

Alimentação do Recém-Nascido

Vitaminas e Minerais

António Gomes, Eunice Soares, Agostinho Moleiro, Manuela Nona, Maria José Castro

Recém-nascido Termo

Para o RN de termo com nutrição entérica os aportes de vitaminas e minerais fornecidos no leite materno ou no leite adaptado são perfeitamente suficientes, com excepção da vitamina D que se recomenda ser fornecida como suplemento na dose de 600UI/d.

Recém-nascido Pré-Termo (RN PT)

As necessidades nutricionais do prematuro, sobretudo do muito baixo peso, tem sido objecto de estudo e investigação nestes últimos anos, mas os dados disponíveis não são ainda consensuais. Enquanto que em relação ao recém-nascido de termo os objectivos centram-se na administração dos níveis encontrados no leite materno, o prematuro apresenta várias particularidades que dificultam o estabelecimento de valores padrão universalmente aceites.

Durante o último trimestre de gravidez verifica-se no feto uma extensa acumulação de oligoelementos, minerais e vitaminas, sendo lógico que o recém-nascido prematuro e com a sua rápida velocidade de crescimento fique em risco de desenvolver deficiência destes elementos. Por outro lado devido à sua composição corporal com elevado conteúdo em água, diferente metabolismo e imaturidade de sistemas orgânicos, as suas necessidades nutricionais diferem das dos recém-nascidos de termo. Acrescido a estes factores vem o estado de doença em que geralmente se encontra, aumentando o consumo destes micronutrientes utilizados também nas funções de defesa do organismo e reconstrução tecidual.

Ao procurar determinar as necessidades do recém-nascido prematuro, pretende-se prevenir deficiências, acumular reservas que teriam sido acumuladas no último trimestre da gravidez e evitar o consumo excessivo, que tem efeito tóxico.

Vitaminas Hidrossolúveis

Funcionam como cofactores enzimáticos e a sua utilização pelo organismo depende do aporte calórico e proteico da dieta, bem como da taxa de utilização de energia. Este facto leva-nos a concluir que em situações clínicas (por exemplo, Displasia Broncopulmonar), em que há um aumento do aporte calórico, as necessidades

destas vitaminas ficam também aumentadas. Têm pouco tempo de armazenamento nas células, sendo facilmente eliminadas na urina ⁽¹⁾.

Vitamina C - O ácido ascórbico é um anti-oxidante, o que o torna importante para o recém-nascido pré-termo (RNPT) submetido a stress oxidativo ^{(1) (2) (3)}. Também participa na biosíntese da carnitina, dopamina e colagénio e no metabolismo da tirosina⁽¹⁾⁽⁶³⁾.

Foram descritos no passado, casos de prematuros com tirosinémia secundária a deficiência de vitamina C ou aporte proteico (tirosina) elevado.

A vitamina C é excretada na urina principalmente sob a forma de ácido oxálico, existindo no adulto uma grande capacidade renal para a sua depuração mas sendo a do prematuro desconhecida. Existe uma possível toxicidade por administração de doses elevadas de vitamina C. Esta vitamina pode provocar a oxidação da hemoglobina em metahemoglobina. Não parece ter sido comprovada a existência de hemólise associada a administração de vitamina C.⁽²⁾

Administrada juntamente com o ferro, a vitamina C facilita a sua absorção.

O aporte parentérico é de 25mg/kg/dia, não podendo exceder 80mg/dia ⁽⁶⁾⁽⁶³⁾⁽⁶⁶⁾ (ver tabela 1).

As recomendações actuais para o aporte entérico de vitamina C são de 24mg/Kg/d, sendo necessário um aporte mínimo de 8mg/100kcal ^{(1) (3) (5)(63)}.

O conteúdo do leite materno (LM) em vitamina C é inferior à quantidade recomendada (ver tabela 3). A congelação (-20°C) durante 1 mês e a refrigeração (4°C) durante 1 semana, levam a uma perda de 1/3 da vitamina. Os leites especiais para pré-termo contêm suplementação adequada em vitamina C assim como os fortificantes do leite materno.

Tiamina (vitamina B1) - Funciona como cofactor no metabolismo dos hidratos de carbono e actua ainda na membrana neuronal facilitando a condução nervosa. ⁽²⁾.

A deficiência de vitamina B₁ é muito rara no período neonatal porque o gradiente feto-materno para a tiamina favorece o feto, mas pode ocorrer em situações de deficiência materna.

O aporte parentérico é de 350 µg/kg/dia, não podendo exceder 1.2mg/dia ⁽⁶⁾⁽²⁾⁽⁶⁶⁾.

O aporte oral recomendado para o RNPT é de 200 a 300 µg/dia, sendo necessário um mínimo de 40µg/100kcal ^{(1) (2)(3) (5)}.

O LM contém esta vitamina em pouca quantidade, atingindo os valores recomendados se fortificado. Os leites especiais para pré-termo contêm suplementação em quantidade muito variável (tabela 3).

Riboflavina (vitamina B2) - É um componente das flavoproteínas que actuam como transportadores de hidrogénio nas importantes reacções de oxi-redução do metabolismo energético, da síntese do colagénio, eritropoiese e activação do folato. Facilita ainda a fotodegradação da bilirrubina.

A riboflavina é instável na presença da luz, ocorrendo fotodegradação quer esteja no leite materno ou soluções de nutrição parentérica. Fototerapia é uma causa reconhecida de deficiência de riboflavina, verificando-se que as suas concentrações séricas reduzem-se para metade após 24 h de fototerapia, sendo importante a sua suplementação. No entanto em doses excessivas, a sua concentração urinária elevada, poderá provocar precipitação e obstrução tubular renal.

A dose oral recomendada para RNPT é de 360µg/kg/d, devendo ser no mínimo, 60µg/100kcal⁽²⁾⁽⁶⁵⁾.

O aporte parentérico é de 150µg/kg/d, não podendo exceder 1.4mg/dia. ⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁵⁾⁽⁶⁶⁾.

O LM não fornece quantidade suficiente, atingindo os valores recomendados se fortificado e os leites especiais para pré-termo contêm suplementação em quantidade muito variável (tabela 3), sendo em alguns muito elevada e podendo levar a aportes excessivos.

