

1

## ARGOMENTI CHIAVE

- Funzione glomerulo
- Riassorbimenti tubulari
- Regolazione volume ematico (ECF in generale)
- Regolazione pressione osmotica e ionica
- Regolazione pH
- Regolazione ormonale della diuresi
- Produzione ormonale renale

2

## Funzione renale

- Bilancio idrico
- Bilancio elettrolitico
- Recupero di nutrienti ed elettroliti

3

## Recupero nutrienti ed elettroliti

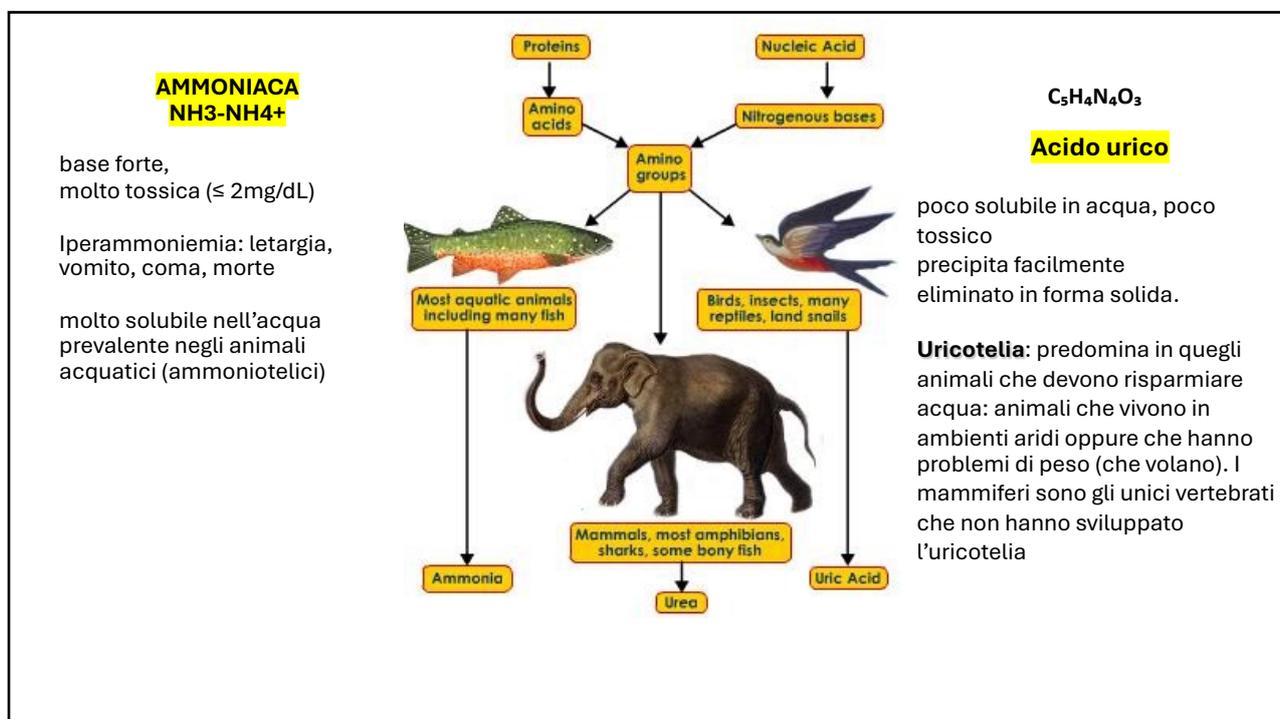
Porzione del nefrone	Riassorbimento acqua	Riassorbimento elettroliti	Riassorbimento altre sostanze	Secrezione elettroliti
Tubulo contorto prossimale	Sì	$\text{Na}^+$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{HCO}_3^-$	Glucosio, urea, acido urico, aminoacidi, proteine, vitamine, colina	$\text{H}^+$
Ansa di Henle - tratto discendente	Sì			
Ansa di Henle - tratto ascendente	No	$\text{Na}^+$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{K}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$		
Tubulo contorto distale	Sì, in presenza di ADH	$\text{Na}^+$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Ca}^{2+}$		$\text{H}^+$ , $\text{K}^+$
Dotto collettore	Sì, in presenza di ADH	$\text{Na}^+$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{HCO}_3^-$ , $\text{H}^+$	Urea	$\text{H}^+$ , $\text{K}^+$

4

## Funzione renale

- Bilancio idrico
- Bilancio elettrolitico
- Recupero di nutrienti ed elettroliti
- **Rimozione delle scorie**

5



6

## Ac. urico nella razza Dalmata

L'acido urico è uno dei numerosi prodotti di biodegradazione del metabolismo del nucleotide purina.

