

## Monitorização da Função Renal

Yara Marcondes Machado Castiglia, TSA<sup>1</sup>, Pedro Thadeu Galvão Vianna, TSA<sup>2</sup>

Castiglia YMC, Vianna PTG - Renal Function Monitoring

O rim ajuda a manter a homeostasia do meio interno através de três funções: a filtração, a reabsorção e a secreção, que resultam em um produto final, a urina. Para que haja urina normalmente elaborada e excretada, há necessidade de perfusão sangüínea adequada do órgão, processamento correto do ultrafiltrado do sangue pelos glomérulos e túbulos renais, e transporte de urina através de condutos desobstruídos. A insuficiência do sistema urinário caracteriza-se por declínio súbito ou crônico no ritmo de filtração glomerular, que determina decréscimo variável no volume urinário e retenção, entre outros, de dejetos nitrogenados, provocando azotemia e conseqüente envolvimento clínico, manifesto por uremia.

Estabelecer o grau de suficiência do sistema renal é o objetivo da pesquisa de existência de moléstias progressivas, durante a avaliação pré-anestésica. Neste sentido, a apuração ou monitorização da função renal, no período pré-operatório, é de grande utilidade para vir a ser base para a monitorização intra-operatória deste mesmo sistema. Algumas razões para monitorizar o rim:

1. o rim é excelente espelho do volume e da composição do fluido extracelular e da adequação da perfusão.
2. previne-se insuficiência aguda do parênquima renal.
3. podem-se detectar algumas doenças sistêmicas: hemólise, cetoacidose, rabdomiólise.

Entretanto, com relação ao rim, a monitorização de sua função, diversamente do que ocorre com a de alguns outros sistemas, é ainda rudimentar, provavelmente em decorrência da falta de pesquisas apro-

priadas que tivessem desenvolvido sistemas efetivos de monitorização.

### Medida do Ritmo de Filtração Glomerular (RFG)

Se a determinação da função renal é muito importante em anestesiologia, porque direciona, entre outras, a escolha e a dosagem de drogas e várias decisões médicas em situações críticas, a determinação do ritmo de filtração glomerular é uma das primeiras a ser lembrada e a mais corriqueira das medidas da função renal porque: primeiro, a filtração glomerular é a mais importante das funções do rim e segundo, das monitorizações renais existentes, ele é uma das mais fáceis de serem realizadas clinicamente. Quando há doença renal grave, esta associa-se à redução no RFG, com elevação da concentração sangüínea de uréia e creatinina. No estado de equilíbrio, a concentração de creatinina dobra para cada 50% de redução no RFG. A medida da concentração de creatinina é mais confiável como índice de filtração glomerular, do que a medida da concentração de uréia, porque a produção de creatinina e sua liberação do músculo são constantes, e muito pouco modificadas pela atividade física, ou pelo balanço protéico.

Porém, a expressão laboratorial mais fiel do RFG é o "clearance" de inulina. Entretanto, como a inulina deve ser infundida no paciente para a realização do "clearance", este método não é muito utilizado. Seu substituto, o "clearance" de creatinina, não é medida muito acurada do RFG porque ocorre, no homem, além da filtração, secreção tubular de creatinina e ainda existem, no plasma, substâncias que interferem em sua dosagem. O resultado, desse modo, é apenas próximo do real. Sua fórmula é a seguinte:

$$C_{cr} = \frac{U_{cr} \cdot V}{P_{cr}}$$

onde

$C_{cr}$  = "clearance" de creatina (ml/min)

$V_{cr}$  = concentração urinária de creatinina (mg/100 ml)

$P_{cr}$  = concentração plasmática de creatinina (mg/100 ml)

$V$  = fluxo urinário (ml/min)

1. Professora Assistente Doutora do Departamento de Anestesiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP

2. Professor Titular do Departamento de Anestesiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP

Correspondência para Yara Marcondes Machado Castiglia  
UNEP - Faculdade de Medicina  
18610 Rubião Júnior - Botucatu SP

© 1992, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

Tradicionalmente, colhe-se a urina por um período de 24 h para reduzir o erro de quantidades residuais na bexiga. Entretanto, período longo para colheita também aumenta a probabilidade de aparecerem outros tipos de erros, bem como retarda a disponibilidade de informações importantes para decisões clínicas. Cateterizando-se a bexiga, e assim diminuindo a possibilidade de haver volume residual, alguns autores já realizaram o Ccr em 2 h. Sladem e col<sup>1</sup>, publicaram seus resultados de Ccr, obtidos neste tempo, comparando-os com outros obtidos em 22 h em pacientes não oligúricos. Concluíram que não houve diferença quanto às informações clínicas, entre os resultados do Ccr obtidos em 2 e 22 h.

