



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Injuria renal aguda

Dra. Carolina Sugg
Nefróloga pediátrica HEGC



Introducción

- Aumento de creatinina y productos nitrogenados en la sangre por incapacidad del riñón de manejar fluidos y electrolitos.
- Múltiples causas.
- Aquellos con injuria hipóxico-isquémica, SHU, GNA generalmente se manifiestan con oliguria y anuria.
- Nefritis intersticial aguda, nefrotoxicidad secundaria a fármacos o medios de contraste generalmente tienen diuresis conservada.

Pediatr Nephrol (2009) 24:253-



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Introducción:

- Impresiona aumento de casos los últimos años. (Post Cx cardiaca y trasplantados).
- Asociado a > morbimortalidad.
- En niños la causa es generalmente multifactorial.

Pediatr Nephrol (2009) 24:253-



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Epidemiología:

- Falta de consenso en definición.
- Diferencias regionales.
- Subnotificación.

Table 2 Recent epidemiologic studies of AKI in children

Authors	Year	Population	AKI Definition	Study design	Number of participants	AKI incidence
Bailey et al. [21]	2007	ICU	Doubling of SCr	Prospective cohort	985	4.5%
Akcan-Arikan et al. [16]	2007	ICU (with ventilatory failure)	pRIFLE	Prospective cohort	150	82%
Plotz et al. [15]	2008	ICU (with ventilatory failure)	pRIFLE	Retrospective cohort	103	58%
Ozcakar et al. [17]	2008	ICU (with AKI diagnosis)	AKIN	Retrospective cohort	100	Not reported. Distribution of all patients already with AKI: Stage I 25% Stage II 36% Stage III 39%
Zappitelli et al. [75]	2009	Cardiac surgery	pRIFLE	Retrospective cohort	390	35.9%
Palmieri et al. [76]	2009	ICU (bum victims)	pRIFLE	Retrospective cohort	123	45.5%

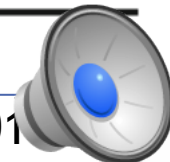
ICU, Intensive care unit



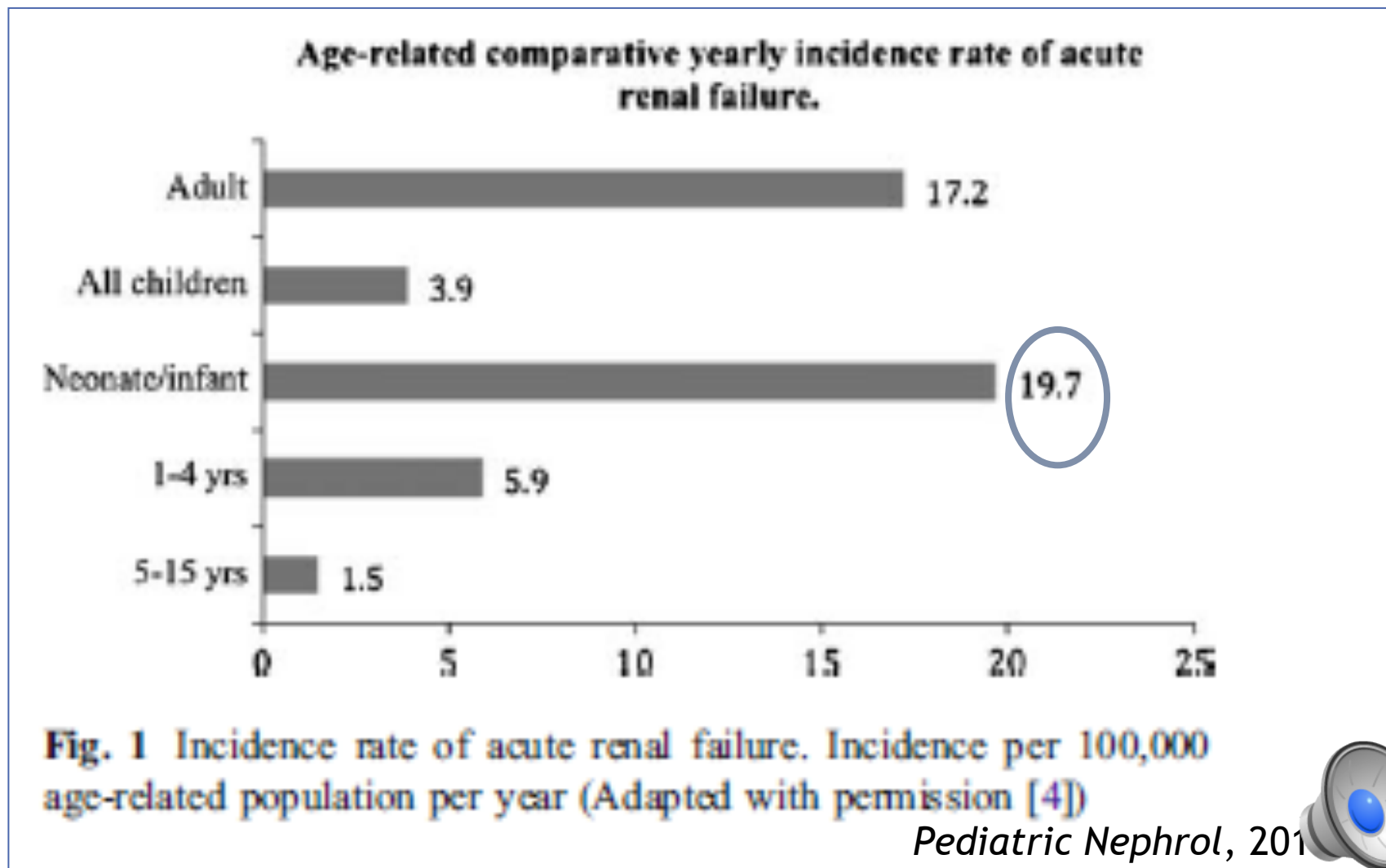
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Pediatric Nephrol, 201



