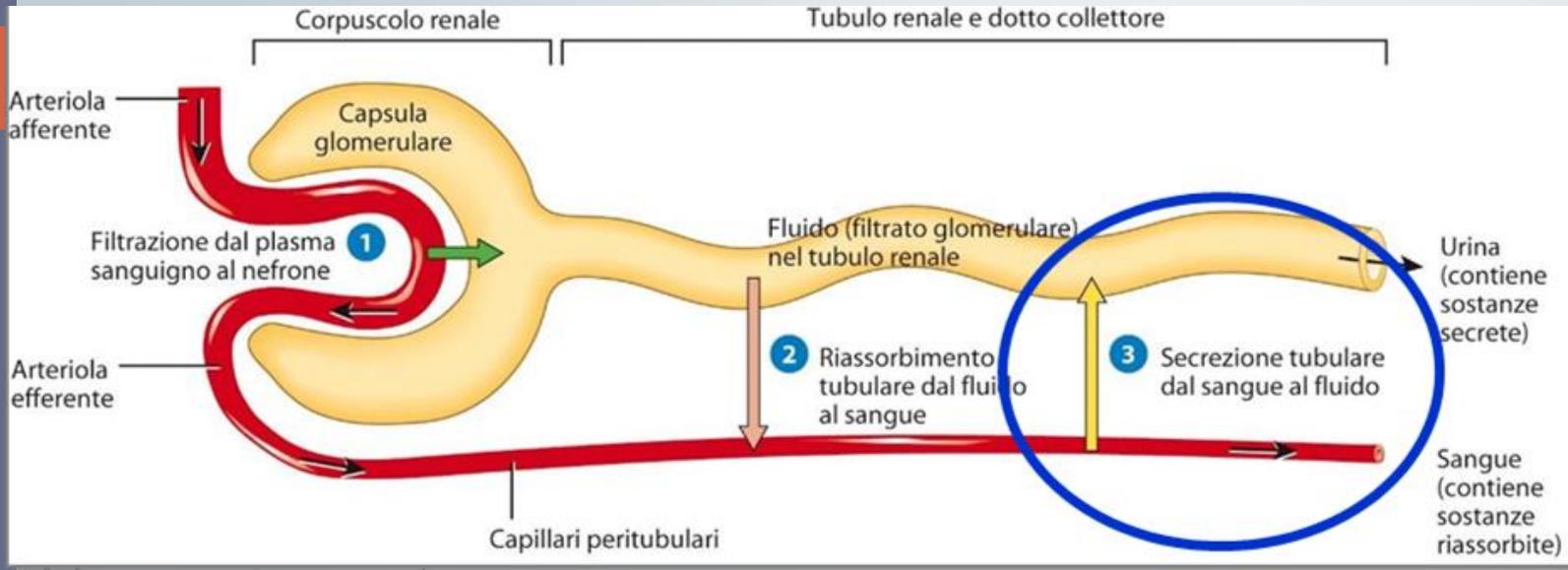
## La secrezione tubulare

La **secrezione tubulare** consiste nella terza fase della formazione dell'urina

È un processo che avviene per tutta la lunghezza dei tubuli renali e dei dotti collettori contemporaneamente a quello di riassorbimento

Il processo, essenzialmente, consiste nel trasferimento, dai capillari peritubulari al fluido tubulare, di sostanze di scarto rimaste nel sangue dopo la filtrazione, sia per diffusione che per trasporto attivo

Tra le sostanze secrete ritroviamo ioni  $H^+$  e  $K^+$ , rifiuti metabolici (urea, creatinina) e farmaci e proprio la secrezione di ioni  $H^+$  è la causa dell'acidità dell'urina (pH 6)



## L'escrezione tubulare

L'ultima fase consiste nel passaggio dell'urina definitiva prodotta dal nefrone (1% del filtrato glomerulare) nella **pelvi renale**.

L'urina dai **dotti collettori** si raccoglie nei **calici minori** i quali confluiscono nei **calici maggiori** e, quindi, nella **pelvi renale**.

## L'urina

L'**urina** è il prodotto finale della escrezione del rene attraverso la quale vengono eliminati dall'organismo i prodotti metabolici (scorie dannose, soprattutto urea) presenti nel sangue.