Não sendo, entretanto, o Ccr, exame laboratorial de rotina, surgiram na literatura várias fórmulas e nomogramas, que apenas estimam seus valores, aproveitando-se de outra medida que, esta sim, é da prática rotineira, a da creatinina plasmática. Das equações mais utilizadas, segue discriminada abaixo a de Cockcroft & Gault<sup>2</sup> que, segundo os autores, exibiu coeficiente de correlação de 0,83 entre o seu valor e o do real "clearance" de creatinina:

$$\text{clearance estimado de creatinina} = \frac{(140 - \text{idade}) \times \text{peso (kg)}}{72 \times \text{Creatinina plasmática (mg.100 ml}^{-1}\text{)}}$$

Para mulheres, o resultado deve ser multiplicado por 0,85.

Estudos clínicos mostraram, porém, que essas estimativas do Ccr em velhos debilitados não são verdadeiras. Uma relação alterada entre peso corporal, massa muscular e produção diária de creatinina é a mais provável explicação para as diferenças muito grandes encontradas entre o *clearance* estimado e o *clearance* de creatinina. O mesmo acontece com o paciente obeso.

Em nosso meio, Nachtigall & Vianna<sup>3</sup> testaram a correlação entre *clearance* de creatinina em pacientes no período pré-operatório e o resultado foi maior que o dos autores - 0,87.

### Medida do Débito Urinário

A manutenção de fluxo sanguíneo renal normal é a chave para limitar a incidência de insuficiência do órgão. O débito urinário é estimativa indireta deste fluxo e também da filtração glomerular, sendo muito utilizada porque, medida fácil e de baixo custo, é de grande utilidade para o seguimento da perfusão e da função renal. Quando normal, não assegura que o RFG também o seja, porém, quando há oligúria, sinaliza que o RFG está reduzido. O valor deste para indivíduos são e adultos é de 125 ml.min<sup>-1</sup> por 1,73 m<sup>2</sup> de superfície corporal, e ligeiramente inferior para a mulher. Pode ser determinado pela seguinte

equação:

$$\text{RFG} = \text{Kf} \cdot (\text{P}_{\text{CG}} - \text{P}_t - \pi_{\text{CG}})$$

onde:

Kf = é o coeficiente de filtração glomerular. É o produto da permeabilidade da membrana glomerular pela área da superfície;

P<sub>CG</sub> = é a pressão capilar glomerular

P<sub>t</sub> = é a pressão tubular

π<sub>CG</sub> = é a pressão oncótica do plasma

A P<sub>CG</sub> é diretamente proporcional à pressão de perfusão renal, e diminuirá se esta estiver abaixo dos limites de auto-regulação (cerca de 60 mmHg). A P<sub>CG</sub> é também inversamente proporcional à resistência na arteríola aferente, e diretamente proporcional à da arteríola eferente.

A pressão oncótica plasmática representa a maior força de oposição à filtração.

O filtrado glomerular, ao passar através dos túbulos renais e ductos coletores, é reabsorvido em aproximadamente 99% resultando volume urinário de 1 a 2 L/dia. Quando este estiver significativamente reduzido, estará presente a oligúria, volume urinário que não é suficiente para manter em níveis desejados os fluidos, eletrólitos orgânicos e o equilíbrio ácido-base, em outras palavras, o balanço osmolar.

No indivíduo em estado de equilíbrio, onde se considera que não há retenção hídrica, o débito urinário depende da ingestão de água, de sua produção pelo organismo e de quanto dela se perde, por mecanismos extra-renais. Para produzir este débito, o rim depende do sistema renina-angiotensina-aldosterona, do sistema nervoso simpático, do peptídeo natriurético atrial e da vasopressina. Por sua vez, estes sistemas são controlados por vários sensores que respondem ao volume e à composição do fluido extracelular, e por barorreceptores do sistema circulatório.