Nei cani gli urati vengono metabolizzati dall'uricasi epatica in allantoina, che è molto solubile e viene escreta dai reni.

Nel Dalmata, solo il 30-40% dell'acido urico viene convertito in allantoina, il che esita in un aumento dei livelli sierici e dell'escrezione urinaria di urati

L'urolitiasi nei cani di questa razza è probabilmente trasmessa ereditariamente attraverso un carattere autosomico recessivo anche se ciò non spiega l'aumento del rischio di formazione dei calcoli nei cani maschi

**TABELLA 3 - PREDISPOSIZIONI DI ETÀ, RAZZA E SESSO PER L'UROLITIASI NEL CANE**

(adattata da Osborne et al 1999c; Lulich et al, 2000)

Tipo di urolita	Età comunemente colpite	Razze comunemente colpite	Sesso
Struvite	1 - 8 anni Media 6 anni	Schnauzer Nano Bichon Frisé Shih Tzu Barbone Nano Lhasa Apso	Femmine (>80%)
Ossalato di calcio	6 - 12 anni Media 8,5 anni	Schnauzer Nano Lhasa Apso Cairn Terrier Yorkshire Terrier Cocker Spaniel Bichon frisé ShiTzu Barbone Nano	Maschi (>70%)
Fosfato di calcio	5 - 13 anni	Yorkshire Terrier	Maschi (>70%)
Urati	Senza PSS*: Media 3,5 anni Con PSS*: Media <1 anno	Dalmata, Bulldog Inglese, Schnauzer Nano (PSS*), Yorkshire Terrier (PSS*)	Maschi (>85%)
Cistina	2 - 7 anni Media 5 anni <1 anno nel Terranova	Bulldog Inglese Bassotto Terranova	Maschi (>90%)
Silice	4-9 anni	Pastore Tedesco Bobtail	Maschi (>90%)

\* PSS = shunt portosistemico

7

### AMMONIACA NH<sub>3</sub>-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

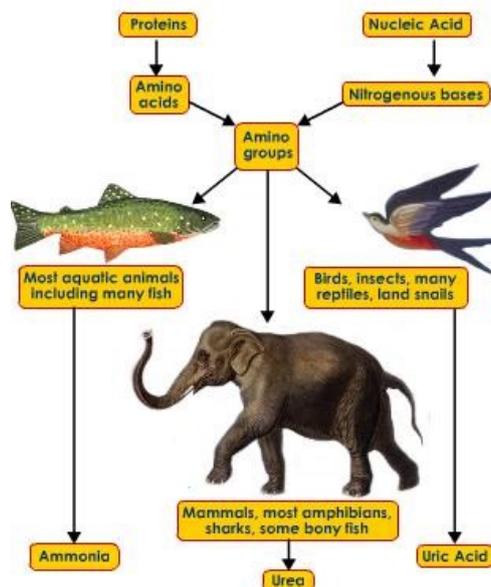
base forte,  
molto tossica (≤ 2mg/dL)

Iperammoniemia: letargia,  
vomito, coma, morte

molto solubile nell'acqua  
prevalente negli animali  
acquatici (ammoniotelici)

### Urea CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O

sostanza neutra, poco tossica  
sintetizzata a livello epatico, escreta attraverso cute e rene; molto solubile in acqua, cumulabile in sangue e cellule per il mantenimento della pressione osmotica (fino a 50 volte in più rispetto all'ammoniaca). Specie acquatiche, anfibie, terrestri e molto tollerata nei pesci cartilaginei



