

ROBERTO DIMENSTEIN<sup>1</sup>

JEANE FRANCO PIRES<sup>2</sup>

LÍGIA REJANE SIQUEIRA GARCIA<sup>3</sup>

LARISSA QUEIROZ DE LIRA<sup>4</sup>

# Concentração de alfa-tocoferol no soro e colostro materno de adolescentes e adultas

*Levels of alpha-tocopherol in maternal serum and colostrum of adolescents and adults*

## Artigo original

### Palavras-chave

alfa-Tocoferol  
Leite humano  
Colostro  
Soro  
Vitamina E  
Adolescente  
Adulto

### Keywords

alpha-Tocopherol  
Milk, human  
Colostrum  
Serum  
Vitamin E  
Adolescent  
Adult

## Resumo

**OBJETIVOS:** avaliar a concentração de alfa-tocoferol no soro e colostro materno de puérperas adolescentes e adultas e verificar a adequação nutricional de vitamina E do colostro oferecido ao lactente. **MÉTODOS:** participaram do estudo 72 puérperas, sendo 25 adolescentes e 47 adultas. Foram coletados 5 mL de sangue e 2 mL de colostro em condição de jejum para análise dos níveis de alfa-tocoferol. As amostras foram analisadas por cromatografia líquida de alta eficiência. A adequação nutricional do colostro para a vitamina E foi calculada pelo produto do volume estimado de ingestão de leite com a concentração de alfa-tocoferol no colostro e por comparação direta desse produto com o valor de referência para ingestão do nutriente (4 mg/dia). **RESULTADOS:** os níveis de alfa-tocoferol no soro de puérperas adolescentes e adultas foram, respectivamente,  $30,8 \pm 9,8$  e  $34,1 \pm 9,5$   $\mu\text{mol/L}$  (média $\pm$ DP). No colostro, as adolescentes apresentaram concentração de alfa-tocoferol de  $32,9 \pm 15,8$   $\mu\text{mol/L}$  e as adultas de  $30,4 \pm 18,0$   $\mu\text{mol/L}$ , não sendo encontrada diferença significativa entre as concentrações séricas, assim como no colostro dos grupos estudados. **CONCLUSÕES:** Tanto as puérperas adolescentes quanto as adultas apresentaram um estado nutricional satisfatório de vitamina E refletido no colostro cujos valores foram capazes de suprir o requerimento nutricional do lactente, sugerindo que a idade materna não influencia os níveis de alfa-tocoferol do colostro humano.

## Abstract

**PURPOSE:** to assess the alpha-tocopherol concentration in the serum and colostrum of adolescent and adult mothers and to determine the nutritional adequacy of vitamin E in the colostrum offered to infants. **METHODS:** in total, 72 pregnant women participated in the study, 25 adolescents and 47 adults. An amount of 5 mL of blood and 2 mL of colostrum were collected under fasting conditions for the analysis of alpha-tocopherol levels. The samples were analyzed by means of high performance liquid chromatography. Nutritional adequacy of colostrum for vitamin E was calculated as the product of the estimated volume of milk intake by the concentration of alpha-tocopherol in colostrum and by direct comparison of this product with the reference value for nutrient intake (4 mg/day). **RESULTS:** the levels of alpha-tocopherol in the serum of adolescents and adults were  $30.8 \pm 9.8$  and  $34.1 \pm 9.5$   $\mu\text{mol/L}$  (mean $\pm$ SD), respectively, and in colostrum, the adolescents showed a concentration of  $32.9 \pm 15.8$   $\mu\text{mol/L}$  and the adults, a concentration of  $30.4 \pm 18.0$   $\mu\text{mol/L}$ . No significant difference was found between concentrations of alpha-tocopherol in serum or in colostrum between adolescents and adults. **CONCLUSIONS:** Both adolescents and adult women had a satisfactory vitamin E nutritional status reflected in the colostrum, whose values were able to meet the nutritional requirements of infants, suggesting that the maternal age does not influence the levels of alpha-tocopherol in human colostrum.