Nel linguaggio medico le urine emesse in un definito arco temporale prendono il nome di **diuresi**.

Nell'uomo sano l'urina è un liquido limpido, in condizioni normali, giallo paglierino, più intenso nelle urine concentrate (la colorazione è dovuta all'**urocromo**, pigmento derivato dalla degradazione dell'eme).

Il suo colore può variare in seguito all'assunzione di alcuni cibi o farmaci oppure per la presenza di sangue (ematuria) o di pigmenti biliari.

Il valore del pH è variabile tra 4,4 e 8, anche se normalmente vicino a 6.

Dal punto di vista microbiologico l'urina era tradizionalmente considerata sterile; alcuni studi, tuttavia, usando tecniche non convenzionali di coltura batterica, hanno dimostrato l'esistenza di una flora batterica residente nella vescica



## Il percorso dell'urina – 1. Gli ureteri

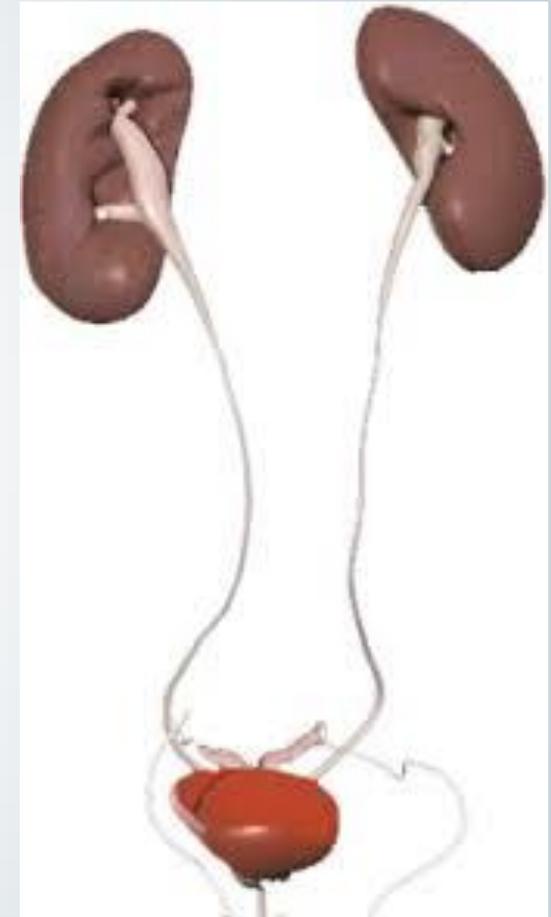
Dalla pelvi renale l'urina viene trasportata alla vescica tramite due condotti, gli **ureteri**, lunghi circa 30 cm, le cui pareti risultano costituite da tre strati:

La **tonaca mucosa interna**, costituita da epitelio di transizione

La **tonaca muscolare intermedia**, costituita da muscolatura liscia

La **tonaca avventizia esterna**, composta da tessuto connettivo lasso ricco di fibre elastiche, vasi sanguigni, vasi linfatici e nervi.

L'urina viene veicolata grazie alle contrazioni peristaltiche della muscolatura liscia degli ureteri, ma anche grazie alla pressione esercitata dall'urina stessa e alla forza di gravità.