Incidencia de IRA según edad:



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



IRA en neonatos:

- **En neonatos la incidencia varía de 8- 24%:**
 - Cirugía cardíaca, Asfixia severa, MBPN, Apgar bajo, DAP, AINES y ATB maternos.
- **Mortalidad 10-61%,**
- **Dificultad de reconocer en neonatos:**
 - La > no oligúrica (subreporte).
 - Creatinina plm (materna).
 - Fx renal < con menor EG.
 - VFG ↑ en las primeras semanas de vida.
 - Niveles de Bilirrubina interfieren en medición de creat (Jaffe).



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Etiología:

Prerrenal

Renal

Post-Renal



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Etiología:

Table 1 Etiology of common causes of acute kidney injury

Type	Etiology
Pre-renal injury	Decreased true intravascular volume Decreased effective intravascular volume
Intrinsic renal disease	Acute tubular necrosis (vasomotor nephropathy) Hypoxic/ischemic insults Drug induced Toxin mediated Endogenous toxins—hemoglobin, myoglobin Exogenous toxins—ethylene glycol, methanol

Uric acid nephropathy and tumor lysis syndrome

Interstitial nephritis

Drug induced

Idiopathic

Glomerulonephritis—RPGN

Vascular lesions

Renal artery thrombosis

Renal vein thrombosis

Cortical necrosis

Hemolytic uremic syndrome

Hypoplasia/dysplasia with or without obstructive uropathy

Idiopathic

Exposure to nephrotoxic drugs in utero

Obstructive uropathy

Obstruction in a solitary kidney

Bilateral ureteral obstruction

Urethral obstruction



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



I. Injuria pre-renal

- **Disminución del flujo renal:**

- Contracción IV.
- Disminución del VEC.

- **Riñones normales.**

- **Reversible.**

- **Si persiste:** NTA; IRC.



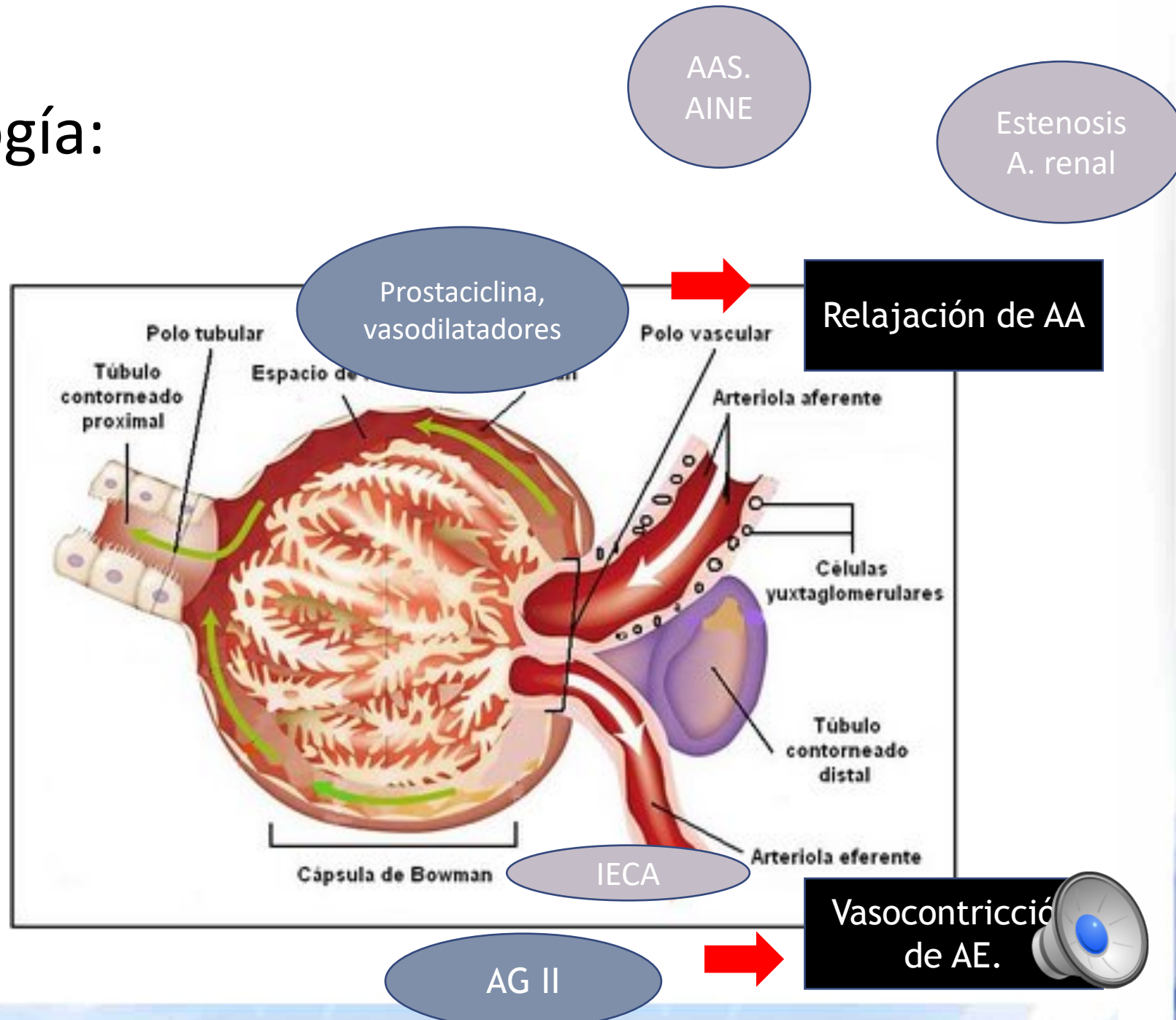
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Pediatr Nephrol (2009) 24:253-2