### Correspondência:

Roberto Dimenstein  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Centro de Biociências  
Avenida Senador Salgado Filho, 3.000 – Lagoa Nova  
CEP 59072-970 – Natal (RN), Brasil  
E-mail: robertad@ufrnet.br

### Recebido

2/6/10

### Aceito com modificações

29/6/10

Laboratório de Bioquímica dos Alimentos e Nutrição do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal (RN), Brasil.

<sup>1</sup>Professor Associado do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal (RN), Brasil.

<sup>2</sup>Acadêmica do curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal (RN), Brasil.

<sup>3</sup>Mestre em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal (RN), Brasil.

<sup>4</sup>Pós-graduanda (Mestrado) do Programa de Bioquímica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal (RN), Brasil.

Conflito de interesse: nada a declarar.

## Introdução

O termo vitamina E é usado como descritor genérico de todos os derivados de tocol e tocotrienol com atividade biológica de alfa-tocoferol<sup>1</sup>. As formas encontradas naturalmente incluem quatro tocoferóis ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\delta$ - e  $\gamma$ -tocoferol) e quatro tocotrienóis ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\delta$ - e  $\gamma$ -tocotrienol), sendo que apenas o alfa-tocoferol atende ao requerimento nutricional para humanos<sup>2,3</sup>. Este nutriente lipossolúvel tem como ação principal proteger os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa das membranas celulares e as lipoproteínas contra a oxidação<sup>4</sup>, sendo extremamente importante nos estágios iniciais de vida, desde a concepção até o desenvolvimento pós-natal da criança<sup>5</sup>.

Existem evidências de que a deficiência de alfa-tocoferol participa na patogênese da aterosclerose, diabetes e alguns tipos de câncer, bem como na modulação da inflamação e resposta imune<sup>6,7</sup>. Além disso, a deficiência de tocoferol pode causar anemia hemolítica e afetar o desenvolvimento do sistema nervoso central, principalmente em recém-nascidos prematuros<sup>8,9</sup>.

O leite materno é considerado o alimento de escolha para os recém-nascidos e sua composição deve garantir o fornecimento de energia e nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento saudáveis do bebê em seus primeiros meses de vida<sup>10</sup>. Como a transferência placentária da vitamina E é limitada durante a gestação, o leite humano é a única fonte de vitamina E para bebês em aleitamento materno exclusivo, desempenhando importante fator de proteção contra os possíveis danos causados pelos radicais livres, principalmente para as crianças nascidas prematuramente<sup>5</sup>.

A carência de nutrientes essenciais, como as vitaminas E e A, pode levar a sérios problemas de saúde para a criança durante o desenvolvimento fetal e após o nascimento<sup>11</sup>. Para evitar as consequências de tais deficiências, o leite materno precisa fornecer um suporte adequado para garantir a formação de reservas e fortalecer as defesas do recém-nascido contra os efeitos da carência de vitamina A e a toxicidade do oxigênio<sup>12,13</sup>.

A ingestão de alfa-tocoferol através do leite materno representa uma importante forma de suprir o recém-nascido com uma essencial defesa antioxidante e estimular o desenvolvimento do sistema imune<sup>14</sup>. Os níveis de alfa-tocoferol no leite materno variam em função do período lactacional, sendo o colostro particularmente rico nesse micronutriente<sup>12,15</sup> e sua ingestão, essencial para fortalecer as defesas do recém-nascido contra o estresse oxidativo<sup>16</sup>.

O período gestacional caracteriza-se por um incremento das necessidades nutricionais decorrentes dos ajustes fisiológicos da gestante e das demandas de nutrientes para o crescimento fetal. Na gestante adolescente, este

aumento é ainda maior porque são somadas as demandas referentes ao crescimento da mãe àquelas relacionadas com o desenvolvimento do feto<sup>17</sup>.