## Il percorso dell'urina – 2. La vescica

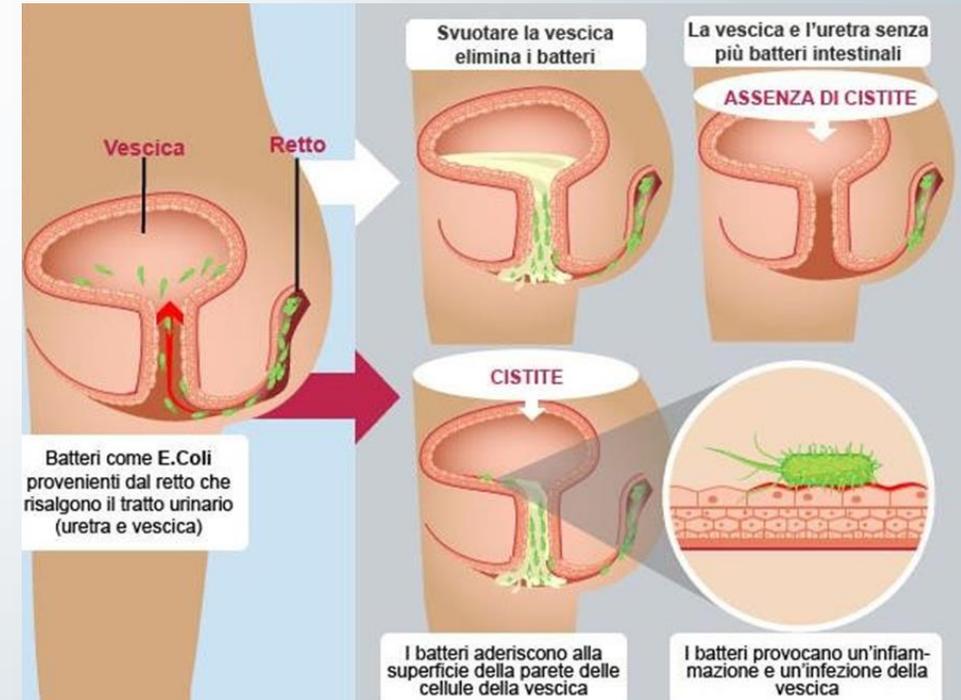
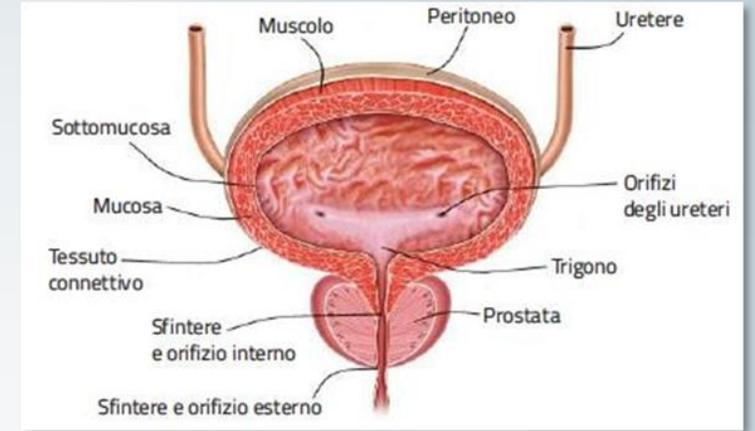
La **vescica** è un organo muscolare cavo, impari e mediano, situato nella cavità pelvica, di dimensioni e forma variabili in relazione alla quantità di urina in essa contenuta, posto nei **maschi** direttamente davanti al retto e nelle **femmine** si davanti alla vagina e sotto l'utero, mantenuto in posizione dalle pieghe del peritoneo.

La vescica presenta una capacità media di circa 700-800 mL e i due ureteri sboccano alla sua base attraverso gli **orifizi ureterici**

La sua parete risulta costituita da tre strati:

- La **tonaca mucosa interna** costituita da epitelio di transizione
- La **tonaca muscolare** formata da tre strati di muscolatura liscia denominati **muscolo detrusore**
- La **tonaca sierosa** costituita dal peritoneo, che ricopre la superficie superiore della vescica, il resto presenta una ulteriore copertura fibrosa esterna.

La **cistite** è un'infezione della parete vescicale spesso prodotta da un'infezione batterica dovuta a batteri intestinali