Fisiopatología:



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Pre-renal:

- **Contracción del IV:**

- Hemorragia.
- Deshidratación.
- GI.
- Sd. Pierde Sal.
- I. Suprarrenal.
- Diabetes insípida: Central- nefrogénica.
- Aumento de pérdidas insensible: quemados



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Pediatr Nephrol (2009) 24:13

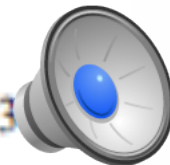


Pre-renal:

- **Disminución del VCE:**

- Insuficiencia cardiaca.
- Taponamiento cardiaco.
- Sd. Hepato- renal.
- Sd nefrótico
- Sepsis

Pediatr Nephrol (2009) 24:253



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Pre- renal

- Túbulos renales con función adecuada.
- Diferencia de pre-renal vs renal.
- Dificultad de interpretar con uso de diuréticos.

Parametros	Lactante o >	RNPT- RN
Osm orina.	> 400-500 mOsm/Lt	>350 mOsm/Lt
Na orina.	< 10- 20 mEq/Lt	< 20-30 mEq/Lt
FE Na	< 1%	< 2,5%

Pediatr Nephrol (2009) 24:2



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

II. Injuria renal intrínseca:

- Hipóxico- isquémica.
- Nefrotóxica



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Pediatr Nephrol (2009) 24:253



Hipóxico- isquémico:

- Vasoconstricción y NTA en parche.
- Flujo del capilar peritubular es anormal en reperfusión.
- Pérdida de función endotelial.
- Mecanismo no bien conocido (endotelina, NO).