Dessa forma, as gestantes adolescentes são especialmente vulneráveis em termos nutricionais, sendo suas repercussões maiores quanto mais próximas da menarca acontecer a gestação, já que uma idade ginecológica inferior a dois anos representa prognóstico desfavorável devido ao seu processo de crescimento e imaturidade biológica<sup>18,19</sup>. Esta gestação está associada a maiores riscos de desnutrição, anemia, deficiências vitamínicas, retardo do crescimento intrauterino, uso de drogas e infecções, resultando em aumento dos índices de prematuridade, baixo peso ao nascimento e desnutrição pós-natal<sup>20</sup>.

Nas últimas décadas, devido ao aumento no número de gestações na adolescência e pelas importantes consequências biológicas, sociais e psicológicas que acarreta, especialmente por ocorrer de maneira precoce e não-planejada, a gestação na adolescência tem preocupado profissionais de saúde e governantes<sup>21</sup>. No Brasil, com dados de 2003 a 2008, a taxa bruta de natalidade para mães na faixa etária de 10 a 19 anos foi de 21,5%. O município de Natal, no Rio Grande do Norte, apresenta situação semelhante para a mesma faixa etária, mantendo uma média de 20,2% no mesmo período<sup>22</sup>.

Sendo assim, devido à reconhecida importância da vitamina E para o adequado desenvolvimento do lactente e à escassez de dados referentes aos níveis desta vitamina em puérperas adolescentes, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a concentração de alfa-tocoferol no soro e colostro de puérperas adolescentes e verificar a adequação nutricional de vitamina E do leite oferecido ao lactente.

## Métodos

O estudo foi um ensaio clínico aleatorizado conduzido na Maternidade Escola Januário Cicco (MEJC), Natal (RN), Brasil, tendo sido desenvolvido entre Março e Junho de 2008. As puérperas recrutadas foram esclarecidas sobre os objetivos da pesquisa e autorizaram sua inclusão no estudo ao assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido em concordância com o Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 0004.0.51.000-08) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

O tamanho da amostra foi calculado usando o software Statcalc (Epi-Info version 3.4.3), considerando uma média de 200 partos por mês e, para um nível de confiança de 95%, estimou-se a amostra mínima de 25 sujeitos como representativa da MEJC.

As puérperas que apresentaram gestação múltipla, malformação do neonato, uso de suplementos vitamínicos durante a gestação e doenças associadas (diabetes, cardiopatias, neoplasias, doenças do trato gastrintestinal e

hepáticas, sífilis, HIV) foram excluídas do estudo. Desta forma, o estudo foi composto de 70 puérperas voluntárias, sendo 25 adolescentes e 47 adultas.

A coleta das amostras biológicas foi realizada após jejum noturno, sendo coletados 5 mL de sangue e 2 mL de colostro em tubos de polipropileno protegidos da luz, até 24 horas pós-parto. O colostro foi obtido por expressão manual de única mama, não sugada previamente, obtendo-se um *pool* do início e final da mamada para evitar flutuações no teor de gordura e nas concentrações de alfa-tocoferol, sendo desprezadas as primeiras gotículas. As amostras foram transportadas sob refrigeração ao Laboratório de Bioquímica da Nutrição, Departamento de Bioquímica da UFRN. O sangue foi centrifugado (500 xg) por cinco minutos para separação e remoção do soro. Em seguida, as amostras de soro e leite foram quantificadas e armazenadas sob nitrogênio a  $-20^{\circ}\text{C}$  até o momento da análise.

A concentração de alfa-tocoferol nas amostras de soro e colostro foram determinadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), de acordo com adaptação do método utilizado por Ortega et al.<sup>23</sup>. Tanto ao soro como ao colostro, foi adicionado 1 mL de etanol 95° (Merck), utilizado para precipitação das proteínas, seguido por duas extrações com 2 mL de hexano (Merck). Os extratos foram reunidos e evaporados sob atmosfera de nitrogênio, em banho-maria a  $37^{\circ}\text{C}$ . Em seguida, as amostras foram redissolvidas em etanol absoluto (Vetec) e 20  $\mu\text{L}$  foram aplicados no aparelho CLAE em sistema de fase reversa, utilizando Cromatógrafo LC-20 AT Shimadzu, acoplado a um Detector SPD-20<sup>A</sup> Shimadzu

