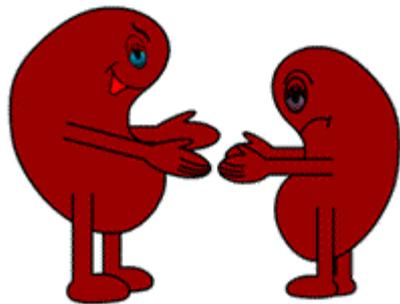


Suporte Nutricional na Insuficiência Renal Aguda



Prof. Dr. Raphael Liberatore Jr.
Nutrição e Metabolismo em Pediatria
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo





IRA: Definição

- Diminuição súbita da função renal bilateral, que resulta em alteração da homeostase orgânica, com retenção de resíduos nitrogenados e distúrbios do equilíbrio hidroeletrolítico e ácido-base
- RN, crianças e adultos em UTI:
 - Particularmente sensíveis à IRA, que com frequência acompanha o comprometimento de outros órgãos e sistemas



IRA: Definição

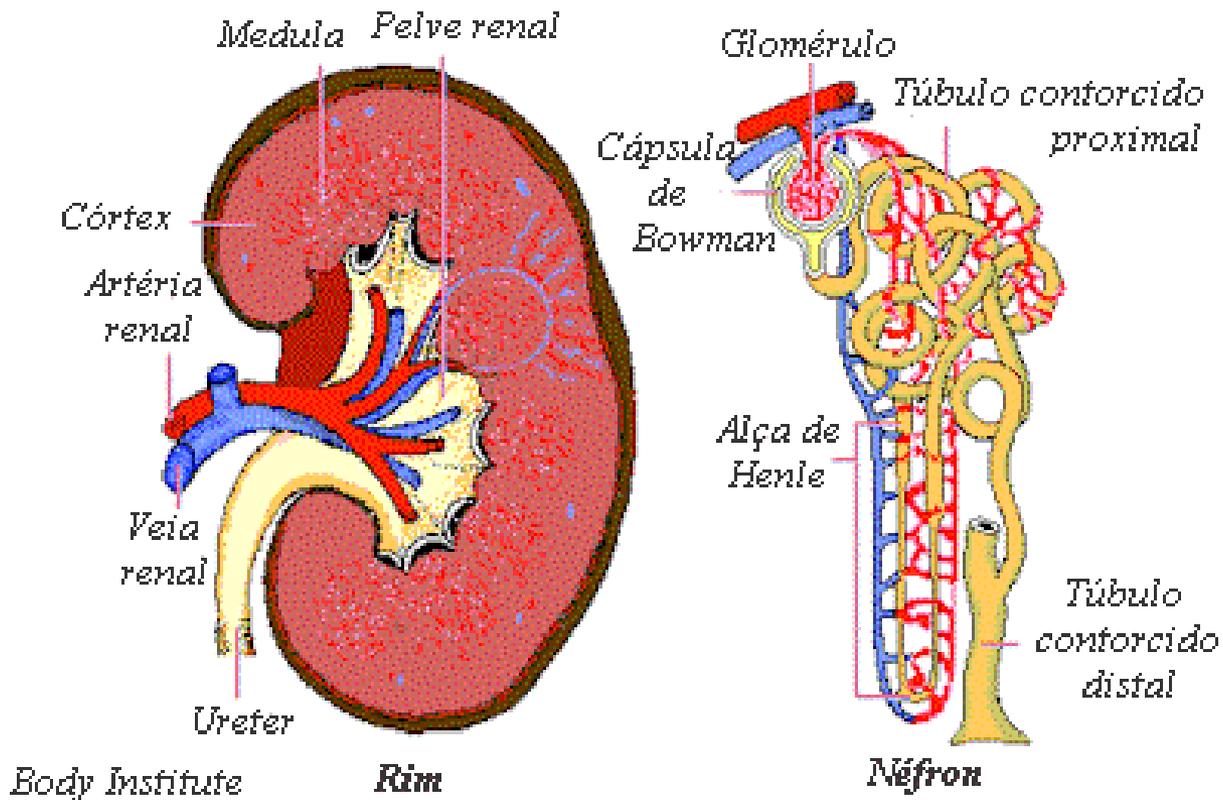
- IRA acompanha-se de alta mortalidade em pacientes gravemente doentes
- Fatores de mau prognóstico:
 - Gravidade da doença de base
 - Disfunção de múltiplos órgãos e sistemas
 - Sub-nutrição e hipoalbuminemia
 - Indução de *status* pró-oxidante e pró-inflamatório
 - Alteração da imunocompetência
 - Maior predisposição a infecções