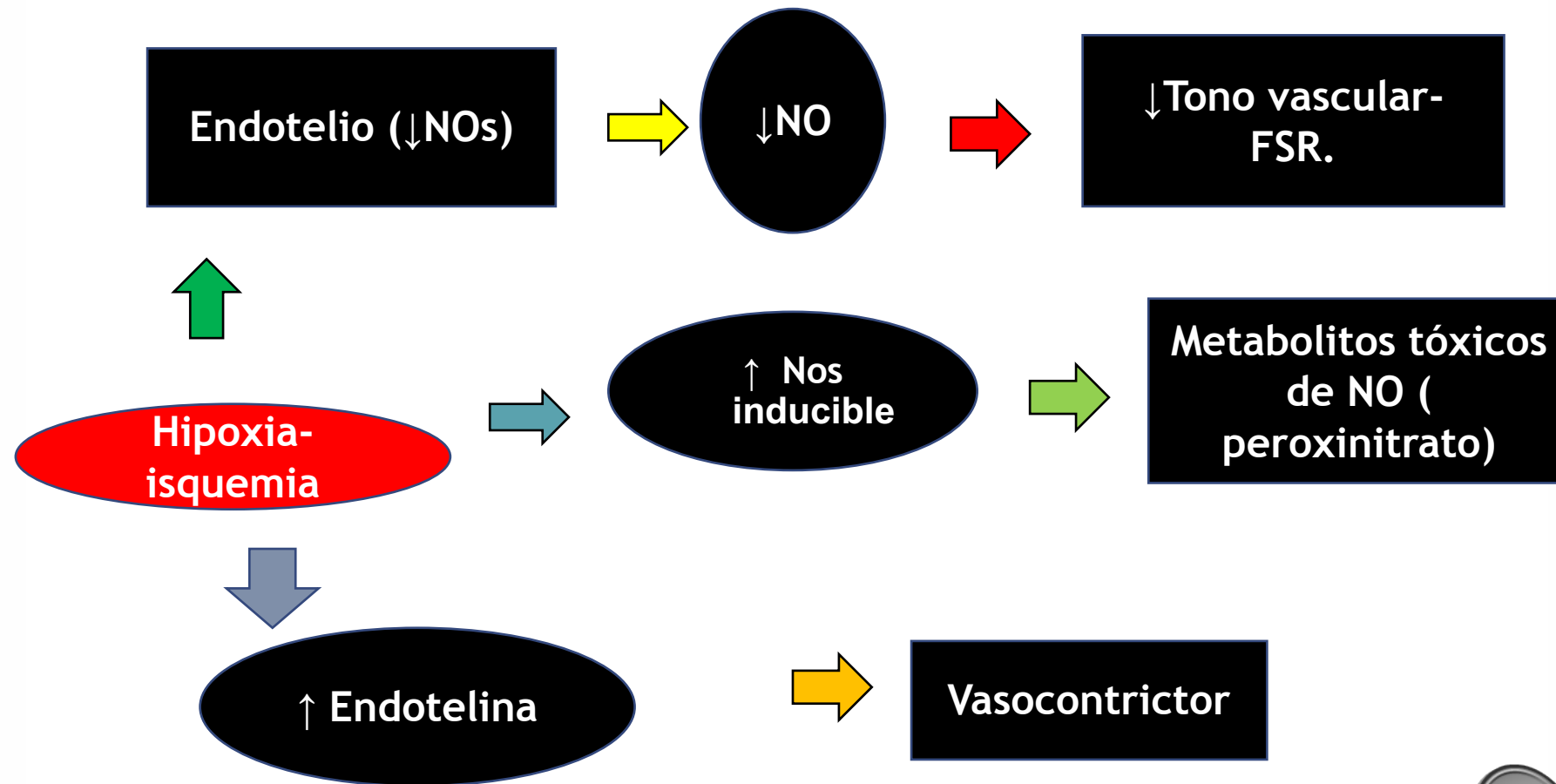


FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Patogenia de injuria hipóxico- isquémica:



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

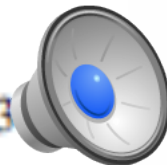
Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Injuria hipóxico- isquémica:

- Disminuye ATP.
- Desorganización citoesqueleto.
- Pérdida del borde en cepillo.
- Pérdida de polaridad de Na/K/ATPasa.
- Con reperfusión radicales libres pueden contribuir al daño tisular.
- Proteína Shock caliente rol en modificar respuesta a injuria.
- EN FOM: Citoquinas, radicales libres, activación de PMN, expresión de moléculas de adhesión.
- Recuperación parcial , y mayor riesgo de enfermedad renal crónica.