Piridoxina (vitamina B6) - Intervém na síntese de neurotransmissores e em funções metabólicas do cérebro. Participa em reacções de interconversão do triptofano em niacina e serotonina ⁽²⁾.

A deficiência em vitamina B₆ embora rara, pode originar um quadro neurológico grave de convulsões no recém-nascido.

Os aportes recomendados são de 180µg/kg/d quer sejam entéricos ou parentéricos e a

dose oral deve atingir o mínimo de 35µg/100kcal ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁵⁾.

O conteúdo em vitamina B₆ do leite materno varia muito com a dieta mas é insuficiente para o prematuro em crescimento. Os fortificantes e os leites especiais para pré-termo contêm a suplementação adequada.

Cianocobalamina (vitamina B12) - Participa em reacções de síntese de nucleotídeos do DNA e na transferência de grupos metil ⁽²⁾.

A absorção da vitamina B₁₂ ao nível do ileum distal, requer a ligação ao factor intrínseco, produzido pelas células gástricas parietais, pelo que está alterada em recém-nascidos submetidos a gastrectomia ou ressecção do ileum terminal.

O aporte recomendado é de 0,3µg/kg/d por via oral ou parentérica.

O LM não fornece quantidade suficiente, atingindo os valores recomendados se fortificado e os leites especiais para pré-termo contêm suplementação em quantidade adequada.

Niacina - Participa no metabolismo energético,

ao nível da cadeia respiratória. Tem ainda uma acção importante na glicólise e lipogénese. A niacina pode ser sintetizada nos seres humanos a partir do amino-ácido triptofano, sendo esta reacção catalizada pelas vitaminas B₂ e B₆.

O aporte parentérico sugerido, é de 6.8mg/kg/dia ⁽²⁾.

A dose oral recomendada para RNPT é de 4,8mg/kg/d, num mínimo de 0.8mg/100kcal ⁽¹⁾⁽³⁾⁽⁵⁾.

O LM contém quantidade insuficiente, atingindo os valores recomendados se fortificado e os leites especiais para pré-termo contêm suplementação em quantidade muito variável.

Biotina - É uma coenzima que intervém na biossíntese de aminoácidos e ácidos gordos e também na neoglicogénese ⁽²⁾.

A biotina consegue ser recuperada após a degradação dos enzimas que a contêm, ao nível hepático, pelo que situações de deficiência desta vitamina são muito raras.

O aporte parentérico é de 6µg/kg/dia, não devendo ultrapassar 20µg/dia ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁶⁾.

O aporte oral recomendado para o RNPT varia consoante os autores de 1,2µg/kg/d a 15µg/dia, devendo ser um mínimo de 1.5µg/100kcal ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁵⁾.

O LM contém quantidade insuficiente e nem todos os leites especiais para pré-termo são suplementados.

Ácido Pantoténico - É componente da coenzima A, que é essencial ao metabolismo das gorduras, hidratos de carbono e proteínas. Participa no Ciclo de Krebs, nas reacções de alongação dos ácidos gordos, na neoglicogénese e processos de libertação de energia ⁽²⁾.

Não existem registos de situações de deficiência ou toxicidade.

O aporte parentérico é de 2mg/kg/dia, não devendo ultrapassar os 5mg/dia ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁶⁾.

O aporte oral recomendado para o RNPT é de 1,2-3mg/dia, devendo ser num mínimo de 0.3mg/100kcal ⁽¹⁾⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁵⁾.

O LM contém quantidade insuficiente, atingindo os valores recomendados se fortificado e os leites especiais para pré-termo contêm suplementação em quantidade muito variável (tabela 3).

Ácido Fólico - Participa na síntese de DNA e RNA e no metabolismo de alguns amino-ácidos, o que o torna fundamental nos processos de divisão celular e crescimento, sendo as suas necessidades ainda maiores no prematuro numa fase de crescimento rápido.

A sua carência leva à anemia megaloblástica. O défice de ferro pode condicionar uma diminuição de utilização de folato.

O aporte parentérico é de 56 µg/kg/d, não podendo ultrapassar 140µg/dia ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁶⁾.

O aporte oral recomendado para o RNPT é de 50 a 60 µg/kg/d ⁽²⁾.

No LM as quantidades de ácido fólico aumentam cerca de 10 vezes com a duração da amamentação, atingindo os valores recomendados. Os leites especiais para pré-termo têm uma quantidade superior de folato. A suplementação do prematuro com ácido fólico, para além do conteúdo do leite é ainda controversa e não

Alimentação do recém-nascido - vitaminas e minerais

parece mostrar benefícios a nível do crescimento ou índices hematológicos. O tratamento oral com ácido fólico pode interferir com a absorção do zinco ⁽²⁾.

Vitaminas Lipossolúveis

Metabolicamente não formam coenzimas clássicas nem grupos prostéticos, mas participam no crescimento e diferenciação celular. Dependem dos mecanismos de absorção das gorduras pelo que a insuficiência hepática e a colestase conduzem a carência destas vitaminas. Têm a possibilidade de serem armazenadas pelo que quando consumidas em excesso, por um período prolongado, são potencialmente tóxicas.

Vitamina A - É essencial para as funções de visão, crescimento e reparação tecidual, diferenciação celular e imunocompetência. O desenvolvimento pulmonar e a integridade do epitélio das vias respiratórias dependem desta vitamina, daí que a sua carência em recém-nascidos tenha sido associada a doença pulmonar crónica. Contudo, alguns estudos conseguiram demonstrar que quando os níveis séricos de vitamina A se encontram normais, o recém-nascido não beneficia de maior suplemento desta vitamina ⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾.

Os suplementos recomendados para o RNMBP são 700 a 1500 IU/kg/d, sejam por via entérica ou parentérica.

Os leites especiais para prematuros suprem estas necessidades, mas o leite humano pré-termo necessita de fortificação ou suplementação ⁽²⁾⁽⁶⁵⁾⁽⁶⁶⁾.

Vitamina E - É um anti-oxidante e impede a peroxidação dos lípidos das membranas celulares, onde está incorporada. É particularmente importante para os recém-nascidos submetidos a terapêuticas que os colocam em stress oxidativo.