O rim trabalha com a água do mesmo modo que o faz com outras substâncias. Deste modo:

$$\text{Excreção} = \text{Filtração} - \text{Reabsorção} + \text{Secreção}$$

A água não é secretada. A quantidade reabsorvida depende da reabsorção do sódio, da formação de interstício medular hipertônico e de fluido tubular distal hipotônico, além da ação da vasopressina.

No rim normal, cada mililitro de urina pode excretar um máximo de 1 a 1,2 mOsm de soluto.

A quantidade mínima de urina, concentrada ao máximo, capaz de excretar os vários dejetos metabólicos depende da quantidade total de solutos apresentados ao rim. Os grandes responsáveis pela osmolaridade urinária são a uréia e os eletrólitos, derivados da ingestão, bem como do catabolismo. Quanto maior a carga osmótica (devido à ingestão ou

quebra) maior a necessidade de fluxo urinário que mantenha o equilíbrio orgânico.

Pode-se medir a carga de solutos formada pelo metabolismo através da excreção osmolar, que se calcula multiplicando a osmolaridade urinária pelo fluxo urinário. A dieta normal produz 12 mOsm/kg/dia de solutos, ou 0,5 mOsm/kg/h, o que gera a necessidade de 0,5 ml/kg/h de urina com máxima concentração, para que se mantenha o equilíbrio. Os pacientes idosos, e aqueles em jejum, têm carga osmolar menor e espera-se, portanto, débito urinário menor. Contrariamente, aqueles pacientes com catabolismo intenso ou recebendo grandes quantidades de proteínas, devem manter fluxo urinário mais alto para que o balanço osmolar permaneça normal, a não ser que a urina seja concentrada ao máximo.

A oligúria é a tradução clínica de RFG diminuído, embora RFG diminuído não produza oligúria necessariamente. O rim normal reabsorve de 98 a 99% do filtrado e excreta apenas 1-2%, sendo que, quando com lesão, não é capaz de reabsorção tão eficiente.

A oligúria é definida como débito urinário menor que 0,5 - 0,6 ml/kg/h, em pacientes submetidos a estresse agudo (em situações crônicas, o nível é de 0,2 ml/kg/h), podendo ser classificada convencionalmente em pré-renal, renal e pós-renal, de acordo com suas causas. A oligúria pré-renal é aquela conseqüente a alterações hemodinâmicas, ou ação de fatores endócrinos; a renal refere-se a alterações do parênquima do rim; a pós-renal refere-se a problemas obstrutivos.

A oligúria pré-renal decorre de diminuição aguda no RFG e/ou de aumento na reabsorção de sal e água. Agonista dos receptores adrenérgicos alfa, vasopressina e aldosterona são desencadeantes humorais importantes do decréscimo do débito urinário. Se não for tratada prontamente, a oligúria pré-renal freqüentemente progride para insuficiência renal aguda (IRA).

Assim sendo, a monitorização da função renal tem seu mais importante papel na prevenção de eventos pré-renais, ajudando a limitar a progressão de oligúria para IRA. Esta pode ser produzida por uma variedade de fatores, que interferem não só com a filtração glomerular, como também com a reabsorção tubular, como a hipoperfusão, drogas nefrotóxicas ou toxinas<sup>4,5</sup>.

Para o diagnóstico diferencial entre oligúria pré-renal e IRA, utilizam-se a monitorização do débito urinário e testes urinários laboratoriais.

Fatores hormonais suscitados por hipoperfusão, particularmente aldosterona e vasopressina, estimularão o rim a conservar sal e água, resultando em urina com alta osmolaridade e concentração de sódio baixa. Ao contrário, o paciente com IRA será incapaz de formar este tipo de urina.

Algumas situações são características. Assim, alguns doentes que cronicamente não concentram a urina, em decorrência de doença renal pré-existente,

não alcançam os valores encontrados na situação de oligúria pré-renal, mesmo durante agressões pré-renais agudas. Outros doente, com doença glomerular aguda e crônica e RFG diminuído, podem excretar urina com concentração baixa de sódio. Diuréticos, especialmente a furosemida, tenderão a estimular a produção de urina com osmolaridade mais baixa, e com concentração de sódio mais alta, durante mais de 24 horas após sua administração.