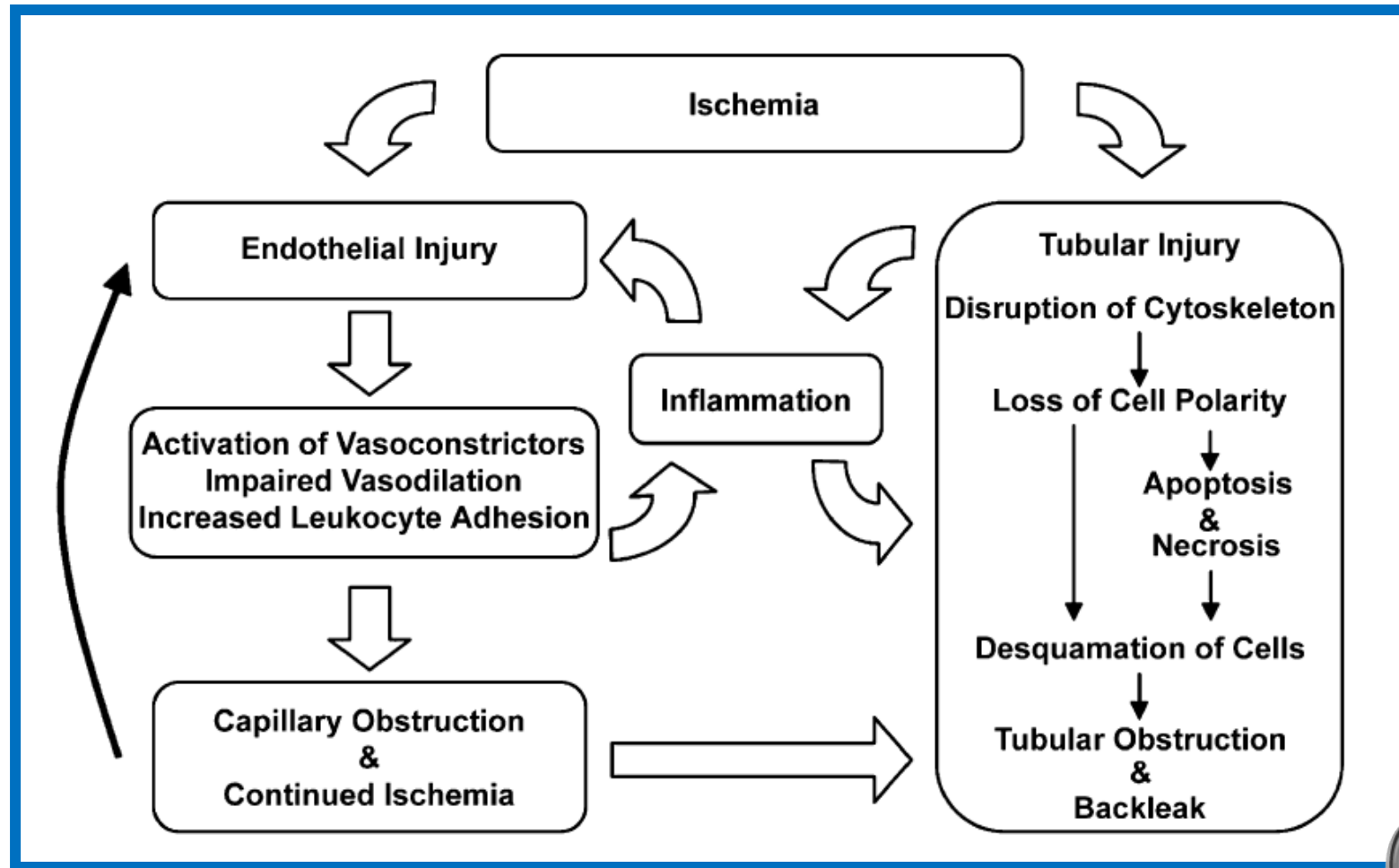
Pediatr Nephrol (2009) 24:253



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Hipóxico-isquémico



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Nefrotóxico:

- Aminoglicósidos. (duración y dosis)
- Antibióticos.
- Medios de contraste ev.
- Anfoterecina B.
- Quimioterapia: ifosfamida, cisplatino.
- Aciclovir.
- Hemolisis y rabdomiolisis (Hemoglobimuria, mioglobinuria, precipitación de pigmentos e inducción de stress oxidativo)

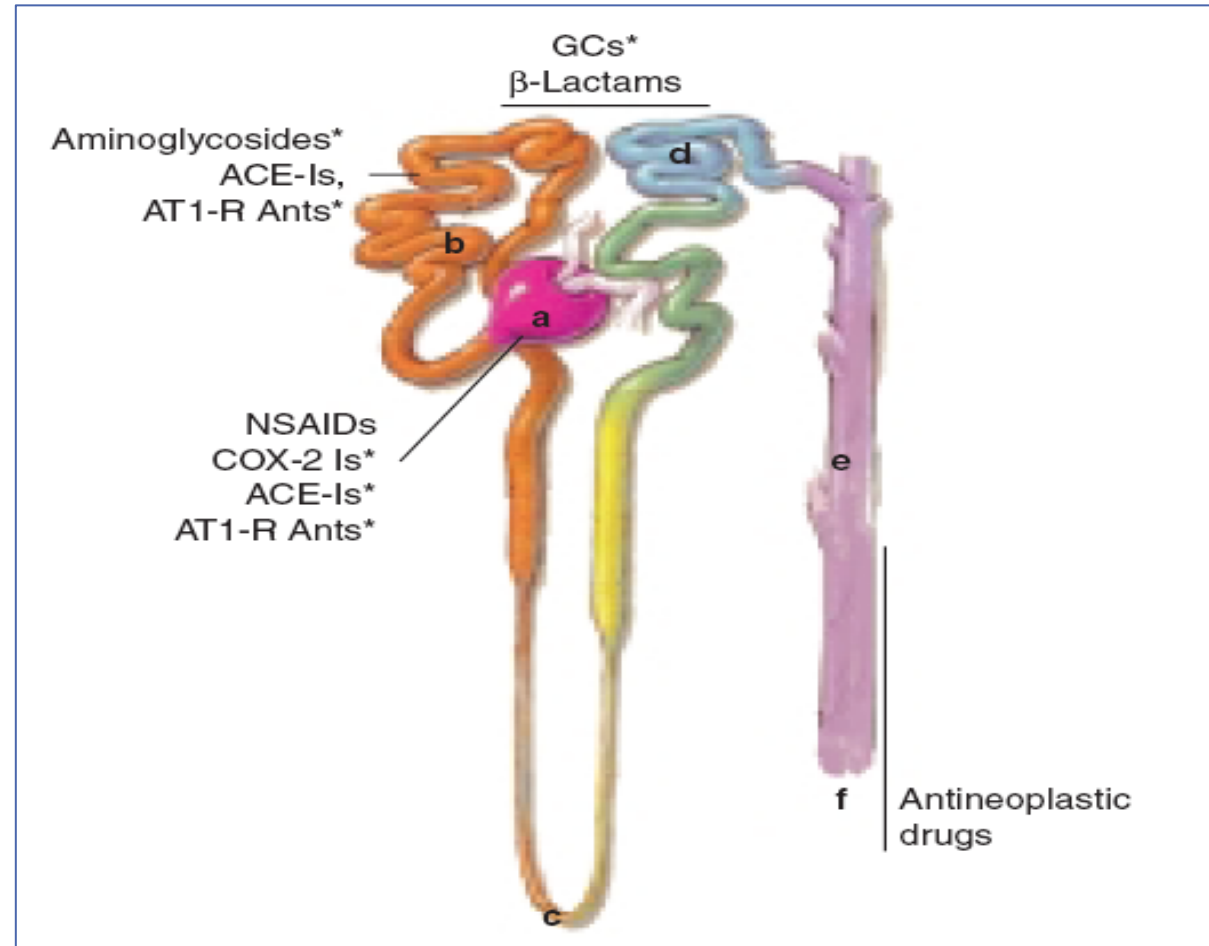


FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Nefrotoxicidad por fármacos:



Drug Safety. 2006; 29: 397--419



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Nefropatía por ácido úrico sd de lisis tumoral:

- Leucemia linfóide, linfoma de células B.
- Secundario a quimioterapia.
- Precipitan cristales y obstruyen lumen tubular.
- Ácido úrico, xantinas, fosfato, calcio.
- Obstrucción flujo microvascular.
- Alopurinol disminuye aumento de ácido úrico, pero aumenta niveles de metilxantinas.
Alternativa: Rasburicase.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

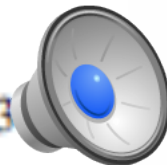
Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Nefritis intersticial aguda:

- Secundaria a drogas o ideopática.
- **Clínica:**
 - Exantema.
 - Fiebre.
 - Artralgias.
 - Eosinofilia.
 - Piuria con o sin esoninofilinuria.
- **Drogas:**
 - Penicilinas, cimetidina, sulfas, rifampicina, AINES, IBP.
 - Tto: De la causa, corticoides.

Pediatr Nephrol (2009) 24:253



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

II. Injuria renal:

GNRP

- HTA, hematuria, edema, ↑ BUN y creatinina.
- **Etiología:**
 - Post infecciosa.
 - Sd. Goodpasture.
 - Ideopática.
- Tto: Depende de la etiología.

Vascular.

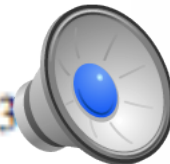
- **Necrosis cortical:**
 - Anoxia perinatal.
 - Desprendimiento placenta.
 - Transfusión feto- materna.
 - Transfusión feto- fetal.
 - Hematuria, oliguria, HTA, trombopenia.
 - Peor pronóstico que NTA.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Pediatr Nephrol (2009) 24:253



Post renal:

- **Uropatía obstructiva:**

- Valvas uretrales.
- Ureteroceles bilaterales.
- Cálculos.
- Tumores.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



IRA Pre- renal vs renal:

	Pre- renal	Renal
Na orina (mEq/Lt)	< 20	> 40
Osm orina (mOsm/kg)	> 500	< 300
UN/creat plm	> 20	< 20
Osm o/Osm plm	> 1,5	<1.0
FE Na (%)	< 1	> 3.0

$$\text{FE Na: } \frac{(\text{Na}_o / \text{Na}_{\text{plm}})}{(\text{creat}_o / \text{creat}_{\text{plm}})}$$



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Clasificación:

Indian J Pediatr , Nov 2010.

Pediatr Nephrol (2011) 26:29–40

31

Table 1 Two recent definitions of acute kidney injury: pediatric Risk, Injury, Failure, Loss, End-Stage Kidney Disease criteria and the Acute Kidney Injury Network Staging [2, 3]

Acute Kidney Injury Network (AKIN) classification of AKI

	Serum creatinine (SCr) criteria	Urine output (UO) criteria
Stage 1	≥ 0.3 mg/dl (26.5 $\mu\text{mol/l}$) rise or rise to 1.5–1.99 X baseline	UO < 0.5 ml/kg/h for 6 h
Stage 2	Rise to ≥ 2 –2.99 X baseline	UO < 0.5 ml/kg/h for 12 h
Stage 3	Rise to ≥ 3 X baseline or ≥ 4 mg/dl (354 $\mu\text{mol/l}$) rise with an acute rise of at least 0.5 mg/dl (44 $\mu\text{mol/l}$)	UO < 0.3 ml/kg/h for 24 h or anuria for 12 h

Modified pediatric Risk, Injury, Failure, Loss, End-stage kidney disease (pRIFLE) criteria

	Estimated creatinine clearances (eCCl)	Urine output (UO) criteria
Risk	eCCl decreased by 25%	UO < 0.5 ml/kg/h for 8 h
Injury	eCCl decreased by 50%	UO < 0.5 ml/kg/h for 16 h
Failure	eCCl decreased by 75% or eCCl < 35 ml/min/1.73 m ²	UO < 0.3 ml/kg/h for 24 h or anuria for 12 h
Loss ^a	Persistent failure > 4 weeks	
End-stage kidney disease ^a	Persistent failure > 3 months	

^a The pRIFLE stages “loss” and “end-stage kidney disease” are not AKI stages per se; they describe chronic outcomes of AKI



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Clasificación KDIGO

Panel 2: Staging of acute kidney injury according to current Kidney Disease Improving Global Outcomes definition

Stage 1

Creatinine ≥ 1.5 times baseline or increase of ≥ 0.3 mg/dL within any 48 h period, or urine volume < 0.5 mL/kg for 6–12 h

Stage 2

Creatinine ≥ 2.0 times baseline or urine volume < 0.5 mL/kg for ≥ 12 h

Stage 3

Creatinine ≥ 3.0 times baseline or increase to ≥ 4.0 mg/dL or acute dialysis, or urine volume < 0.3 mL/kg for ≥ 24 h



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Lancet, 2012

Evaluación:

- **Historia:** vómitos, diarrea, hemorragia, ingesta, drogas.
- **Examen físico:** deshidratación, FC, llene capilar, PA, conciencia, diuresis, hepatomegalia, congestión pulmonar, edema, etc.
- **Laboratorio:**
 - P. Hematológico.
 - Creat, UN.
 - ELP, Ca, P.
 - Sed orina. DU, EL orina.
 - FENa, FE BUN.
- **Imágenes:**
 - Rx tórax (cardiomegalia, congestión pulmonar).
 - Eco abdominal (dilatación tracto urinario, obstrucción).