IRA: Fisiopatologia

- Classificação tradicional da IRA:
 - Pré-renal
 - Diferentes processos de hipoperfusão renal
 - Renal ou Intrínseca
 - Dano parenquimatoso ou necrose tubular aguda
 - Pós-renal
 - Obstrução das vias urinárias

IRA: Fisiopatologia





IRA: Fisiopatologia

- Os limites entre essas categorias não são bem definidos
- Estados prolongados de IRA pré e pós-renal podem levar a dano renal intrínseco
- Vários eventos podem ocorrer simultaneamente e causar IRA secundária a várias etiologias
 - Hipoperfusão renal e uso de drogas nefrotóxicas na sepse



IRA: Fisiopatologia

- A **IRA pré-renal** secundária a hipovolemia ou diminuição do débito cardíaco é a forma mais comum de IRA em crianças
- Representa a resposta de rins saudáveis à diminuição da pressão de perfusão renal abaixo do limiar de auto-regulação do fluxo sanguíneo renal



IRA: Fisiopatologia

- A **IRA pós-renal** caracteriza-se por diminuição abrupta da taxa de filtração glomerular (TFG) devido à obstrução das vias urinárias
- O diagnóstico e a atuação precoce em situações de **IRA pré e pós-renal** promovem a melhora rápida da função renal, prevenindo o dano secundário ao parênquima renal



IRA: Fisiopatologia

- A **necrose tubular aguda** é a causa mais comum de IRA intrínseca, secundária a hipoperfusão, hipoxia ou lesão nefrotóxica
- Caracteriza-se por três fases:
 - Inicial
 - Manutenção
 - Recuperação



IRA: Fisiopatologia

- Características das três fases:
 - Na fase inicial, o insulto (isquemia ou nefrotoxina) desencadeia uma série de eventos que levam à lesão das células epiteliais tubulares
 - Na fase de manutenção, a TFG permanece baixa por dias ou semanas, dependendo da gravidade do insulto inicial, devido à obstrução tubular pelas células epiteliais lesadas e ao escape retrógrado de líquido e solutos
 - Na fase de recuperação, ocorre a restauração gradual e progressiva da TFG e da função tubular



IRA: Quadro Clínico e Laboratorial

- Diminuição do débito urinário:
 - Oligúria é definida por diurese abaixo de 0,5 - 1 ml/kg/hora (em recém-nascidos e lactentes) e 12 ml/m²/hora ou 300 ml/m²/dia (em crianças maiores e adolescentes)
 - Aumento associado de uréia e creatinina no soro
- Pode haver IRA não-oligúrica
 - Diagnóstico é feito pelo aumento sérico da uréia e creatinina

Creatinina varia em função da idade e massa muscular!!