A deficiência desta vitamina compromete a imunidade humoral e celular ⁽⁸⁾.

Foi recomendada a sua administração nos prematuros como prevenção dos efeitos tóxicos do oxigénio, importantes na etiologia da displasia broncopulmonar, retinopatia da prematuridade e hemorragia intra-ventricular. No entanto embora alguns trabalhos realizados refiram que a deficiência desta vitamina é frequente nos prematuros, o seu doseamento é ainda problemático e a utilização de doses excessivas está associado a toxicidade, com aumento do risco de sepsis e NEC, o que dificulta a sua administração terapêutica. Actualmente não existe suficiente evidência que recomende a sua utilização em doses farmacológicas como medida preventiva ⁽²⁾.

Os suplementos parentéricos recomendados para o prematuro são de 2,8 a 3,5 IU/kg/d não devendo ultrapassar 7IU/dia ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁵⁾. Quando se utiliza como fonte lipídica a Lipofundina 20% tem-se um suplemento acrescido de vitamina E (219 UI/L).

O aporte oral recomendado é de 6 a 12 UI/kg/d.

O colostro e o LM pré-termo contêm uma maior quantidade de vitamina E do que o LM de termo, mas esse valor diminui após 2 ou 3 semanas ⁽²⁾.

As necessidades de vitamina E crescem com o aumento de ácidos gordos poli-insaturados (PUFA), e

com a presença de stress oxidativo, tal como a ingestão de ferro. Geralmente os leites especiais para prematuros são suplementados em vitamina E em proporção ao seu conteúdo em PUFA e é recomendado que contenham um mínimo de 1 UI de vitamina E/grama de ác. Linoleico. Os fortificantes do leite materno também são suplementados. É importante suplementar com esta vitamina os lactentes amamentados ao peito e a receberem ferro adicional.

Vitamina D - É uma pro-hormona que se transforma na hormona biologicamente activa, 1,25(OH)₂D, após metabolização nas células renais dos túbulos proximais. Esta actua de forma concertada com a PTH para a manutenção da homeostase do cálcio e fósforo. A fonte principal de vitamina D no período neonatal imediato é a transferência transplacentar que ocorreu durante a gravidez. Após o nascimento, com o súbito desaparecimento do suprimento de cálcio fornecido pela placenta verifica-se uma elevação dos níveis de PTH e da 1,25(OH)₂D, sem correlação com os níveis de vitamina D, e que refletem a descida do nível sérico de cálcio. Este período de hipocalcémia é mais grave e prolongado no prematuro. No RNMBP a hipocalcémia não consegue ser corrigida apesar de níveis elevados de PTH e de 1,25(OH)₂D, dado que não pode haver aumento de reabsorção intestinal por não receberem alimentação entérica e também se verifica não haver uma mobilização efectiva de cálcio do osso. A administração intravenosa de cálcio com aumento dos seus níveis séricos consegue impedir o aumento da PTH sérica.

Embora a deficiência em vitamina D tenha sido implicada na osteopénia da prematuridade, a principal causa desta complicação parece ser a deficiência de cálcio e fósforo.

Recomenda -se na alimentação parentérica um aporte de 160 IU/kg/d.

Os suplementos entéricos recomendados para o prematuro são 150 a 400 IU/kg/d. O leite materno tem quantidade muito baixas de vitamina D. Os fortificantes do leite materno e os e os leites especiais para pré-termo contêm esta vitamina em quantidade muito variável (tabela 3) sendo a suplementação adicional variável de acordo com o utilizado.

Vitamina K - É essencial na conversão metabólica dos factores de coagulação para a sua forma activa. Estes encontram-se diminuídos no recém-nascido, tal como a vitamina.

Continua a ser aconselhada a administração intramuscular de vitamina K na altura do nascimento como profilaxia da doença hemorrágica do RN (1mg para recém-nascidos com peso superior a 1000g e 0,5mg se o peso de nascimento for inferior a 1000g), que lhes providenciará as quantidades necessárias desta vitamina para as primeiras 2 semanas de vida.

O aporte parentérico proposto é de 80 a 100µg/kg/d, não devendo ultrapassar os 200µg/dia ⁽²⁾. Quando se utiliza a solução de Intralipid a 20% tem acrescido um suplemento de vitamina K (cerca de 70µg/dl).

O aporte entérico aconselhado varia de 5 a 15µg/kg/d, necessitando de um mínimo de 0.5mg/100kcal ⁽¹⁾⁽³⁾⁽⁵⁾.

O conteúdo em vitamina K do leite materno é muito baixo. Num estudo realizado, com suplementação oral de vitamina K fornecida às mães (2,5mg/d p.o.) foi possível aumentar o conteúdo desta vitamina no leite. Os leites especiais para prematuro são suplementados, assim como os fortificantes do leite materno, não sendo necessário administração adicional de vitamina K.

Minerais

São nutrientes essenciais e a importância da sua função bioquímica é independente da quantidade em que se encontram no organismo. Aqueles que constituem menos de 0.01% do peso corporal, são chamados oligoelementos. As funções mais amplamente conhecidas destes relacionam-se com os sistemas enzimáticos.

O RNPT tem um risco aumentado de contrair deficiências de minerais, devido às suas reservas diminuídas ao nascer, rápido crescimento e aporte variável (inadvertida omissão dos minerais na solução parentérica, ou deficiências marginais induzidas por manipulação dietética ou por competição entre nutrientes)⁽¹⁵⁾.

Cálcio e Fósforo - Atendendo ao seu metabolismo, faz sentido abordar o cálcio e o fósforo em conjunto.

O cálcio participa na transmissão dos impulsos nervosos e na coagulação sanguínea, é activador de algumas enzimas, confere rigidez ao esqueleto.

A carência grave de cálcio leva à desmineralização óssea. Está descrita uma hipocalcémia neonatal precoce, encontrada com frequência no RNPT e em filhos de mães diabéticas^{(15) (17) (18) (19)}.

Os recém-nascidos com atraso de crescimento intra-uterino (ACIU) têm menores reservas de cálcio devido à eventual alteração dos fluxos, com passagem diminuída de nutrientes para o feto.