Indian J Pediatr , Nov 2010.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Evaluación etiológica:

- SHU: Frotis, Rcto reticulocitos, plaquetas, C3, LDH, coprocultivo.
- GNARP: ASO, C3, Ac antinucleares, anticuerpos anti- citoplasma.
- Trombosis arterial y/o renal: Eco doppler.
- Biopsia renal: Infrecuente, IR persistente 2-3 sem, NI persistente, NTA o SHU por más de 2-3 sem.

Indian J Pediatr , Nov 2010.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Diagnóstico:

- Creatinina.
- FENa.(NTA- diuréticos).
- FE BUN. Buen marcador con uso de diuréticos.
- Sedimento de orina: cel epiteliales, depósito.
- **Nuevos biomarcadores:**
 - NGAL (neutrófilo gelatinasa asociado a lipocalina).
 - IL-18 orina.
 - NAG o (n- acetyl- B-D- glucosaminidasa).
 - KIM-1 (molecula de injuria renal)
- **Otros:** IL-6, 8, Cistatina C plm.

Pediatr Nephrol (2009) 24:25.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Manejo:

1. Prevención:

- Por depleción de volumen. (GI, ingesta).
- Teofilina en neonatos asfixiados ¿? (bloquea receptor de adenosina-vasoconstrictor).

2.Terapia de soporte.

3.Manejo de complicaciones.

Indian J Pediatr , Nov 2010.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Manejo:

2.Terapia de soporte:

- Balance de fluidos y electrolitos.
- Tipo de fluidos.
- Manejo nutricional.
- Manejo de infecciones.
- Drogas.
- Diuréticos y dopamina.
- Terapia específica.
- Terapia de reemplazo.

Indian J Pediatr , Nov 2010



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Manejo:

- **Terapia racional de fluidos:**

- Restaurar GC, PA y perfusión renal aquellos con ↓ precarga.
- Restaurar volumen etapa inicial de la reanimación.
- Puede revertir IRA.
- Exceso de volumen tiene complicaciones.
 - > riesgo en: paciente crítico, enfermedad crónica preexistente, farmacoterapia.



Manejo:

- Monitorización invasiva permite mejor manejo de fluidos.
- Balance hídrico: diuresis y PI, peso.
 - ($\downarrow$ 0,5-1% : Deprivación calórica).
 - Mayor pérdida con Na plm $\uparrow$: reemplazo insuficiente de agua.
 - BH (+) con hiponatremia: Exceso de fluidos.
- No administrar potasio con oliguria.
- Preferir vía enteral.