UV-VIS e Coluna Shim-pack CLC-ODS (M) 4,6 mm x 15 cm. Os dados foram processados pelo programa LC solution (Shimadzu Corporation). A fase móvel utilizada para as amostras de leite foi metanol: água (97:3), com fluxo de 1,5 mL/min e, para o soro, metanol 100% e fluxo de 1 mL/min. O comprimento de onda de 292 nm foi adotado para monitoramento da absorbância. A identificação e quantificação do alfa-tocoferol foram obtidas por comparação da área do pico da amostra com a área do padrão alfa-tocoferol – Sigma. A concentração do padrão foi confirmada pelo coeficiente de extinção específico para alfa-tocoferol (e 1%, 1 cm = 75,8 a 292 nm) em etanol absoluto (Vetec), como utilizado por Nierenberg e Nann<sup>24</sup>. Anteriormente à determinação da concentração de alfa-tocoferol nas amostras, foi realizado teste de controle de qualidade, obtendo-se uma recuperação de 96% quando adicionado acetato de tocoferol (Sigma) como padrão interno.

Valores séricos de alfa-tocoferol materno menores que 11,6  $\mu\text{mol/L}$  (499,6  $\mu\text{g/dL}$ ) são indicativos de deficiência de vitamina E, entre 11,6 a 16,2  $\mu\text{mol/L}$  (499,6 a 697,7  $\mu\text{g/dL}$ ) valores de risco, e acima de 16,2  $\mu\text{mol/L}$  (697,7  $\mu\text{g/dL}$ ), foram considerados como aceitáveis<sup>25</sup>.

A adequação nutricional do leite para a vitamina E foi calculada pelo produto do volume estimado de ingestão de leite (equivalente à produção de 780 mL/dia), com a concentração de alfa-tocoferol no leite e por comparação direta desse produto com o valor de referência para ingestão do nutriente (4 mg/dia – Adequate Intake)<sup>26</sup>.