IRA: Quadro Clínico e Laboratorial

- Em recém-nascidos, logo após o nascimento, as concentrações séricas de creatinina refletem a função renal da mãe, pois durante a vida intra-uterina, a função excretora principal é realizada pela placenta
- Na primeira semana de vida, a creatinina diminui para 40 a 50% dos valores iniciais, concomitantemente ao rápido aumento da TFG



IRA: Quadro Clínico e Laboratorial

- No período de 1 mês a 2 anos de idade, a creatinina sérica estabiliza-se em torno de 0,3 a 0,4 mg/dl
- Depois, eleva-se gradualmente, atingindo valores do adulto na adolescência
- Portanto, em recém-nascidos, é importante a avaliação seqüencial das concentrações séricas de creatinina para estabelecer-se o diagnóstico de IRA



IRA: Quadro Clínico e Laboratorial

- Pacientes com IRA apresentam comprometimento da regulação do balanço de sódio e água:
 - Retenção de fluidos:
 - Edema
 - Sobrecarga cardiovascular
 - Edema agudo de pulmão
 - Hipoxia → Lesão renal agravada
 - Hiponatremia



IRA: Quadro Clínico e Laboratorial

- Na IRA não-oligúrica pode ocorrer a síndrome perdedora de sal:
 - Hiponatremia por perda de sódio
 - Desidratação
- A hipóxia decorrente do edema pulmonar e a diminuição da perfusão renal secundária à desidratação constituem fatores agravantes da lesão renal



IRA: Quadro Clínico e Laboratorial

- IRA compromete também a excreção de potássio, magnésio e fósforo:
 - Hiperpotassemia
 - Hipermagnesemia
 - Hiperfosforemia ou hiperfosfatemia
- Hipocalcemia:
 - Conseqüente à hiperfosfatemia e
 - ↓ 1,25-(OH)₂-vitamina D



IRA: Quadro Clínico e Laboratorial

- A diminuição da excreção de ácidos fixos leva à acidose metabólica
- O acúmulo de resíduos nitrogenados leva à uremia
- A diminuição da excreção de ácido úrico leva à hiperuricemia
- Todas essas alterações são agravadas pelo hipercatabolismo associado à IRA



IRA: Metabolismo Energético

- Em pacientes com IRA não complicada, como a IRA secundária ao uso de drogas nefrotóxicas, o gasto energético permanece dentro da faixa de indivíduos normais
- Em pacientes com IRA associada à sepse ou disfunção de múltiplos órgãos e sistemas, o gasto energético aumenta aproximadamente 20 a 30%
- Portanto, o gasto energético de pacientes com IRA é determinado pela doença de base e pelas complicações associadas e não pela IRA



IRA: Metabolismo de CHO

- Frequentemente, pacientes com IRA apresentam hiperglicemia, secundária à resistência à insulina aumentada
- As concentrações plasmáticas de insulina estão elevadas, porém há diminuição da captação de glicose pela musculatura esquelética e da síntese de glicogênio
- Há aumento da neoglicogênese hepática, que não responde ao *feedback* negativo normalmente ativado pela infusão de glicose



IRA: Metabolismo de Lipídios

- Os distúrbios do metabolismo dos lipídios são secundários ao comprometimento da lipólise
- Caracterizam-se por aumento das concentrações plasmáticas de triglicérides, especialmente a lipoproteína de muito-baixa densidade (VLDL) e a lipoproteína de baixa densidade (LDL) e diminuição do colesterol total e da lipoproteína de alta densidade (HDL)
- Durante a IRA, o *clearance* de triglicérides de cadeia longa e de cadeia média estão reduzidos em 50%



IRA: Metabolismo Protéico

- O intenso catabolismo protéico responsável por balanço nitrogenado negativo é característico da IRA
 - Degradação de proteínas musculares
 - Aumento da oxidação dos aminoácidos (AA)
 - Neoglicogênese
 - Síntese de proteínas de fase aguda
 - ↓ aminoácidos no plasma e intra-celular
 - Alteração de utilização e *clearance* de AA



IRA: Metabolismo Protéico

- Vários AA, incluindo **Cys, Tyr, Arg** e **Ser** são sintetizados ou degradados pelos rins
- AA usualmente considerados não-essenciais, como a Tyr, tornam-se indispensáveis em pacientes com IRA:
 - Condicionalmente essenciais
- Catabolismo protéico prolongado:
 - Grave comprometimento da resposta imune e das defesas do organismo contra infecções