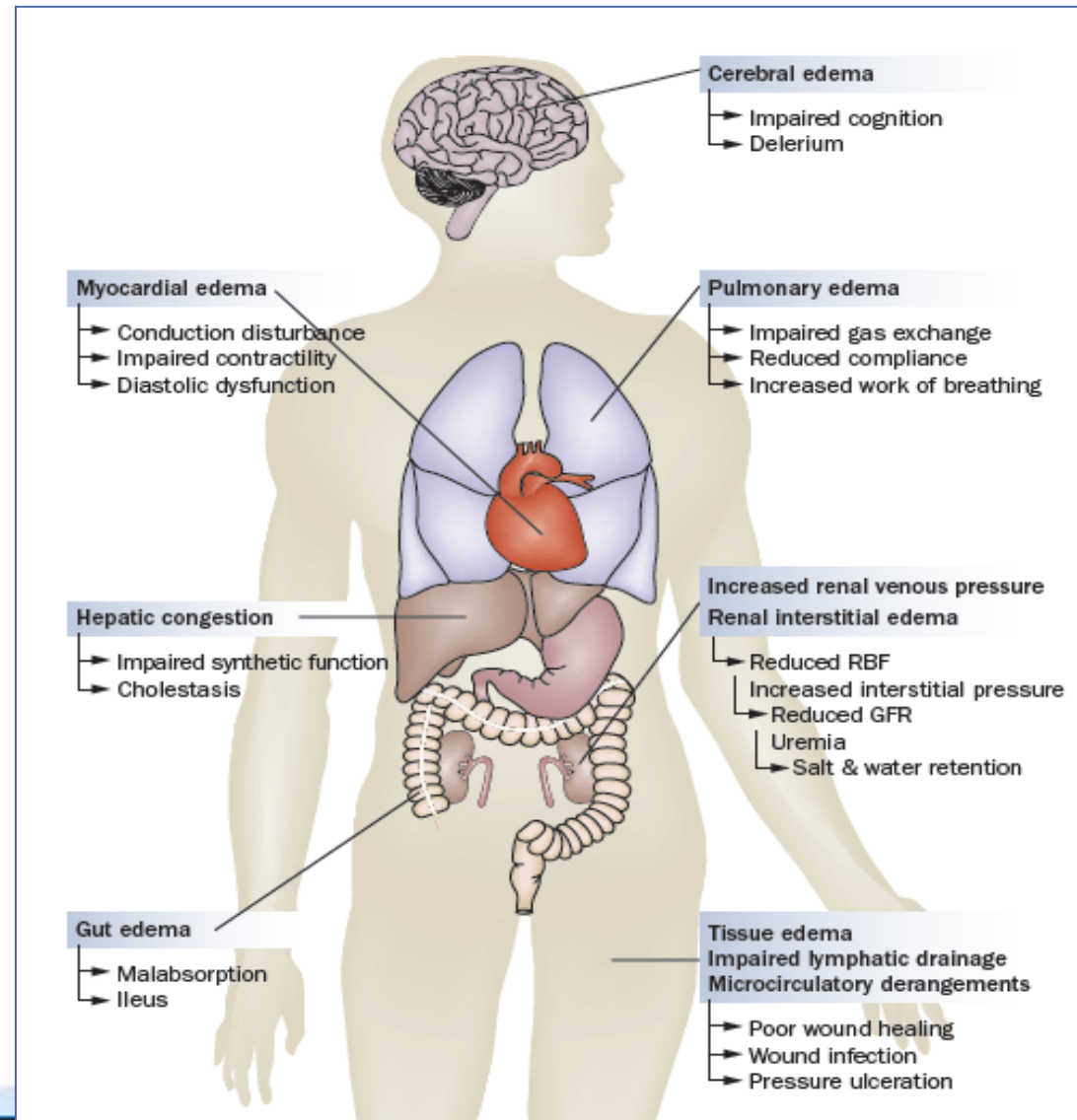


FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Complicaciones de exceso de fluidos.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

NATURE REVIEW

| FEBRUARY 2010



Manejo:

- **Tipo de fluidos: Cristaloides vs coloides.**
 - Preferir cristaloides sin ventaja coloides incluso > RAM.
 - Mayor riesgo de IRA.(Gelatin).

- **Manejo nutricional: (UCI)**
 - Difícil por restricción de volumen.
 - Calorías mínimo 60 cal/Kg/d
 - Mejorar aporte en base a HC y lípidos.
 - Proteínas:
 - Lactantes: 0,8-1,2 gr/Kg/d.
 - Preescolar- escolar: 0,6-0,8 gr/Kg/d.
 - Micronutrientes y vitaminas

Indian J Pediatr , Nov 2010.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Manejo:

- **Infecciones:**

- > Inmunodepresión:
 - azoemia.
 - malnutrición.
 - Procedimientos invasivos.
- Foco urinario, respiratorio, peritonitis, septicemia)
- Higiene oral

- **Fármacos:**

- Evitar nefrotóxicos e IECA.
- Ajuste de ATB según función renal.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Manejo

- **Diuréticos y dopamina:**

- Uso de furosemida en IRA oligúrica no cambia el curso de la falla renal.
- Manitol no ha demostrado beneficios.
- Dopamina (1-3 ug/Kg) como promotor de perfusión renal:
 - **No mejora función renal, necesidad de diálisis y resultados.**
 - > Ri arritmias y hemorragia GI.

- **Fenoldopam:**

- Estudios que muestran ↓ IRA, de terapia de reemplazo renal días ICI y muertes.
- Faltan estudios en niños.

Indian J Pediatr , Nov 2010.

Pediatr Nephrol (2009) 23



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur



Manejo:

- **Disminución de injuria y promotor de recuperación:**
 - Factores de crecimiento.
 - MSH (Hormona estimulante de melanocitos).
 - IGF- 1
 - Células totipotenciales mesenquimáticas.
 - Buenos resultados en animales, en humanos ¿?



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Pediatr Nephrol (2009) 24:1-3



Manejo

- **Terapia específica:**

- GN crecética: Metilprednisolona, ciclofosfamida.
- Nefritis intersticial: Terapia corticoidal acortada.
- SHU atípico, Nefritis lúpica severa, algunos GN crecética: Plasmaféresis.
- Post renal: Cx.

Indian J Pediatr , Nov 2010



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Manejo:

- **Terapia de reemplazo renal:**

- Hiperkalemia severa persistente (> 7 mEq/Lt).
 - Sobrecarga de volumen (EPA, HTA severa).
 - Encefalopatía urémica.
 - Acidosis metabólica severa.
 - Hiponatremia < 120 mEq/Lt o sintomática.
-
- Tipo de diálisis según experiencia , recursos de cada centro, facilidad de acceso.
 - IPD.
 - HD.
 - CRRT

Indian J Pediatr , Nov 2010



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Pronóstico:

- **Etiología:**
 - FOM vs SHU, GNRP, NI.
 - Renal vs prerrenal.
- **Severidad.**
- **Tiempo de inicio de la terapia.**
- **> Ri de IRC** (disminución de nefrones):
 - Glomeruloesclerosis de nefrones remanentes.
 - Prematuros con desarrollo renal incompleto.
 - Plan: seguimiento a largo plazo.

Pediatric Nephrol, 201



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

Bibliografía

- Pediatric acute kidney injury. Fragasso T, Ricci Z, Goldstein S. Contrib Nephrol. Basel, Karger, 2018, vol 193, pp 113–126 (DOI: 10.1159/000484968).
- Acute Kidney Injury in children. Sutherland S and Kwiatkowski M. Adv Chronic Kidney Dis. 2017;24(6):380-387
- Acute kidney injury. Lancet 2019; 394-1949-64.
- **Contacto:** carolsuggh@gmail.com



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Departamento
de Pediatría y Cirugía Infantil Sur