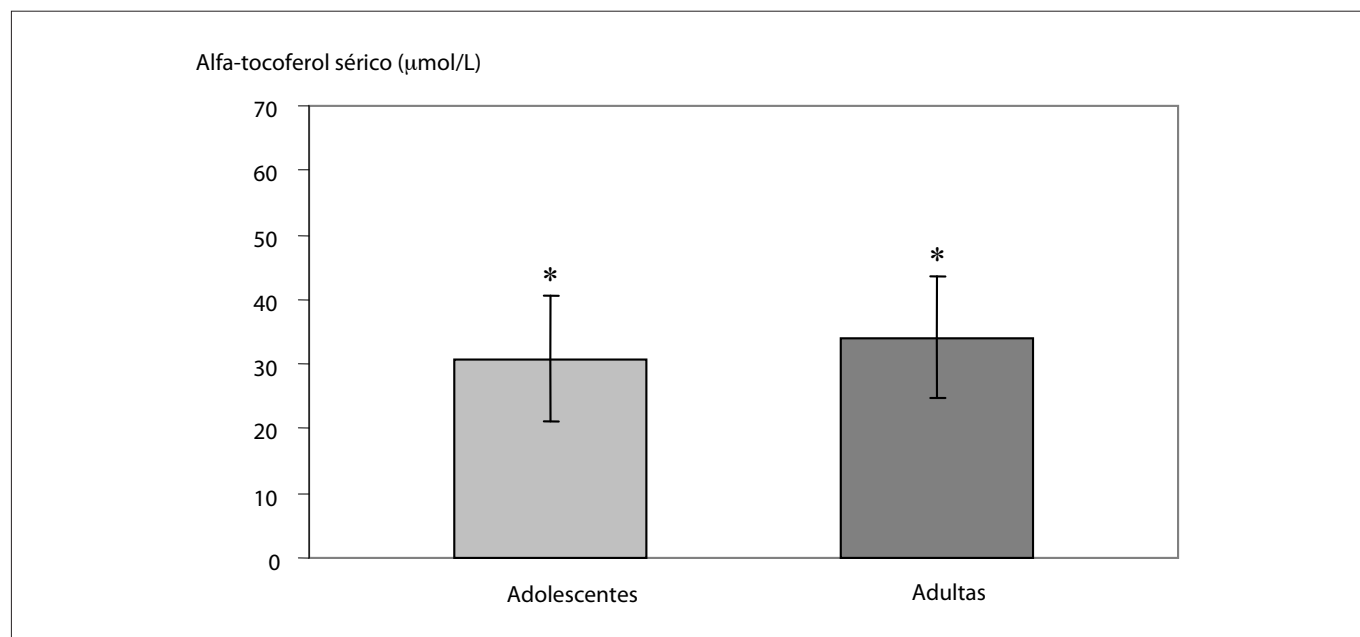


Figura 1 - Concentração média de alfa-tocoferol sérico de parturientes adultas e adolescentes atendidas em Natal (RN), Brasil.

\*As barras de dispersão representam os desvios padrões das médias.

As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa Statistica 7 (Statsoft, Inc), e os dados foram expressos em média e desvio padrão. Para testar as diferenças entre as médias dos dados numéricos paramétricos – concentrações de tocoferol no colostro e soro – foi utilizado o teste *t* de Student em amostras não-pareadas. Os dados não-paramétricos foram expressos em média e desvio padrão. As diferenças foram consideradas significativas quando  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

A população de puérperas apresentou idade média de  $17,2 \pm 1,4$  anos para o grupo de adolescentes e  $25,6 \pm 4,7$  anos para o de adultas. O estado nutricional em vitamina E dessas mulheres foi avaliado de acordo com os níveis séricos de alfa-tocoferol, obtendo-se uma concentração média  $32,5 \pm 2,3$   $\mu\text{mol/L}$  para todas as participantes do estudo. As concentrações séricas médias para adolescentes e adultas foram, respectivamente,  $30,8 \pm 9,8$  e  $34,1 \pm 9,5$   $\mu\text{mol/L}$ , sendo consideradas aceitáveis de acordo com o ponto de corte adotado ( $\geq 16,2$   $\mu\text{mol/L}$ ) (Figura 1). Não foi verificada diferença significativa entre as concentrações séricas dos grupos analisados ( $p = 0,1$ ).

A concentração média de alfa-tocoferol no colostro das puérperas adolescentes foi de  $32,9 \pm 15,8$   $\mu\text{mol/L}$  e para as adultas de  $30,4 \pm 18,0$   $\mu\text{mol/L}$  (Figura 2). Na

comparação entre as médias de alfa-tocoferol no colostro de adultas e adolescentes não foi encontrada diferença significativa ( $p = 0,5$ ).

## Discussão

O prognóstico da gestação está diretamente associado ao estado nutricional materno antes e durante a gestação, sendo este um dos fatores modificáveis mais importantes para a saúde da gestante e de seu bebê. A inadequação do estado nutricional materno constitui um determinante crítico do resultado da gravidez, apresentando grande impacto sobre o crescimento e desenvolvimento do recém-nascido, sendo seu consumo alimentar uma interferência direta sobre o resultado do concepto<sup>20</sup>.

Considerando que as gestantes adolescentes são especialmente vulneráveis em termos nutricionais<sup>18,19</sup>, esperava-se que as puérperas adolescentes incluídas neste estudo apresentassem estado nutricional em vitamina E marginal ou em risco de depleção. No entanto, conforme as dosagens de alfa-tocoferol sérico, observou-se que os dois grupos de puérperas avaliados apresentaram adequado estado nutricional em vitamina E. É importante ressaltar que a média de idade encontrada para as puérperas adolescentes foi  $17,2 \pm 1,4$  anos, característica esta que minimiza as repercussões da menarca sobre o estado nutricional das mesmas, visto que a proximidade entre a menarca e a gestação potencializa tais repercussões<sup>18,19</sup>.