IRA: Metabolismo Protéico

- **Hipercatabolismo é multifatorial:**
 - Comprometimento das vias metabólicas pelas toxinas urêmicas
 - Acidose metabólica
 - Alterações hormonais: resistência à insulina, aumento da secreção de hormônios catabólicos (cortisol, glucagon, catecolaminas), hiperparatireoidismo, supressão da liberação e resistência a fatores de crescimento



IRA: Metabolismo Protéico

- **Hipercatabolismo é multifatorial:**
 - **Reação de fase aguda**
 - Síndrome da resposta inflamatória sistêmica, com liberação de fator de necrose tumoral (TNF), interleucinas (IL) e liberação de proteases de leucócitos ativados
 - **Terapia de substituição renal**
 - Perda de nutrientes e interação entre o sangue e as superfícies artificiais
 - **Suprimento inadequado de substratos nutricionais**



IRA: Impacto Metabólico das Terapias de Substituição Renal

- Perda de calor pelo circuito extra-corpóreo
 - ↓ temperatura corporal
 - Efeitos benéficos em pacientes com febre e disfunção de múltiplos órgãos e sistemas:
 - ↓ consumo de oxigênio, melhora a estabilidade cardiovascular e ↓ o catabolismo protéico
 - Efeitos maléficos:
 - ↓ imunocompetência do organismo e favorece a ocorrência de infecções



IRA: Impacto Metabólico das Terapias de Substituição Renal

- O balanço de glicose durante as terapias de substituição renal depende da concentração de glicose no líquido de diálise:
 - Quando são utilizadas soluções de diálise sem glicose, grandes quantidades de glicose podem ser removidas do corpo, proporcionalmente à sua concentração plasmática e ao volume de ultrafiltração



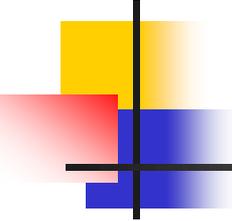
IRA: Impacto Metabólico das Terapias de Substituição Renal

- As perdas de glicose pela terapia dialítica ativam o catabolismo protéico e devem ser repostas pela terapia nutricional
- Quando soluções com altas concentrações de glicose são utilizadas, como, por exemplo, as soluções de diálise peritoneal, que contêm concentrações de glicose de 1240 a 3600 mg/dl, grandes quantidades de glicose podem ser reabsorvidas, causando hiperglicemia



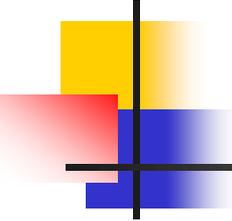
IRA: Impacto Metabólico das Terapias de Substituição Renal

- As soluções de diálise contêm tampões
 - Lactato e o Bicarbonato (mais comuns)
- O lactato absorvido pelo organismo é convertido a bicarbonato no fígado, na proporção de 1:1, o que contribui para o controle da acidose metabólica associada à IRA
- Sobrecarga de lactato pode piorar a acidose metabólica, em situações de diminuição da utilização endógena de lactato, como na insuficiência hepática ou em condições clínicas associadas ao aumento da produção de lactato, como no choque



IRA: Impacto Metabólico das Terapias de Substituição Renal

- O aumento das concentrações sanguíneas de lactato deprime a contratilidade miocárdica e aumenta o catabolismo protéico
 - Nessas situações, soluções com bicarbonato devem ser utilizadas
- Por outro lado, a metabolização de lactato é um processo gerador de energia e a sobrecarga de lactato pode corresponder à ingestão calórica de até 500 kcal, que deve ser considerada no cálculo do balanço energético



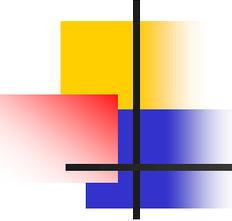
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- Fluidos e Eletrólitos:

- Volume das perdas insensíveis por evaporação pela pele e trato respiratório
 - (20 ml/kg/dia ou 400 ml/m²/dia)

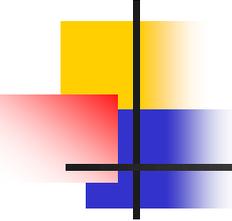
+

- Volume da diurese e das perdas anormais por drenos e sondas, trato gastrintestinal, taquipnéia, febre ou exposição à fonte de calor radiante



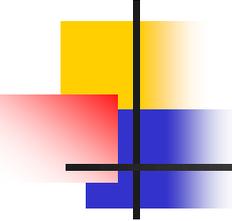
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- Fluidos para o RN:
 - Perdas insensíveis variam de 30 a 40 ml/kg/dia, devendo-se acrescentar 1 a 2 ml/kg/h de perdas por exposição a calor radiante.
- Fluidos em pacientes em ventilação pulmonar mecânica:
 - Deve-se considerar menor volume de perdas insensíveis, pois não há perda de água pelos pulmões, devido à umidificação e ao aquecimento dos gases inspirados.



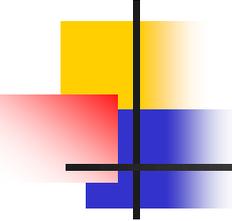
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- A reposição das perdas insensíveis deve ser feita com água ou dextrose a 5 ou 10%
- Ressalta-se que o conteúdo de água dos alimentos corresponde a 70% do peso da dieta
- O paciente deve ser pesado diariamente e espera-se uma perda de 0,5 a 1% de peso por dia, devido ao hipercatabolismo
- Ganho ou manutenção do peso corporal ou queda das concentrações plasmáticas de sódio sugere hiper-hidratação



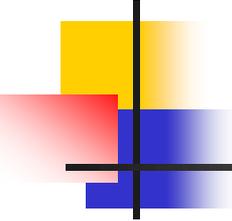
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- Hiponatremia
 - Restrição hídrica
- Hiperpotassemia
 - Minimizar o aporte total de potássio
 - Casos graves, com arritmia cardíaca:
 - Emergência médica!
- Hiperfosfatemia e hipermagnesemia
 - Minimizar o aporte total de PO_4^{-2} e Mg^{+2}
 - Cuidado com a falta absoluta de nutrientes!



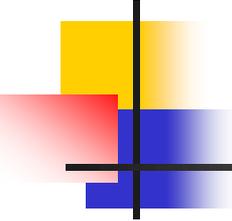
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- Hipocalcemia
 - Administração de 1,25-(OH)₂-vitamina D e cálcio por via oral
- Acidose metabólica
 - Administração de Bicarbonato de Sódio
- Terapia Nutricional
 - Principal objetivo é promover o equilíbrio do balanço nitrogenado e o anabolismo protéico, visando preservar o estado nutricional e a imunocompetência



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

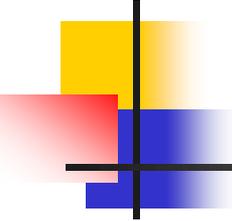
- Terapia Nutricional
 - Massa magra deve ser protegida
 - Objetivos adicionais:
 - Controle da inflamação
 - Cura das lesões
 - Recuperação da função renal
 - O início do suporte nutricional deve ser precoce, tão logo o paciente esteja clínica e metabolicamente estável



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

■ Terapia Nutricional

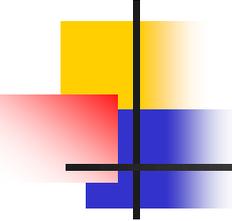
- Em pacientes estáveis, com catabolismo leve, a via oral pode ser utilizada, desde que o paciente esteja em condições clínicas para aceitá-la
- Em pacientes gravemente doentes, a dieta deve ser administrada, sempre que possível, por via enteral:
 - proporciona o melhor aproveitamento de substratos, com melhor tolerância clínica
 - menor custo, quando comparada à nutrição parenteral (NP)