O fósforo é um componente importante dos fosfolípidos das membranas celulares. Participa na mineralização óssea, no funcionamento do sistema imunitário, nos processos de obtenção e armazenamento de energia, influenciando ainda outros processos metabólicos^{(15) (20) (21) (22)}.

A carência grave de fósforo pode condicionar raquitismo, deficiente crescimento, fraqueza muscular, podendo levar ao coma^{(15) (22) (23)}.

Pode instalar-se por um baixo aporte ou por um aumento significativo das necessidades, como é o caso de fases de crescimento rápido, ou ainda por um aporte calórico elevado, em que há utilização de maior quantidade de fósforo em reacções de síntese proteica e metabolismo da glicose^{(15) (22) (23) (24) (25) (26)}.

Para o RNPT, são recomendados aportes parentéricos de cálcio e fósforo, respectivamente 50-60mg/kg/dia e 40-45mg/kg/dia^{(27) (28)}. A relação cálcio/fósforo deve variar entre 1,3:1 e 1,7:1, tendo sido referida maximização da retenção destes minerais com esta última⁽²⁾.

Os aportes orais sugeridos são de 185-370mg/kg/dia de cálcio e 79-82mg/kg/dia de fósforo⁽¹⁵⁾.

O LM tem um conteúdo em cálcio e fósforo insuficiente para o prematuro em crescimento, embora

com elevada biodisponibilidade para ambos^{(15) (29) (30)}, sendo recomendada a sua fortificação (tabela 3).

A monitorização da fosfatase alcalina como marcador da mineralização óssea é importante para avaliar a adequação do aporte⁽⁸⁾.

Magnésio - É necessário para a estabilização dos ácidos nucleicos. Participa na síntese proteica, transferência de energia e fosforilação oxidativa^{(15) (31) (32)}. A taxa de retenção de magnésio pelo feto, é de 0.15mmol/kg/dia^{(16) (33) (34)}.

A carência de magnésio leva a atraso de crescimento, apneia, fraqueza muscular e coma. Pode ainda estar na origem de hipocalcémia^{(15) (35) (36) (37)}. A etiologia desta carência pode ser a falta de aporte, limitação da absorção intestinal (secundária ou não, a cirurgia), perdas gastrointestinais excessivas (drenagem gástrica), ou alteração da função renal^{(15) (32) (38)}.

Elevadas concentrações de cálcio no leite especial para prematuro e LM fortificado podem diminuir a absorção de magnésio, daí que nesses alimentos, a relação molar Cálcio/Magnésio deva ser inferior a 11/1^{(16) (40)}.

As recomendações do aporte de magnésio para o RNPT, por via parentérica e entérica, são respectivamente 5-7mg/kg e 5.34-6.13mg/kg^{(15) (27) (28)}.

O LM contém magnésio em quantidades ligeiramente inferiores ao recomendado^{(15) (30)}.

Os fortificantes do leite materno são também suplementados em magnésio.

Oligoelementos

Os RN prematuros possuem depósitos endógenos mínimos de oligoelementos o que aumenta o risco de surgirem deficiências. Se bem que estas possam ser notadas só durante o período de maior velocidade de crescimento activo, têm origem numa suplementação deficiente logo desde o início, durante a fase de nutrição parentérica.

Num RN com alimentação parentérica total limitada a 1 a 2 semanas ou se esta funciona como suplemento da alimentação entérica, só é necessário fornecer zinco. Depois deste período é importante suplementar com crómio, iodo, molibdénio e, na ausência de colestase, cobre e manganésio. Se a nutrição parentérica se estender por um período superior a 4 semanas torna-se necessária a adição de selénio.

Ferro - Tem um papel preponderante na eritropoiese, transporte de electrões, síntese de DNA, metabolismo das catecolaminas e funcionamento de enzimas. Baixos níveis de ferro implicam menor número de citocromos, com conseqüente bloqueio da cadeia respiratória e menor produção de energia nas células, contribuindo para disfunção orgânica⁽⁴¹⁾, mesmo antes de ser evidente a anemia microcítica. Verificou-se que as crianças com anemia ferropénica apresentavam pior desempenho em testes de desenvolvimento e que se mantinha mesmo depois de corrigida a anemia. O facto de haver alterações não reversíveis devidas à ferropénia, dependendo da

Alimentação do recém-nascido - vitaminas e minerais

sua gravidade e altura da vida em que ocorre, realçou a importância desta deficiência e da sua prevenção⁽⁶⁶⁾.

Por outro lado no RNMBP a sobrecarga de ferro e consequente aumento do potencial oxidativo, que pode intervir no desenvolvimento de doenças como a displasia bronco-pulmonar e retinopatia, razão pela qual deve ser evitada a sua suplementação indiscriminada⁽²⁾.

O status de ferro do RNPT é mais lábil do que o do RN de termo. Não só tem menores reservas, mas também a necessidade por kg é maior, com base nos registos de incorporação de ferro pelo feto^{(41) (43)}.

No entanto o RNMBP após o nascimento também apresenta uma descida da hemoglobina por depressão da síntese de eritropoietina e da eritropoiese extramedular, mas também por hemólise, ficando o ferro libertado armazenado ao nível do sistema reticulo-endotelial. A hipóxia também induz mobilização de ferro dos tecidos. Existem estudos que sugerem que nas primeiras semanas de vida estes RN têm um balanço negativo para o ferro porque não necessitam deste elemento nesta altura⁽²⁾.

No prematuro, o ferro, embora também utilizado por outros tecidos, é sobretudo necessário para a eritropoiese e esta só se reinicia com o aumento da produção da eritropoietina, que geralmente não se verifica antes das 34 a 36 semanas de idade corrigida⁽⁶⁶⁾.

As recomendações da Academia Americana de Pediatria são de que a suplementação em ferro deve começar nos primeiros 2 meses e manter-se durante o 1º ano de vida, fornecendo 2mg/kg/d, podendo as necessidades dos RNEBP serem superiores, num total de 4 mg/kg/d. Os recém-nascidos leves para a idade gestacional (LIG) parecem ter também maiores necessidades de ferro do que aqueles que são adequados para a idade gestacional (AIG). Alguns autores demonstram que os ACIU nascem com apenas 40% das concentrações de ferro normais, no fígado^{(41) (44)}. Reservas diminuídas de ferro são também referidas, quando há pré-eclâmpsia ou anomalia dos vasos da placenta^{(41) (45)}.