## Il percorso dell'urina – 3. L'uretra

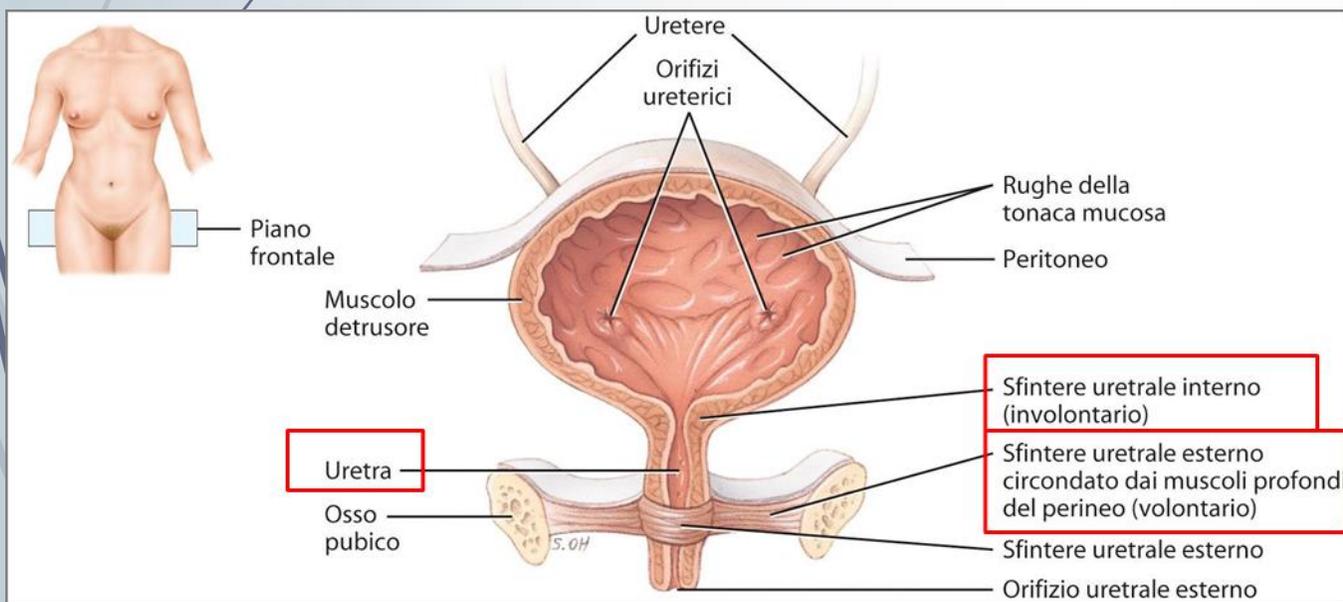
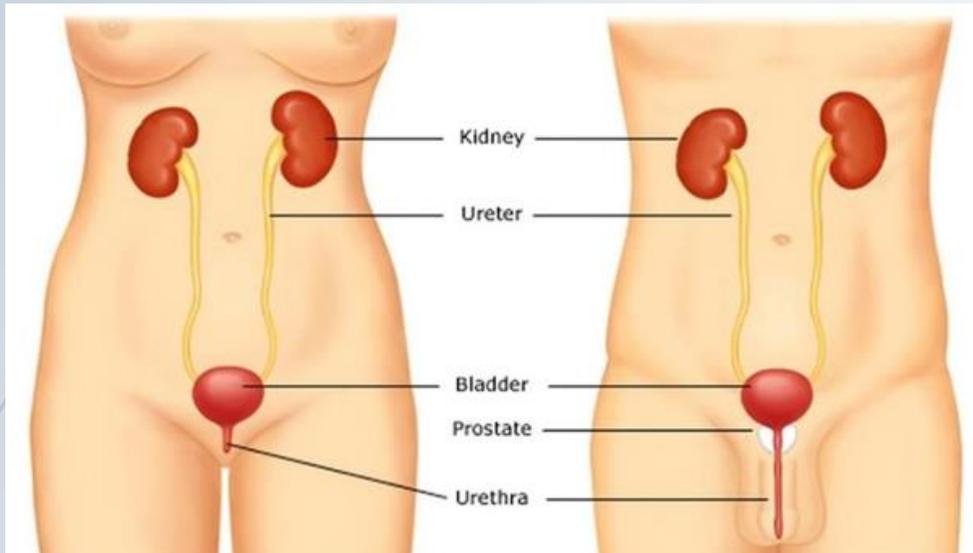
L'**uretra** è il tratto terminale dell'apparato urinario che collega il pavimento della vescica all'esterno del corpo

Nelle **femmine** si presenta come un condotto lungo 3-4 cm indipendente dalle vie genitali.

Nei **maschi** ha una lunghezza di circa 20 cm, passa attraverso la prostata e fa parte delle vie spermatiche

Presenta due sfinteri:

- Lo **sfintere uretrale interno** è costituito da muscolatura liscia per cui si apre e si chiude involontariamente
- Lo **sfintere uretrale esterno**, composto da muscolatura scheletrica, si può, invece, controllare volontariamente.