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

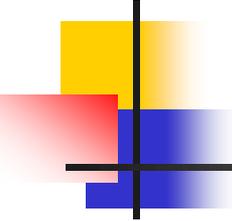
■ Terapia Nutricional

- Nutrição enteral (NE) promove a manutenção da barreira GI e a prevenção de infecções sistêmicas por translocação bacteriana
- Há evidências de que a NE promova melhor recuperação da função renal comparada à NP (experimentais)
- NE tem sido associada à maior sobrevida (na IRA)
- Se não for possível utilizar a via enteral, por redução significativa ou ausência de motilidade intestinal, deve-se administrar NP



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- Terapia Nutricional: Proteínas
 - 0,8-1 g/kg/dia para pacientes não catabólicos
 - 1,2 - 1,5 g/kg/dia para pacientes hipercatabólicos, podendo-se atingir no máximo 2 g/kg/dia em situações de hipercatabolismo grave
 - Deve-se iniciar com 0,6 g/kg/dia de proteínas e as quantidades devem ser gradualmente aumentadas, monitorizando-se o nitrogênio uréico sangüíneo, que deve permanecer abaixo de 100 mg/dL.

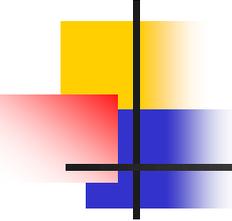


IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

■ Terapia Nutricional: Proteínas

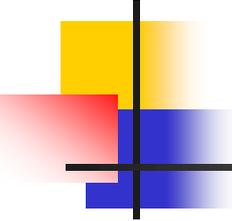
*Atenção:

- É necessário um aporte adicional de proteínas para pacientes submetidos a tratamento dialítico, com o objetivo de compensar as perdas protéicas durante a terapia de substituição renal
- 0,2 g/kg/dia para pacientes submetidos à hemodiálise ou às terapias contínuas lentas de substituição renal e 0,4 g/kg/dia, para pacientes em diálise peritoneal



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

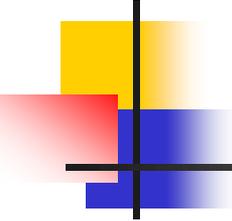
- Terapia Nutricional: Proteínas
 - Para pacientes em NP, atualmente recomenda-se a utilização de soluções que contenham AA essenciais e não-essenciais
 - Alguns tornam-se condicionalmente essenciais:
Arg, Cys, Tyr, His, Cys
 - Alguns autores sugerem que a relação ideal entre AA essenciais e não-essenciais é de 3:1 a 4:1



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

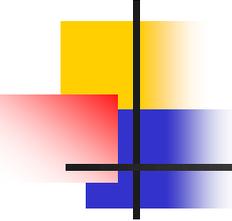
- **Terapia Nutricional: Energia**
 - **Fórmula de Holliday-Segar:**
 - 0-10 kg: 100 kcal/kg/dia
 - 11-20 kg: 1000 kcal + 50 kcal/kg/dia para cada kg > 10 kg
 - > 20 kg: 1500 kcal + 20 kcal/kg/dia para cada kg > 20 kg
 - **Fatores de estresse:**
 - Sepsis: 1,1 - 1,3
 - Disfunção de múltiplos órgãos e sistemas: 1,2 - 1,4
 - Politrauma: 1,2 - 1,4
 - Queimadura: 1,2 - 2

Maioria das fórmulas superestima o gasto energético em crianças gravemente doentes!