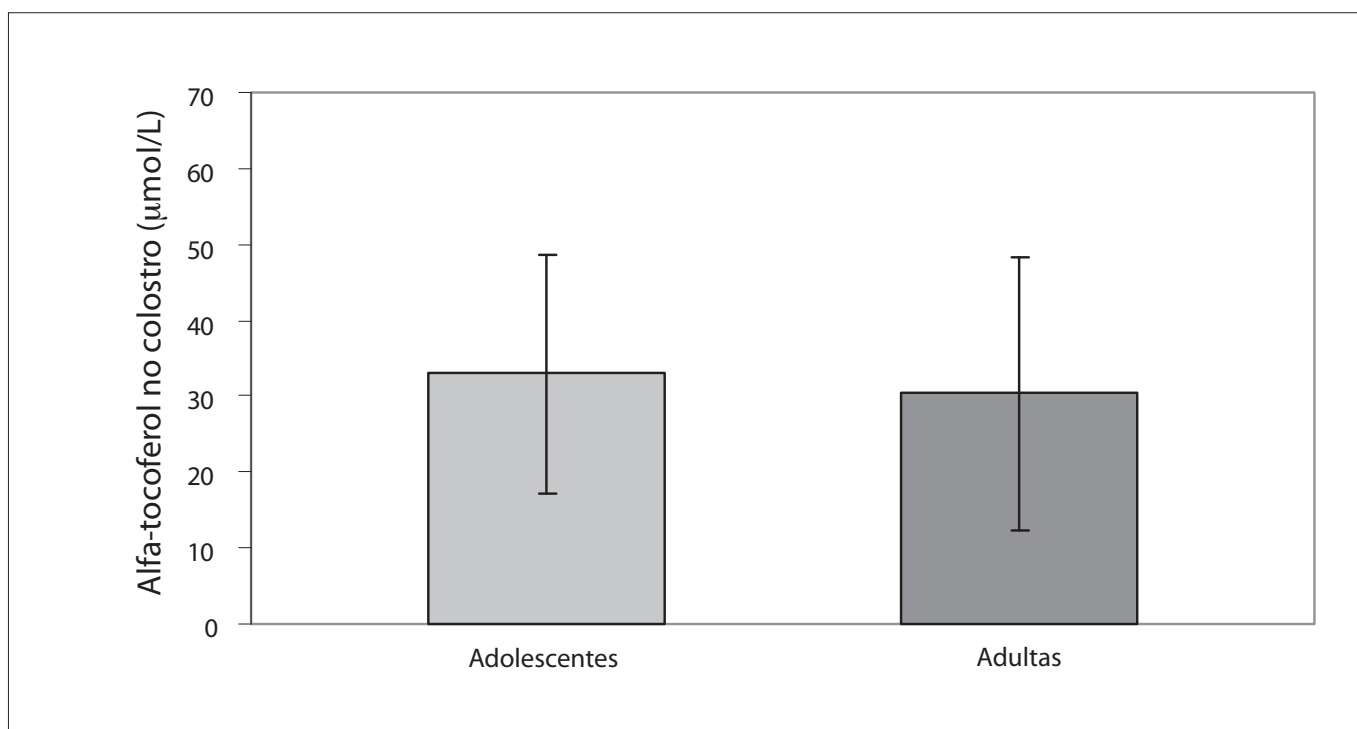


Figura 2 - Concentração média de alfa-tocoferol no leite colostro de parturientes adolescentes e adultas atendidas na Maternidade Escola Januário Cicco (Natal, RN).

\*As barras de dispersão representam os desvios padrões das médias.

Níveis de alfa-tocoferol sérico obtidos em dois estudos conduzidos com população de puérperas semelhantes concordam com os resultados encontrados no presente trabalho<sup>27,28</sup>. No entanto, análises realizadas com amostras de gestantes adultas cubanas (23,87 µmol/L)<sup>29</sup>, mulheres adultas americanas (26,2 µmol/L)<sup>30</sup> e gestantes de distrito rural do Nepal (15,5 µmol/L)<sup>31</sup> obtiveram concentrações médias de alfa-tocoferol inferiores ao das gestantes da MEJC, estando as gestantes nepalesas com níveis séricos indicativos de comprometimento do estado nutricional.