Considera-se não haver grande benefício em iniciar a suplementação com ferro antes das 6 a 8 semanas a não ser em situações de RN que sofreram consideráveis perdas sanguíneas sem que houvesse reposição com transfusão e neste caso devem iniciar o suplemento de ferro às 2-4 semanas ou quando a alimentação entérica é bem tolerada.

O Leite Materno contém uma quantidade de ferro que, mesmo sabendo-se que tem maior biodisponibilidade, é considerada insuficiente para os prematuros. É necessário fornecer suplementação em ferro, mesmo que o leite materno seja fortificado. Os leites especiais para pré-termo têm quantidades de ferro superiores à do leite materno e a dose utilizada na suplementação deste elemento deve ter isso em conta.

O balanço de ferro do RNPT pode ainda ser significativamente influenciado pelo facto de receber concentrados eritrocitários ou eritropoietina.

Um RN submetido a terapêutica com eritropoietina precisa de 6mg ferro/kg/dia, para manter níveis séricos adequados^{(41) (47)}.

Nos RN com nutrição parentérica é aconselhado administração de 0,1 a 0,2 mg/kg de ferro^{(2) (65)}. A

administração de ferro IV deve ser usada com cautela por facilmente poder ser administrado em excesso e provocar sobrecarga.

A utilização de doseamentos seriados da ferritina é importante para avaliação da existência de sobrecarga ou depleção sistémica de ferro (1µg/L de ferritina sérica corresponde a 8-10mg de ferro armazenado)^{(41) (42)}.

Zinco - É fundamental para o crescimento e multiplicação celular. Interfere com o metabolismo proteico e com a capacidade imunitária, intervém na síntese, armazenamento e secreção de hormonas e afecta ainda a solubilidade da insulina e a alongação-dessaturação dos ácidos gordos essenciais⁽¹⁵⁾. Em situações de convalescência de malnutrição e estados pós-catabólicos demonstrou-se que o metabolismo azotado e síntese tecidual, a secreção de insulina e tolerância à glicose estavam dependentes de um aporte adequado de zinco⁽²⁾.

Nos pré-termos verifica-se após o nascimento um declínio progressivo dos níveis plasmáticos de zinco com o nadir cerca das 6 a 12 semanas, e subsequente aumento.

Foram descritas situações de deficiência de zinco, cursando com anorexia, perda de peso, alterações cutâneas, dejeções frequentes de fezes moles e aumento da susceptibilidade às infecções.

A suplementação parentérica sugerida é de 150µg/kg/d a 400 µg/kg/d^{(2) (65)}, mas alguns autores recomendam um aporte de 450-500µg/kg/dia em situações de stress⁽⁵¹⁾ ver tabela 2).

Os aportes entéricos recomendados são de 500 a 800µg/kg/d durante o período post-natal de transição, aumentando para 1 mg/kg/d no período de crescimento^{(2) (65)}.

O conteúdo em zinco do LM é adequado e tem uma elevada biodisponibilidade, que poderá ficar a dever-se à presença de um transportador de zinco, que facilita a sua absorção a nível intestinal^{(49) (52)}. Se o LM for pasteurizado, a biodisponibilidade do zinco diminui⁽⁵³⁾. Os leites especiais para pré-termo tem suplementação adequada.

Cobre - Interfere em vários ciclos metabólicos, por ser parte integrante de um grande número de enzimas. Influencia o metabolismo do ferro, quer por intervir na via de síntese da hemoglobina, quer na posterior incorporação do ferro⁽⁴⁹⁾. A acumulação diária de 75% do cobre fetal ocorre durante o último trimestre da gestação⁽⁵⁵⁾.

Os sinais clínicos da deficiência de cobre em RN são: deficiente crescimento e dificuldades alimentares, hipotonia, episódios de apneia, palidez, hipotermia, alterações do tecido ósseo, anemia e aumento da susceptibilidade a infecções por alteração da função e redução do número dos neutrófilos⁽²⁾. Foram descritas situações de deficiência de cobre em pré-termos entre as 4 semanas e os 8 meses. O diagnóstico definitivo baseia-se na existência de resposta clínica, hematológica e bioquímica a um ensaio terapêutico com acetato ou sulfato de cobre (2 a 5 µmol/kg/d, sendo a reticulocitose, que surge dentro de 4 a 7 dias após o início da terapêutica, o indicador mais precoce desta resposta. A resolução radiológica das alterações esqueléticas só

surge 3 semanas depois.

É sugerido para o RNPT um aporte de cobre parentérico de 20 µg/kg/d (27).

Recomenda-se 120 a 150 µg/kg/d se por via entérica (2)(65).

O Leite Materno pré-termo contém quantidades insuficientes. Os fortificantes do leite materno e os leites especiais para pré-termo contêm este oligoelemento na quantidade recomendada.

Selénio - É parte integrante da enzima anti-oxidante, glutiona peroxidase, que cataliza a eliminação de radicais tóxicos. Actua sinergicamente com a vitamina E.

A deficiência de selénio provoca alterações ósseas, cardiomiopatia e aumento da fragilidade eritrocitária.

O aporte parentérico recomendado é de 1,3-2µg/kg/d. O aporte deve ser diminuído se houver compromisso renal significativo.

Vários autores sugerem um aporte entérico de 1.3-3µg/kg/d para o RNPT(49)(65).

O teor de selénio do LM é determinado pela dieta materna, que por sua vez depende da localização geográfica e características do solo. Os fortificantes do leite fornecem suplemento adequado. Nem todos os leites especiais para pré-termo são suplementados neste elemento.

Iodo - É parte integrante das hormonas tiroideias e fundamental para o desenvolvimento do SNC. A capacidade funcional da tiróide é tanto menor, quanto menor a idade gestacional(59)(60). É conhecido um hipotiroidismo primário transitório, no RNPT (61).