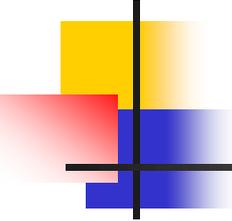
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- Vários fatores podem alterar o gasto energético:
 - Sedação, analgesia e bloqueio neuromuscular, por limitarem a atividade física da criança e a ventilação mecânica, por diminuir o trabalho da respiração, contribuem para a diminuição do gasto energético
 - Febre aumenta o gasto energético de 10 a 15% para cada grau acima de 37° C



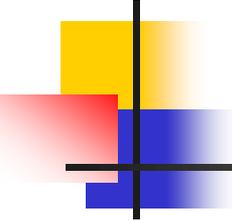
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- A quantidade de calorias não-protéicas necessária para o melhor aproveitamento das proteínas:
 - 150 a 170 kcal/g de nitrogênio, após estabilização da fase aguda.
- Devem ser administradas nas proporções de 60% de CHO e 40% de lipídios ou 50% de CHO e 50% de lipídios
- Devido à baixa tolerância à glicose na IRA, o uso de insulina pode ser necessário



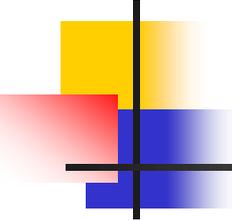
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- **Hiperglicemia em pacientes gravemente doentes é fator de mau prognóstico**, pois aumenta o risco de infecções, disfunção de múltiplos órgãos e sistemas e morte
- Alguns autores sugerem o controle estrito da glicemia com uso de INSULINA
- Uso de TCM em grandes quantidades não apresenta vantagens
 - *Clearence* alterado na IRA



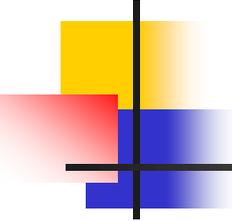
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- Soluções parenterais hiperosmolares devem ser infundidas por cateteres venosos centrais, para evitar dano às veias periféricas
- **Fórmulas enterais com altas concentrações calóricas (2 a 3 calorias/ml)** devem ser administradas em 2 horas ou por infusão contínua, via gástrica ou pós-pilórica
 - Fórmulas devem ser iniciadas diluídas (≤ 1 caloria/ml), aumentando-se gradualmente suas concentrações, até a densidade calórica desejada



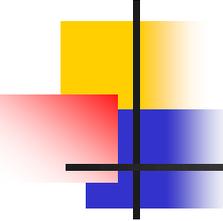
IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

- Efeitos colaterais causados pela alta osmolaridade, como náuseas, vômitos, distensão abdominal e diarreia, geralmente melhoram com a diminuição transitória da concentração e da velocidade de infusão da dieta
- Em pacientes com diminuição do esvaziamento gástrico e do trânsito intestinal, medicamentos pró-cinéticos podem ser úteis
 - Domperidona, bromoprida



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

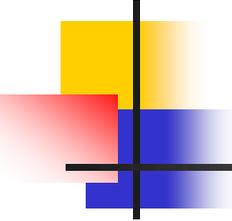
- Na prática, utilizamos dietas semi-elementares, com menor osmolaridade e que permitem melhor assimilação de nutrientes
- Frequentemente, as fórmulas existentes devem ser moduladas, utilizando-se a quantidade de pó conforme o aporte protéico desejado e adicionando-se o restante das calorias sob a forma de CHO e lipídios, na proporção de 60/40 ou 50/50



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

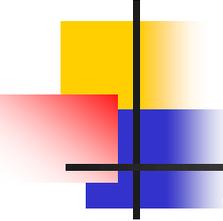
■ Terapia Nutricional: Micronutrientes

- As concentrações séricas das **vitaminas hidrossolúveis** estão usualmente diminuídas em pacientes com IRA, particularmente naqueles submetidos às terapias de substituição renal. Alguns autores recomendam a administração do dobro do RDA, enquanto outros recomendam apenas as necessidades normais
- Ingestão diária de **ácido ascórbico** não deve ultrapassar 250 mg, pois quantidades excessivas podem causar oxalose secundária