Em razão desses e de muitos outros relatos, propôs-se na literatura, que a excreção fracionária de sódio (EFNa)<sup>6</sup> fosse guia laboratorial diferencial nesses pacientes. Sua fórmula é a seguinte:

$$EFNA = \frac{U_{Na}}{\frac{P_{Na}}{P_{Cr}}} \times 100$$

onde

$U_{Na}$ ,  $U_{Cr}$  = concentração urinária de sódio (mEq/L) e creatinina (mg/100 ml)

$P_{Na}$ ,  $P_{Cr}$  = concentração plasmática de sódio (mEq/L) e creatinina (mg/100ml)

Valores menores que 1 sugeririam alterações pré-renais.

Outro guia laboratorial, que auxilia no diagnóstico diferencial entre oligúria pré-renal e IRA, seria o índice de insuficiência renal (IIR)<sup>7</sup>:

$$IIR = \frac{U_{Na}}{\frac{U_{Cr}}{P_{Cr}}}$$

Valores menores que 1,0 mEq/L sugeririam fatores pré-renais.

Entretanto, outras investigações posteriores contestam a utilidade destes resultados para diagnóstico e prognóstico em situações agudas<sup>8,9</sup>. A maior limitação seria porque sugeririam lesão parenquimatosa em situações ainda reversíveis, e seriam duvidosos nas circunstâncias comentadas anteriormente, e em pacientes com insuficiência hepática, síndrome nefrótica e cirrose, nos quais os valores numéricos podem estar baixos, embora já exista insuficiência renal progressiva e inexorável<sup>10</sup>.

Zaloga & Hughes<sup>11</sup>, realizando estudo para determinar a etiologia de oligúria em pacientes com doenças graves, e com concentrações de uréia e creatinina plasmáticas normais, concluíram que a oligúria resultou, ou de hipoperfusão renal (hipovolêmicos), ou de excesso de vasopressina (normovolêmicos). Utilizaram medidas de excreção fracionária de sódio e do índice de insuficiência renal, e mostraram que esses resultados foram úteis apenas para diferenciar os dois tipos de pacientes: nos oligúricos por hipovolemia, os resultados foram mais altos.