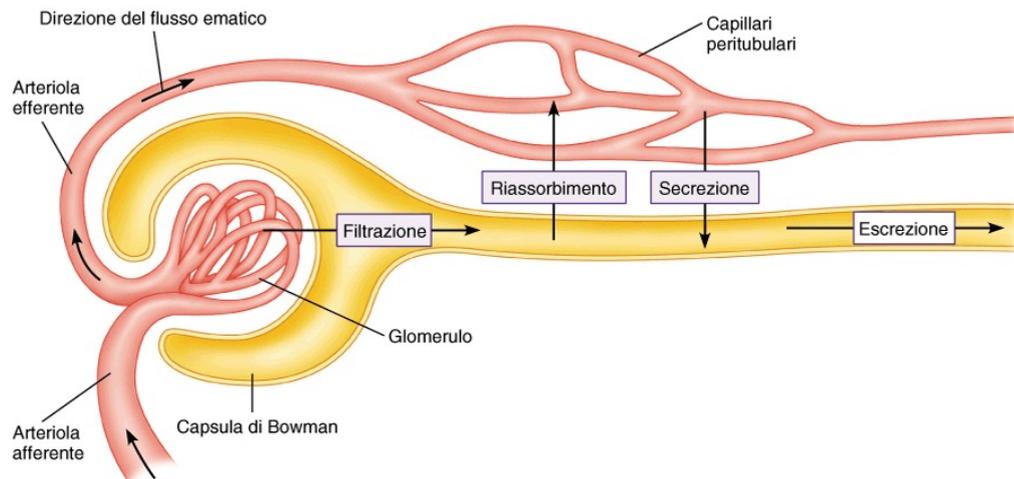
### Acido urico

poco solubile in acqua, poco  
tossico  
precipita facilmente  
eliminato in forma solida.

**Uricotelia:** predomina in quegli  
animali che devono risparmiare  
acqua: animali che vivono in  
ambienti aridi oppure che hanno  
problemi di peso (che volano). I  
mammiferi sono gli unici vertebrati  
che non hanno sviluppato  
l'uricotelia

8

## Funzioni del nefrone

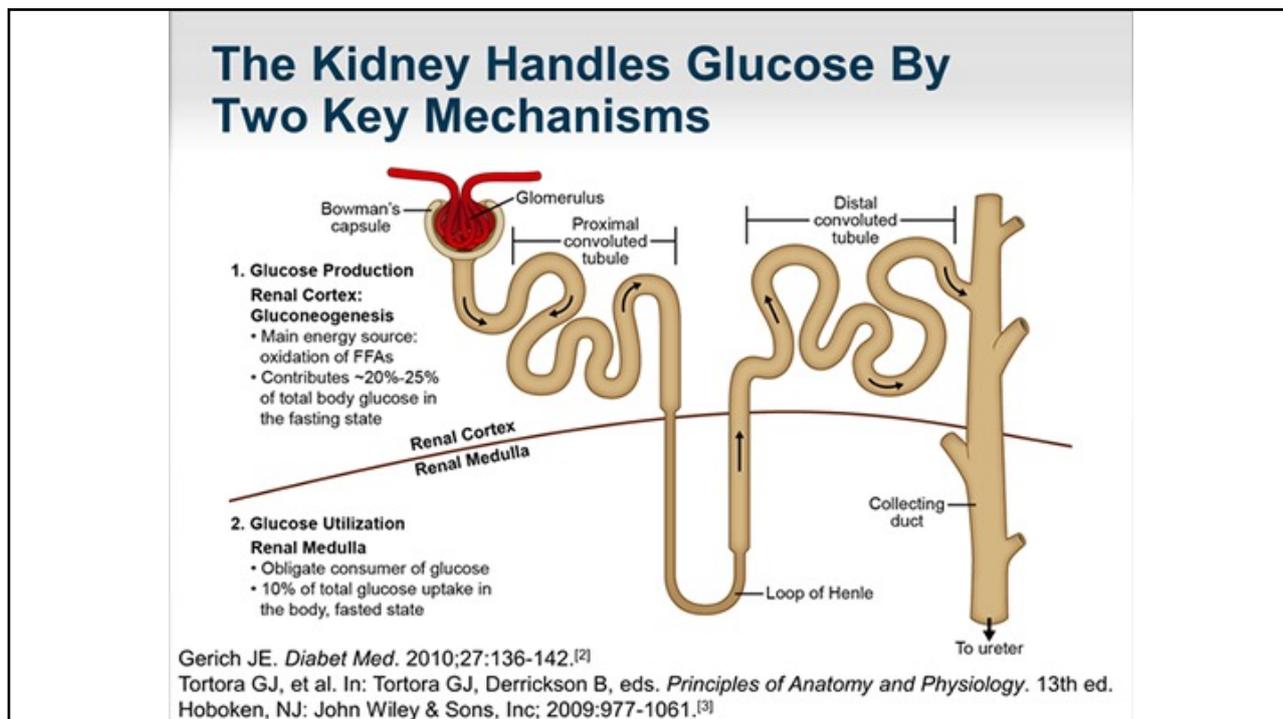


9

## Funzione renale

- Bilancio idrico
- Bilancio elettrolitico
- Recupero di nutrienti
- Rimozione delle scorie
- Escrezione di farmaci (morfina, A, NA, penicillina, vitamine idrosolubili etc.)
- **Gluconeogenesi**