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

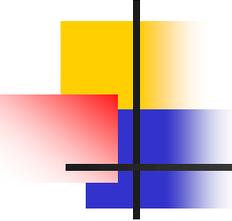
- Terapia Nutricional: Micronutrientes
 - Com relação às **vitaminas lipossolúveis**:
 - As concentrações plasmáticas de 1,25-(OH)₂-vitamina D₃, vitamina A e vitamina E estão diminuídas na IRA
 - As concentrações plasmáticas de vitamina K estão normais ou elevadas
 - Recomenda-se, portanto, administrar quantidades normais de vitaminas lipossolúveis (RDA)



IRA: Suporte Metabólico e Nutricional

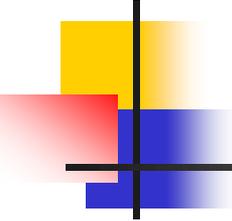
■ Terapia Nutricional: Micronutrientes

- As concentrações de **selênio** estão reduzidas na IRA e alguns estudos sugerem melhora do prognóstico após a reposição em pacientes gravemente doentes
- O metabolismo do **zinco** está alterado na IRA e suas concentrações séricas são freqüentemente baixas, sendo recomendada sua reposição
- A maioria dos autores recomenda a administração das necessidades normais de **oligoelementos** (RDA), monitorizando-se as concentrações séricas, para evitar toxicidade



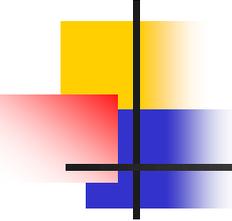
IRA: Monitorização

- **Peso corporal diário**
 - Bom para balanço hídrico, mas não para o estado nutricional (edema)
- **Peso seco**
 - O qual o paciente não apresenta expansão do volume extracelular e abaixo do qual pode ocorrer instabilidade hemodinâmica, é um parâmetro muito subjetivo
- **Pregas e circunferências**
 - Não padronizadas em paciente grave e imprecisas em pacientes com edema



IRA: Monitorização

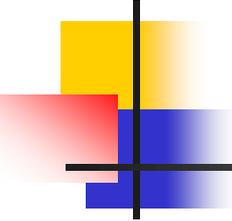
- Concentrações séricas
 - Albumina – bom valor prognóstico
 - Transferrina, a pré-albumina e a proteína ligadora do retinol não constituem parâmetros úteis de avaliação nutricional na IRA
 - Uréia *appearance*
 - Bom índice para avaliação do **catabolismo protéico**
- Uréia urinária – Variação do *pool* da uréia



IRA: Monitorização

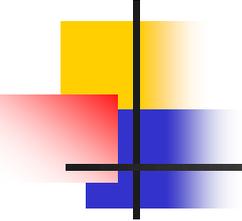
■ *Uréia appearance*

- Uréia urinária = [uréia] urinária x volume urinário
- Varição do *pool* da uréia = $\{([uréia] \text{ plasmática final} - [uréia] \text{ plasmática inicial}) \times \text{água corporal total}\} + (\text{balanço de água} \times [uréia] \text{ plasmática final})$
- A uréia proveniente da proteína ingerida é calculada, considerando-se que:
 - 6,25 g de proteína = 1 g de nitrogênio
 - 1 mmol de uréia = 60 mg de uréia = 28 mg de nitrogênio



IRA: Monitorização

- A partir daí, pode-se calcular a **taxa de catabolismo protéico**:
 - Taxa de catabolismo protéico (g/kg/dia) = $\{(uréia\ appearance - uréia\ da\ proteína\ ingerida\ (g/d)) \times 0,467 \times 6,25\} / peso\ (kg)$
 - Como o músculo contém 20% de proteínas, multiplicando-se a taxa de catabolismo protéico por 5, obtém-se o valor aproximado da perda de massa muscular



That's it !