O aporte parentérico recomendado é de 1 µg/kg/d (27), considerando que estes RN poderão estar também exposto a iodo utilizado em desinfetantes tópicos.

A ingestão diária recomendada é de 11 a 27 µg/kg/d na fase de transição e 30 a 60 µg/kg/d na fase de estabilização/crescimento(2)(65).

À semelhança de outros oligoelementos, a quantidade de iodo no meio ambiente e portanto nos alimentos, influencia o teor de iodo do Leite Materno. Os fortificantes do leite materno e os leites especiais para pré-termo contêm esta vitamina em quantidade variável (tabela 3).

Manganésio - Interfere com a função imunológica e actividade cerebral. Entra no metabolismo dos lípidos, pela síntese do colesterol e no metabolismo dos hidratos de carbono, pela estabilização e activação das enzimas da neoglicogénese. Participa na síntese dos glicosaminoglicanos (15).

Hipermanganesiémia pode surgir em crianças com nutrição parentérica prolongada com conseqüente risco de neurotoxicidade.

O aporte recomendados é de 1 µg/kg/d por via parentérica. O aporte fornecido por 0,5 ml/kg da solução de oligoelementos Tracutil® é muito superior ao recomendado para o RNPT(tabela 2).

Por via entérica é sugerido o aporte de 2 a 10 µg/kg/d (2)(65). Nem todos os leites especiais para pré-termo são suplementados neste elemento.

O leite materno fornece os nutrientes adequados às necessidades do recém-nascido de termo, sendo no entanto insuficientes para o pré-termo (tabela 3).

Quando usada a alimentação exclusiva com leite materno em prematuros é importante a utilização de fortificantes ou a suplementação multivitamínica para assegurar os aportes apropriados.

A fortificação com multinutrientes do leite materno para RNMBP deve ser iniciada quando o lactente já adquiriu tolerância alimentar para o leite não fortificado (geralmente a partir da ingestão de 100ml/kg/d) e mantida até cerca dos 2kg de peso ou 35 semanas de idade pós-menstrual.

VITAMINAS	RNPretermo (Máximo=doses RN Termo) Kg/dia	RN Termo dose /dia	Vitalipid 4,5ml/kg	Soluvit 1ml/kg
A (IU)	1642	2300	1035	
D (IU)	160	400	180	
E (IU)	2,8-3,5	7	3,15	
K (µg)	80-100	200	90	
C (mg)	25	80		10
Tiamina-B1 (µg)	350	1200		250
Riboflavina-B2(µg)	150	1400		360
Piridoxina- B6 (µg)	180	1000		400
B12 (µg)	0,3	1		0,5
Niacina (mg)	6,8	17		4
Folato (µg)	56	140		40
Ác. Pantoténico(mg)	2	5		1,5
Biotina (µg)	6	20		6

Tabela 1- Aportes Parentéricos de Vitaminas nos RN Termo e Pretermo - 700µg de retinol = 2300 IU; 7 mg vitamina E = 7 IU; 10 µg vitamina D = 400 IU.

Alimentação do recém-nascido - vitaminas e minerais

OLIGOELEMENTOS	RN Pretermo Kg/dia	RN Termo Kg /dia (Máximo µg/dia)	Tracutil 0,5ml/kg	Peditrace 1ml/kg
Ferro mg	0,1-0,2		0,1	
Zinco µg	150-400	250 (5000)	163,5	250
Cobre µg	20	20 (300)	38	20
Selênio µg	1,3-2	1,3-2 (30)	1	2
Crômio µg	0,2	0,2 (5)	2	
Manganésio µg	1	1 (50)	27,5	1
Molibdênio µg	0,25	0,25 (5)	0,5	
Iodo µg	1	1	6,5	1

Tabela 2 - Aportes Parentéricos de Oligoelementos nos RN Termo e Pretermo

Vitaminas e Minerais	Recomendado	Leite Materno (Pretermo) ⁽⁴⁾	LM+Fortificante Enfamil® ⁽⁵⁾	LM+Fortificante Nutriprem® ⁽⁶⁾	Leites Especiais Pretermo ⁽⁷⁾
Vitamina A IU/kg/d	700-1500	585	2010	1226	355-1119
Vitamina D IU/kg/d	150- 400	3	318	303	120- 300
Vitamina E IU/kg/d	6-12	1,6	8,5	5,5	3- 7,5
Vitamina K µg/kg/d	5-10	0,3	6,9	9,8	9,9- 14,4
Vitamina C mg/kg/d	24	16,5	33,9	34,5	19,5- 24
Vitamina B1 µg/kg/d	200- 300	31,2	257,7	231,2	84- 210
Vitamina B2 µg/kg/d	360	72,4	387,4	332,4	180-4500
Vitamina B6 µg/kg/d	180	22,2	193,2	182,2	90- 184
Vitamina B12 µg/kg/d	0,3	0,07	0,34	0,37	0,27- 0,3
Niacina mg/kg/d	4,8	0,1	4,6	3,7	1,2- 30,7
Folato µg/kg/d	50- 60	4,9	42,4	79,9	72
Ác Pantoténico mg/kg	1,2-3	0,27	1,27	1,39	0,54- 1,5
Biotina µg/kg/d	1,2-15	0,9	4,9	4,7	0- 2,7
Cálcio mg/kg/d	185-370	37,2	172,2	134,7	148,5-150
Fósforo mg/kg/d	79-82	19,2	86,7	86,7	75-81
Magnésio mg/kg/d	5,3- 6,1	4,6	6,1	13,6	12,4-15
Ferro mg/kg/d	2-4 (1)	0,18	0,18	0,18	1,35- 1,8
Zinco µg/kg/d	500-800 (2) 1000 (3)	513	1578	1113	975-1050
Cobre µg/kg/d	120-150	96,6	189,6	141,6	108- 120
Selênio µg/kg/d	1,3-3	3	3	3	0- 2,85
Manganésio µg/kg/d	2-10	0,9	7,95	12,9	0- 8,4
Iodo µg/kg/d	11-27 (2) 30-60 (3)	16	16	32,5	0- 37,5

Tabela 3 - Vitaminas e Minerais fornecidas na alimentação entérica (150ml/kg/dia) a RN Prematuro

(1) - se terapêutica com eritropoietina necessário mínimo de 6 mg/Kg/d

(2)- na fase de transição

(3)- fase de estabilização/crescimento

(4)-In Young TE, Mangum B: Neofax: A Manual of Drugs Used in Neonatal Care , Raleigh, North Carolina: Acorn Publishing, USA, 2003.