10



11

## Funzione endocrina renale

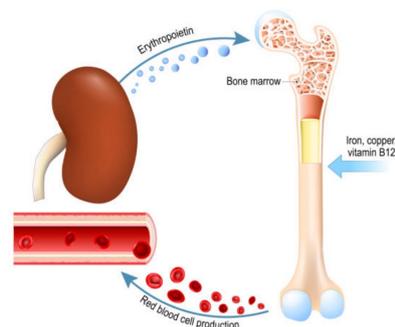
– **Eritropoietina (EPO)**: prodotta dai reni in caso di ipossiemia, stimola il midollo a produrre GR

**Animali con gravi alterazioni renali hanno bisogno di somministrazione di EPO come cura dell'anemia.**

L'anemia da malattia renale è iporigenerativa, normocitica e normocromica

Effetti non eritropoietici dell'EPO: negli ultimi due decenni è stato dimostrato che, l'EPO esercita numerose altre funzioni, tra cui:

- neuro-protettive
- anti-apoptotiche
- Antiossidanti
- Angiogenetiche
- immunomodulanti



12

## Funzione endocrina renale

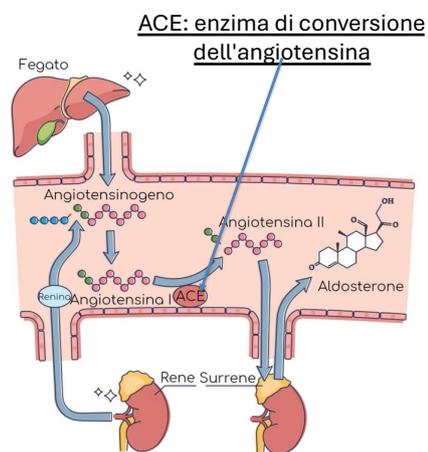
- **Renina** (innesca una cascata che porta a vasocostrizione sistemica)

L'asse renina-angiotensina-aldosterone è il principale meccanismo regolatore dell'escrezione renale di sodio.

Negli stati di deplezione di volume, la velocità di filtrazione glomerulare e la quantità di cloruro di sodio che giunge ai nefroni distali si riducono, determinando il rilascio di renina.

La renina scinde l'angiotensinogeno e forma l'angiotensina I.

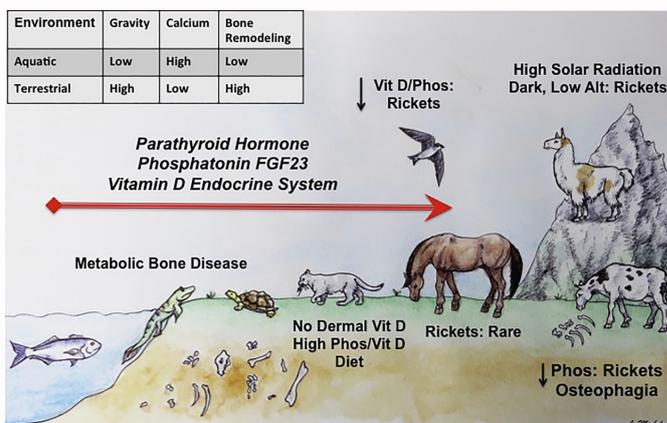
L'ACE scinde l'angiotensina I in angiotensina II, potente vasocostrittore



13

## Funzione endocrina renale

- **Vitamina D3** (calcitriolo, favorisce l'assorbimento del calcio)



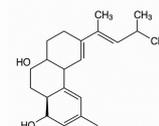
The pathology of vitamin D deficiency in domesticated animals: An evolutionary and comparative overview  
Elizabeth W. Uhl  
Department of Pathology, College of Veterinary Medicine, 501 DWP Brooks Drive, The University of Georgia, Athens, GA, 30602-7088, United States

Il metabolismo del calcio dipende da vari fattori:

**Paratiroidi:** PTH (si attiva in condizioni di ipocalcemia per aumentare i livelli di calcio ematico)

**Calcitonina:** prodotta dalle cellule C tiroidee e K dell'epitelio respiratorio

**Rene:** vitamina D3  
**Rapporto Ca/P**



14

SPECIE	DIPENDENZA DA VITAMINA D	CAUSA DEFICIT	PATOLOGIE
polli	<b>alta</b> - necessaria integrazione o esposizione UVB	dieta povera, ambiente buio	rachitismo
pecore	<b>media</b> - ridotta sintesi cutanea con lana/pigmento scuro	luce solare insufficiente, pascolo invernale	rachitismo
bovini	<b>bassa</b> - rari casi, più sensibili al deficit di fosforo	dieta povera in fosforo	osteomalacia, rachitismo ipofosfatemico
suini	<b>media</b> - dipendenti dalla dieta, soprattutto indoor	dieta vegetale non integrata, oscurità	rachitismo, osteodistrofia fibrosa
lama, alpaca	<b>alta</b> - adattati a UVB intensi, sensibili in climi temperati	bassa radiazione solare in inverno	rachitismo
cammelli	<b>alta</b> - carenza comune in inverno e siccità	carenza minerale, clima, dieta	rachitismo, osteomalacia, osteofagia
cani, gatti	<b>bassa</b> - dipendono dalla dieta, sintesi cutanea assente	dieta inadeguata o squilibrata	osteodistrofia fibrosa, rachitismo raro

16

## Vit. D in conigli e cavalli

Sia i conigli che i cavalli:

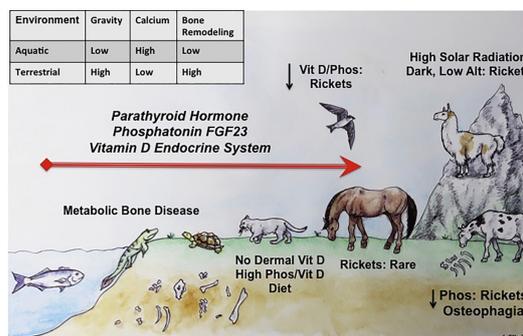
- Hanno un assorbimento intestinale “non selettivo” del calcio.
- Sono relativamente indipendenti dalla vitamina D per questo processo.
- Controllano il calcio a valle, cioè dopo l'assorbimento, attraverso l'eliminazione renale.

Questa strategia è diversa dagli esseri umani e da molti altri mammiferi, dove l'assorbimento intestinale è fortemente regolato dalla vitamina D.



The pathology of vitamin D deficiency in domesticated animals: An evolutionary and comparative overview

Elizabeth W. Uhl



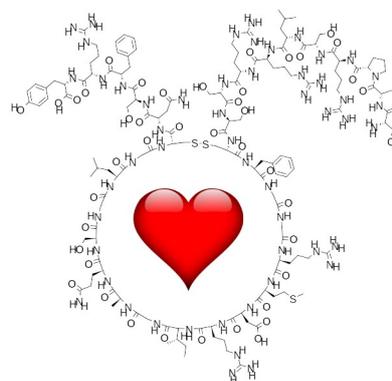
18

Vitamina D e calcio in conigli e cavalli		
	 <b>Coniglio</b>	 <b>Cavallo</b>
<b>Tipo di dieta</b>	erbivoro stretto	erbivoro stretto
<b>Assorbimento intestinale Ca<sup>++</sup></b>	passivo, proporzionale alla quantità presente nella dieta	molto efficiente, anche a basse concentrazioni
<b>Dipendenza da vit. D</b>	bassa per l'assorbimento di Ca intestinale	molto bassa, l'assorbimento intestinale è quasi indipendente da vit. D
<b>Controllo bilancio Ca<sup>++</sup></b>	renale, escrezione urinaria diretta (spesso precipitati biancastri)	renale, alta escrezione di Ca in forma solubile
<b>Conseguenze eccesso di Ca<sup>++</sup> nella dieta</b>	precipitazione nel tratto urinario, urolitiasi	in genere tollerato bene ma può portare a calcoli o sabbia intestinale
<b>Ruolo della vit. D</b>	più importante per funzioni ossee e cellulari	più importante per omeostasi sistemica, non essenziale per l'assorbimento del Ca dall'intestino

19

## Funzione endocrina renale

- **Eritropoietina** (stimola il midollo a produrre GR)
  - **Renina** (innesca una vasocostrizione sistemica)
  - **Vitamina D3** (calcitriolo, favorisce l'assorbimento del calcio)
  - **Urodilatina**: fa parte dell'asse cardiorenale di controllo del sodio insieme al Fattore Natriuretico Atriale (prodotto dal cuore).
- provoca vasodilatazione dei vasi renali facendo diminuire la pressione sistemica (importante nell'ipertensione: fattore protettivo per il cuore)
  - agisce come ormone paracrino, in quanto prodotto e secreto direttamente dal tubulo distale con effetto sul dotto collettore (> diuresi e inibizione del riassorbimento del sodio, quindi > escrezione)



20