Os estudos continuam, porém sabe-se que os

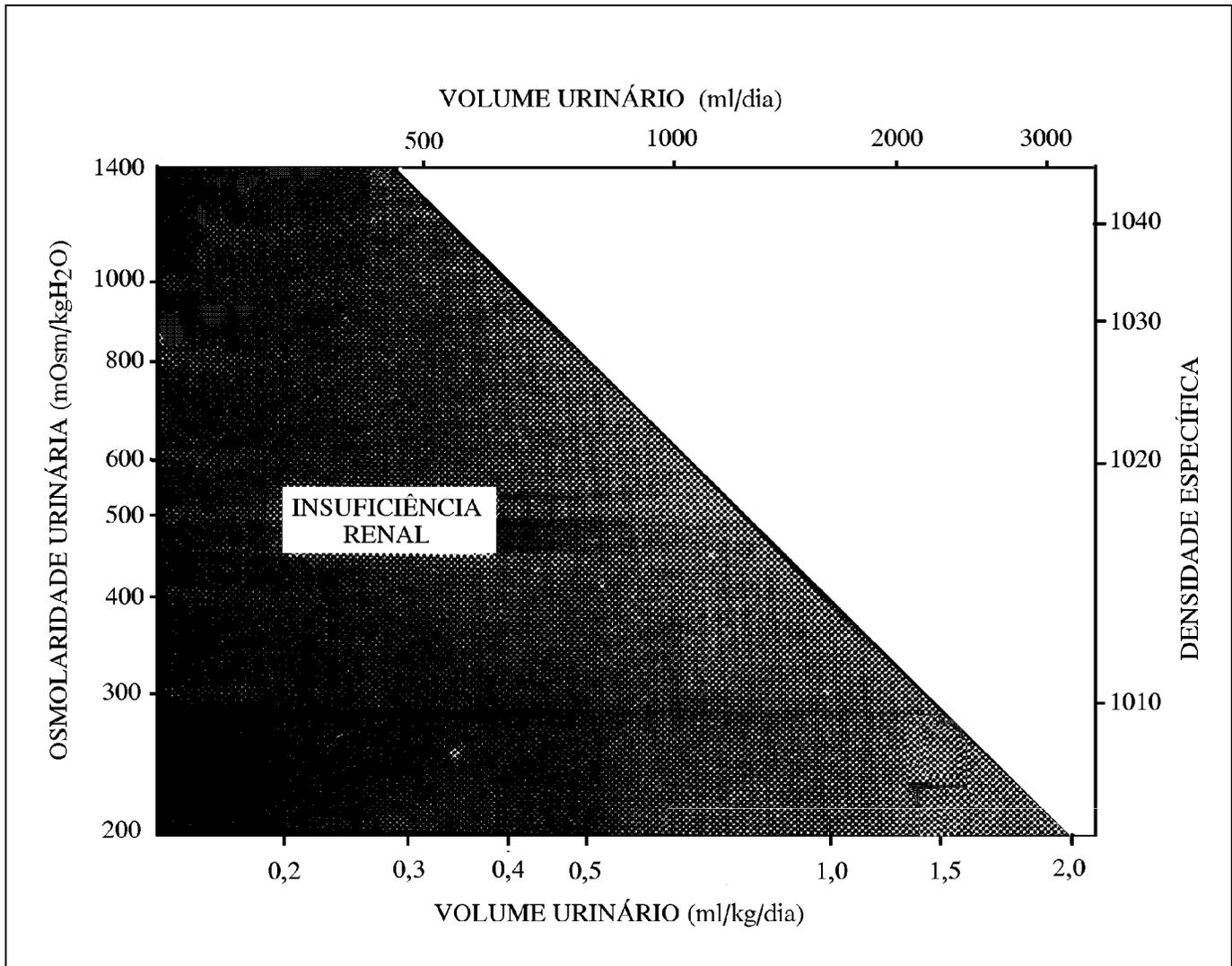


Fig 1 - Relação entre volume e concentração urinários  
(adaptado de Bevan DR- Monitoring in Anesthesia. Can Anaesth J, 1984;31:395-406)

testes laboratoriais existentes não são ainda satisfatórios, ou suficientemente específicos para dividir os pacientes em grupos tais que respondam a terapias previstas, particularmente quando se pensa naqueles pacientes mais graves.

#### Medida da Pressão de Oclusão do Capilar Pulmonar

Como ainda falta o monitor específico da função renal, na prática clínica usa-se, além do débito urinário, o valor da pressão de oclusão do capilar pulmonar, obtida através do cateterismo invasivo e de alto custo. Assim, em pacientes oligúricos, a pressão de oclusão do capilar pulmonar pode ser utilizada para prever se a administração de fluidos melhorará o débito cardíaco e, portanto, a perfusão renal, assim como, para avaliar o risco que a expansão de volume trará para a função pulmonar. Estas informações,

juntamente com outras sobre o débito cardíaco e a resistência vascular sistêmica, podem prontamente ser aproveitadas para se conduzir a terapêutica da oligúrica aguda.

#### Medidas da Concentração Urinária

Se o débito urinário também depende da carga osmolar apresentada ao rim para excreção, e da capacidade do rim de excretar solutos e água, então, a medida da concentração urinária dará informações da proporção de solutos existente para a água, e ajudará na avaliação do estado de hidratação do paciente, e na capacidade funcional do rim.

É assim que a monitorização isolada do débito urinário, muitas vezes, não constitui índice renal confiável, havendo necessidade de se saber qual a excreção de soluto (Figura 1).

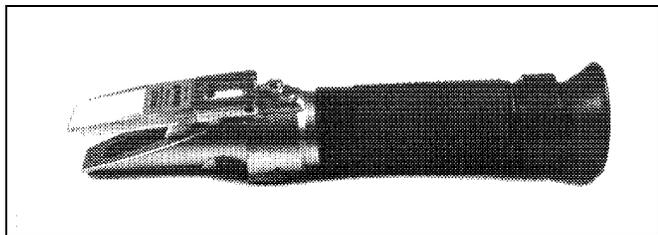


Fig 2 - Refratômetro para medida da densidade urinária

Quando esta falha, é que começam a aparecer os sinais de insuficiência renal, juntamente com a oligúria.

Três métodos podem ser utilizados para avaliar a concentração urinária: a densidade específica, a osmolaridade e o índice de refração. Dos três métodos, os mais utilizados são os dois últimos.

A osmolaridade é a medida do número de partículas (solutos) por kg de solvente. Pequenas amostras de urina podem ser analisadas em osmômetros que, entretanto, são aparelhos de alto custo.