(5) Enfamil fortificante (Mead Johnson) uma saqueta/25 ml leite materno (81 Cal/100ml)

(6) Nutriprem fortificante (Nutricia) uma saqueta/50 ml leite materno (82 Cal/100 ml)

(7)- Valores máximos e mínimos dos leites PreNan (Nestlé), Prematil (Milupa), Nenatal (Nutricia) - aporte de 150 ml.

Bibliografia

1- **Moran JR, Greene HL:** Vitamins Requirements .In Polin and Fox(ed): *Fetal and Neonatal Physiology*, 1992

2- **Greer FR:** Vitamin metabolism and requirements in the micropremie. *Clinics in Perinatol* 27:95, 2000.

3- **Schanler RJ:** Water soluble vitamins: C, B1, B2, B6, niacin, biotin and pantothenic acid. In Tsang RC, Nichols BL (eds): *Nutrition During Infancy*. Philadelphia, Hanley & Belfus 1988, pp 236-252

4- **Adlard BPF, et al:** Ascorbic acid in the fetal human brain. *Arch Dis Child* 49: 278, 1974

5- **Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics:** Nutritional needs of low birth weight infants. *Pediatrics* 75: 976, 1985

6- **Greene HL, et al:** *Am J Clin Nutr* 48: 1324, 1989

7- **Committee on Nutrition American Academy of Pediatrics.** *Pediatric Handbook*. ELK Grove Village, IL, American Academy of Pediatrics, 1987

8- **Theresa M. Wahlig, Michael K.Georgieff.** The Effects of Illness on Neonatal Metabolism and Nutrition Management. *Clinics in Perinatology Vol 22.1*, 1995

9- **Hustead VA, GutscherGR, Anderson SA, et al:** Relationship of vitamin A (retinol) status to lung disease in the preterm infant. *J Pediatr* 105:610, 1984

10- **Pearson E, Base C, Snidow T, et al:** Trial of vitamin A supplementation in very low birth weight infants at risk for bronchopulmonary dysplasia. *J Pediatr* 121:420, 1992

11- **Shenai JP, Kennedy KA, Chytil F, et al:** Clinical trial of vitamin A supplementation in infants susceptible to bronchopulmonary dysplasia. *J Pediatr* 111: 269, 1987

12- **Corwin LM, Shloss J:** Influence of vitamin E on the mitogenic response of murine lymphoid cell. *J Nutr* 110: 916, 1980

13- **Specker BL, et al: Vit D . In Tsang RC, Nichols BL (eds):** *Nutrition During Infancy*. Philadelphia, Hanley & Belfus, 1988

14- **American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition.** Vitamin and mineral supplemente needs in normal children in the United States. *Pediatrics* 66:1015,1980

15- **Judith A. Ernest and Patricia R. Neal:** Minerals and Trace Elements. In Polin and Fox (ed): *Fetal and Neonatal Physiology*, 1992

16- **Nutrition Committee, Canadian Paediatric Society:** Nutrient Needs and Feeding of Premature Infants. *Can Med Assoc J – June1*, 1995;152(11)

17- **Avioli LV:** Calcium and Phosphorus. In Shills ME, Young VR (ed): *Modern Nutrition in Health and Disease*, 7th ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1988, pp 142-158

18- **Greer FR, Tsang RC:** Calcium and vitamin D metabolism in term and low birth weight infant. Review of recent investigations. *Perinatology-Neonatology*.Jan/Feb 10: 14, 1986

19- **Tsang RC, et al:** Possible pathogenic factors in neonatal hypocalcemia of prematurity.*J Pediatr* 82: 423, 1973

20- **KnochelJP:** The clinical status of hypophosphatemia. An update. *N Engl J Me* 313: 447,1985

21- **Slatpollsky E, Klahr S:** Disorders of phosphorus, calcium and magnesium metabolism: In Schrier RW, Gottschalk CW (eds): *Diseases of the kidney, Vol III 4th ed.* Boston, Little, Brown, 1985, pp 1381-1393

22- **Rowe JC, Carey DE.** Phosphorus deficiency syndrome in very low birth weight infants *Pediatr Clin North Am* 34: 997, 1897

23- **Sagy M, et al:** Phosphate depletion syndrome in a premature infant fed human milk.*J Pediatr* 96: 683, 1980

24- **Carey DE, et al:** Growth and phosphorus metabolism in premature infants fed human milk, fortified human milk or special premature formula. *Am J Dis Child* 141.: 5111, 1987

25- **Koo WK, et al:** Continuous nasogastric phosphorus infusion in hypophosphatemia rickets of prematurity. *Am J Dis Child* 138: 172, 1984

26- **Miller RR, et al:** Hypercalcemia associated with phosphate depletion in the neonate.*J Pediatr* 105: 814, 1984

27- **Green HL, et al:** Guidelines for the use of vitamins, trace elements, calcium, magnesium and phosphorus in infants and children receiving total parenteral nutrition: Report of the Subcommittee on Pediatric Parenteral Nutrien Requirements from the Committee on Clinical Practice Issues of the American Society of Clinical Nutrition. *Am J Clin Nut* 48: 1324, 1988

28- **Greer FR, Tsang RC.** Calcium, phosphorus, magnesium and

vitamin D requirements for the preterm infant. In Tsang RC (ed): *New York, Marcel Dekker, 1985, pp 99-136*

29- **Ehrenkranz RA, et al:** Calcium (Ca),phosphorus (P), zinc (Zn) and Cooper (Cu) content of preterm human milk (PTHM). *Pediatr Res* 18: 195A, 1984

30- **Lemons JA, et al:** Differences in composition of preterm and term human milk during early lactation. *Pediatr Res* 16: 113, 1982