## La minzione e il suo controllo

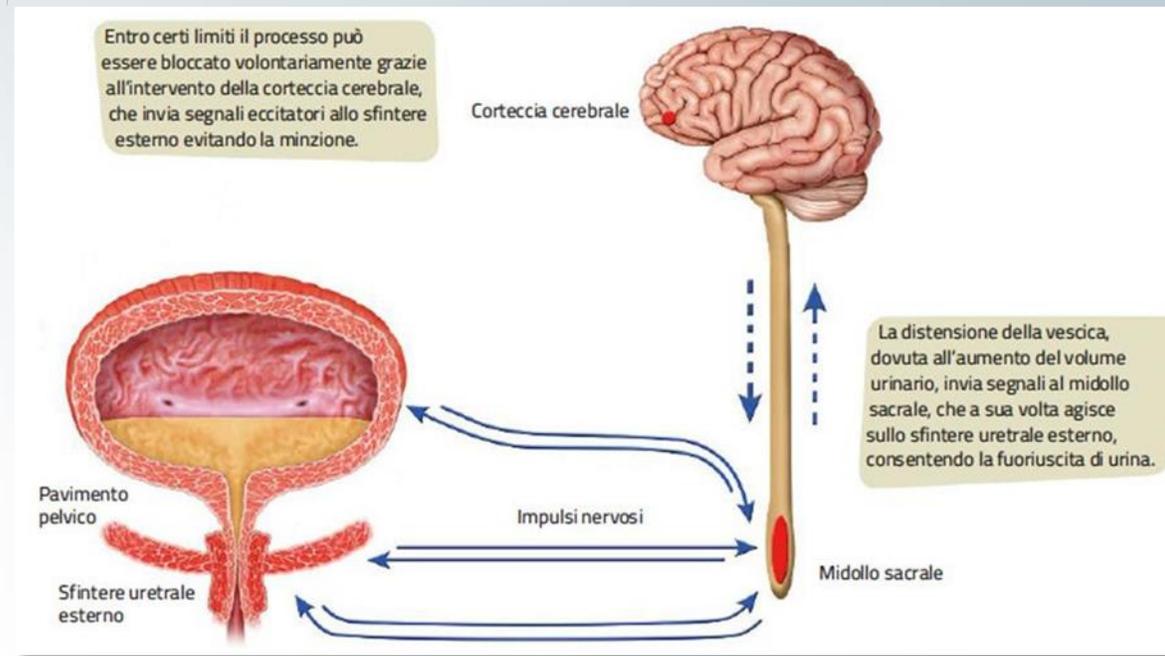
Il **riflesso di minzione** inizia quando i recettori di stiramento, posti nelle pareti della vescica, trasmettono impulsi nervosi al midollo spinale, il quale a sua volta invia impulsi parasimpatici determinando la contrazione del muscolo detrusore e il rilasciamento degli sfinteri.

Sotto i due anni di età, il mancato controllo della vescica è normale, perché i neuroni della muscolatura dello sfintere uretrale esterno non sono completamente sviluppati.

L'**enuresi** è un tipico disturbo dei bambini d'età compresa tra i 5 e i 10 anni che consiste nell'emissione involontaria di urina, spesso durante il sonno.

Sono note diverse cause del disturbo:

- l'ereditarietà
- una vescica ipersensibile o limitata
- la maturazione ritardata dei meccanismi nervosi che regolano le funzioni vescicali
- la ridotta secrezione dell'ormone antidiuretico (ADH).



L'**incontinenza urinaria** è una disfunzione degli adulti che si può manifestare in molte forme:

**Incontinenza da stress:** la perdita di urina è causata da uno stimolo, quale un colpo di tosse, uno starnuto, uno sforzo, che esercita una pressione sulla vescica.

**Incontinenza da urgenza:** si tratta di una improvvisa esigenza di urinare, determinata da una contrazione imprevista e incontrollabile della vescica che rende impossibile trattenere lo stimolo.

**Incontinenza da rigurgito o ostruttiva:** caratterizzata da un eccessivo riempimento della vescica e difficoltà a svuotarla completamente durante la minzione.

Nelle donne può essere conseguenza dei cambiamenti fisici derivanti dalla gravidanza, dal parto e dalla menopausa o di infezioni del tratto urinario. Negli uomini spesso è conseguenza di ipertrofia prostatica o di un intervento di rimozione della prostata.