A refração é o método mais comumente utilizado para medida da concentração urinária. O refratômetro determina o ângulo em que a luz sofre refração, quando passa através de uma solução. O ângulo ou índice de refração é proporcional à quantidade de solutos em uma solução. A quantidade total de solutos, em uma solução, por sua vez é proporcional ao peso desses solutos o que vem a ser a medida do peso específico. Esta é a base para a utilização do refratômetro, clinicamente, para medir o peso espe-

cífico da urina<sup>12</sup> (Figura 2).

#### Medidas da Pressão do Oxigênio Urinário

Kainuma e col<sup>13</sup> realizaram estudos em cães, para avaliar se a pressão urinária de oxigênio ( $PuO_2$ ) refletiria a pressão arterial de oxigênio ( $PaO_2$ ) e alterações agudas no fluxo sanguíneo renal (FSR). Encontraram um coeficiente de correlação, entre  $PuO_2$  e FSR, de 0,84, o que, acham, espelha alterações no FSR de cães normais. Demonstraram, também, que a  $PuO_2$  reflete alterações na  $PaO_2$  130 torr.

#### Doppler Duplex

Este método avalia o fluxo sanguíneo renal cortical, através da ultra-sonografia, e o fluxo sanguíneo em pequenas artérias renais (intralobares). Utilizando probe de 3,5 mHz, o rim terá sua imagem discriminada em tempo real, e uma artéria intralobar identificada para o estudo. O método *Duplex Doppler* possui a grande vantagem de não ser invasivo, ter leitura instantânea e repetível, podendo ser realizadas quantas medidas forem necessárias, sem limitações de tempo<sup>14,15,16</sup>. Outra vantagem é seu uso em pós-operatório de transplante renal, no diagnóstico precoce da rejeição do rim transplantado<sup>17</sup>.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sladen RN, Endo E, Harrison T T - Two-hour versus 22 - hour creatinine clearance in critically ill patients. *Anesthesiology*, 1987; 67:1013-16.
- Cockcroft DW, Gault MH - Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron*, 1976; 16:31-41.
- Nachtigall RCCO, Vianna PTG, Curi Pr et al - Avaliação do ritmo de filtração através da depuração de creatinina e da creatinina plasmática. *Rev Bras Anest*, 1989; 39(S11):CBA 13.
- Myers BD, Moran SM - Hemodynamically mediated acute renal failure. *New Engl J Med*, 1986; 314:97-105.
- Abuelo JG - Renal failure caused by chemicals, foods, plants, animal venoms, and misuse of drugs. *Arch Intern Med*, 1990; 150:505-10.
- Espinel Ch, Gregory AW - Differential diagnosis of acute renal failure. *Clin Nephrol*, 1980; 13:73-9.
- Miller TR, Anderson RJ, Linas SL et al - Urinary diagnostic indices in acute renal failure. A prospective study. *Ann Intern Med*, 1978; 89:47-50.
- Oken DE - On the differential diagnosis of acute renal failure. *Am J Med*, 1981; 71:916-20.
- Pru C, Kjellstrand CM - The FE<sub>Na</sub> test is of no prognostic value in acute renal failure. *Nephron*, 1984; 36:20-3.
- Diamond JR, Yoburn DC - Nonoliguric acute renal failure associated with a low fractional excretion of sodium. *Ann Intern Med*, 1982; 96:597-600.
- Zaloga GP, Hughes SS - Oliguria in patients with normal renal function. *Anesthesiology*, 1990; 72:598-602.
- Rowe MI, Lloyd DA, Lee M - Is the refractometer specific gravity a reliable index for pediatric fluid management? *J Ped Surg*, 1986; 21:580-2.
- Kainuma M, Nobuyuki K, Shimada Y - Effect of acute changes in renal arterial blood flow on urine oxygen tension in dogs. *Crit Care Med*, 1990; 18:309-12.
- Manara AR, Bolsin SN, Monk C et al - Metoclopramida does not affect renal blood flow. *Br J Anaesth*, 1991; 66:129-30.
- Stevens PE, Gwyther SJ, Baulbel JE et al - Practical use of Duplex Doppler analysis of the renal vasculature in critically ill patients. *Lancet*, 1989; 1:240-2.
- Stevens PE, Gwyther SJ, Hanson ME et al - Noninvasive monitoring of renal blood flow characteristics during acute renal failure in man. *Intensive Care Med*, 1990; 16:153-8.
- Reinitz ER, Goldman MH, Sais J et al - Evaluation of transplant renal artery blood flow by doppler sound - spectrum analysis. *Arch Surg*, 1983; 118:415-9.