31- **Levin BS, Coburn JW:** Magnesium, the mimic-antagonist of calcium. *N Engl J Med* 310: 1253, 1984

32- **Wacker WEC, Parisi AF:** Magnesium metabolism. *N England J Med* 278: 658, 1988

33- **Atkinson SA, Radde IC, Chance MH et al:** Macromineral balances in premature infants fed their own mothers`milk or formula. *J Pediatr* 102: 99-106, 1983

34- **Kashyap S, ShulzeKF, Forsyth Metal:** Growth nutrient retention and metabolic response of low birth weight infants: Problems related to absorption and excretion.*Nut Res* 7:813-823, 1987

35- **Caddell JL:** magnesium in the nutrition of the child. *Clin Pediatr* 13: 262, 1974

36- **Walser M:** Magnesium metabolism. *Erges Physiol* 59: 185,1977

37- **Tsang RC, et al:** Hypomagnesiemia in infants of diabetic mothers: *Perinatal studies J Pediatr* 89: 115, 1976

38- **Tsang RC:** Neonatal magnesium disturbances. *Am J Dis Child* 124: 282, 1972

39- **Cockburn F, et al:** Neonatal convultions associated with primary disturbance of calcium, phosphorus and magnesium metabolism. *Arch Dis Child* 48: 99, 1973

40- **Giles M, Laing I, Elton R et al:** Magnesium metabolism in preterm infants. Effects of calcium, magnesium and phosphorus, and of postnatal and gestational age. *J Pediatr* 117: 147-154, 1990

41- **Sixto F. Guiang III and MichaelK Georgieff:** Fetal and Neonatal Iron Metabolism. In Gilberto R. Pereira: *Perinatal Iron, Trace Elements and Vitamin Metabolism*

42- **Walters GO, et al:** Serum ferritin concentration and irin stores in normal subjets. *J Clin Pathol* 26:770, 1973

43- **Widdowson E:** Importance of Nutrition in Development, with special reference to feeding low birth wight infants. In *Proceedings of the Second Ross Clinical Research Conference*. Columbus, OH, Ross Publications, 1980. pp4-11

44- **Georgieff MK, et al:** Reduced neonatal liver iron concentrations following uteroplacental insufficiency. *J Pediatr*, 127: 308, 1995

45- **Cockclingam UM, et al:** Cord transferrin and ferritin values in newborn infants at risk for prenatal uteroplacental I sufficiency and chronic hypoxia. *J Pediatr* 111: 283, 1987

46- **Shannon KM, et al:** Recombinant human erythropoietin stimulates erythropoiesis and reduces erythrocytes transfusions in very low birth weight preterm infants *Pediatrics* 85: 1, 1995

47- **Friel JK, et al:** Intravenous iron administration to very low birth weight newborns receiving total and partial parenteral nutrition. *J Paren Ent Nutr* 19: 114, 1995

48- **Picciano MF:** Trace elements in human milk and infant formulas. InChandra RK (ed): *Trace Elements in Nutrition of Children, Nestlé Nutrition Workshop Series*. New York, Vevey-Raven, Press, pp157-173

49- **Eileen E. Tyralla:** Trace Elements Metabolism in the Fetus and Neonate .In Gilberto R. Pereira: *Perinatal Iron, Trace Minerals, and Vitamin Metabolism*.

50- **Shaw JCL:** Trace elements in the fetus and young infant: I Zinc. *Am J Dis Child* 133: 1260,1979

51- **Friel JK and Andrews WL:** Zinc requirements of premature infants. *Nutrition* 1994; 10 pp 63-65

52- **Hurley LS, et al:** Zinc citrat, human milk and acrodermatitis enteropathica. *Lancet*: 677, 1979

53- **Widdowson EM, et al:** Trace elements in fetal and early postnatal development. *Proc Nutr Soc* 33: 275, 1974

54- **Casey CE, et al:** Selenium in human tissues from New Zealand *Arch Environ Healt* 37: 133, 1982

55- **Shaw JCL:** Trace elements in the fetus and young infant: II Copper, manganese, selenium and chromium. *Am J Dis Child* 134:34, 1980

56- **Casey CE, Hmbidgge KM:** trace minerals. In Tsang RC (ed): *Vitamin and Mineral Requirements in Preterm Infant*. New York, Marcel Dekker, 1985, pp 153-184

57- **Mendelson RA, et al:** Zinc, copper and iron content of milk from mothers of preterm infants. *Early Human Dev* 6: 145, 1982

58- **Mendelson RA et al:** The absorption and retention of magnesium, zinc and copper bylow birth weight infants fed pasteurised human

Alimentação do recém-nascido - vitaminas e minerais

breast milk. *Pediatr Res* 11: 1033, 1977

59- Delange F: Physiopathology of iodine nutrition. In Chandra RK (ed): *Trace Elements in Nutrition of Children*. Nestlé Nutrition Workshop Series. New York, Vovey-Ravez

60- Eggermont E, et al: The thyroid-system function in preterm infants of postmenstrual ages of 31 weeks or less: Evidence for a "transient lazy thyroi system" *Helv Paediatr Acta* 39: 209, 1984

61- Delange F, et al: Transient hypothyroidism in the newborn infant. *J Pediatr* 92: 974, 1978

62- Baker SS: Nutritional biochemistry of mineral micronutrient. In Grand RJ, et al(eds): *Pediatric Nutrition Theory and Practice*, Boston, Butterweorth Publishers, 1987, pp 99-111

63- Aggett PJ: Trace elements of the micropremie. *Clinics in*

Perinatal 27:119, 2000.

64- Rigo J et al: Bone mineral metabolism in the micropremie. *Clinics in Perinatal* 27:147, 2000.

65- Reiter P, Thureen PJ: Nutrition support in neonatology. In **Gottschlich M, Fuhrman T, Hammond K, Holcombe B, Seidner D (eds):** *The Science and Practice of Nutrition Support*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company and ASPEN, 2001

66- Kalhan SC, Price PT: Nutrition and selected disorders of the gastrointestinal tract. In Klaus MH, Fanaroff AA (eds): *Care of the High-risk Neonate- 5th edition*. Philadelphia: W.B.Saunders Company, 2001