Os níveis de alfa-tocoferol dosados no colostro das puérperas da MEJC confirmam com os valores encontrados em estudo conduzido no Estado de Pernambuco ao analisar amostras de colostro de Banco de Leite Humano (30,5 µmol/L)<sup>32</sup>. Valores conflitantes também são verificados na literatura. Em estudo realizado em Cuba, no qual foram utilizados diferentes tipos de leite materno (27,4 µmol/L)<sup>12</sup>, e no Rio de Janeiro, analisando leite materno maduro de adolescentes (10,8 µmol/L)<sup>33</sup>, foram obtidas concentrações inferiores de alfa-tocoferol no colostro quando comparadas com os resultados do presente estudo. Valores superiores foram obtidos apenas na Alemanha, tendo sido analisadas 21 gestantes com média de idade de 30 anos (42,3 µmol/L)<sup>13</sup>.

Essas diferenças podem refletir diretamente o padrão alimentar estabelecido pelas diferentes populações de puérperas estudadas, indicando a importância da alimentação materna durante o período gestacional para o adequado aporte de vitaminas no leite materno. Diversos são os fatores que influenciam o comportamento alimentar durante a gestação, desde condições socioeconômicas, biológicas, comportamentais e de assistência à saúde<sup>17,34</sup>. A falta de conhecimento sobre alimentação saudável pelas jovens grávidas reflete nas suas escolhas alimentares, que são influenciadas por fatores como o apetite aumentado, o “desejo”, o paladar acentuado, a conveniência e disponibilidade do alimento e as influências culturais e familiares<sup>35</sup>.

Nos seis primeiros meses de vida, o lactente apresenta necessidade nutricional diária de 4 mg de vitamina E, uma quantidade necessária para acumular reservas e evitar os possíveis danos do estresse oxidativo<sup>16</sup>. O colostro, reconhecidamente

rico em vitaminas lipossolúveis, contribui com mais do que o dobro da recomendação dietética de vitamina E. A ingestão elevada de alfa-tocoferol é extremamente importante para o recém-nascido, principalmente para prematuros, visto que nos primeiros dias de vida os níveis plasmáticos e as reservas corporais estão baixos, aliados a uma maior exposição ao estresse oxidativo decorrente de infecções, oxigênio, nutrição intravenosa e ventilação mecânica<sup>36</sup>.

O grupo estudado apresentou um estado nutricional adequado de vitamina E que foi refletido no leite materno colostro, suprimindo satisfatoriamente o requerimento nutricional do lactente. Além disso, conforme os resultados alcançados, foi constatado que a idade materna não é um fator condicionante para os níveis de alfa-tocoferol no leite materno. Apesar disso, tal condição não se estabelece de maneira semelhante para as demais vitaminas lipossolúveis, provavelmente por haver mecanismos de transportes diferentes destas vitaminas para a glândula mamária<sup>27</sup>.

Considerando as sérias complicações para a saúde materna e de seu filho, as alterações nutricionais precisam ser compreendidas e trabalhadas na atenção básica com o intuito de melhorar o resultado obstétrico. Investigações futuras são necessárias para avaliar a influência da dieta, dos suplementos vitamínicos e, principalmente, da forma farmacêutica de vitamina E veiculada às gestantes ou nutrízes em relação aos níveis de alfa-tocoferol consumidos pelo lactente e para utilização do leite como indicador do estado nutricional de vitamina E no grupo materno infantil.

## Agradecimentos

À Maternidade Januário Cicco por permitir a coleta de amostras biológicas; ao CNPq pelo suporte financeiro; à Ana Zélia Pristo, enfermeira responsável pelo Banco de Leite Humano e à Dra. Alessandra Araújo, pela preciosa colaboração no desenvolvimento do estudo.

Apoio financeiro: edital MCT/CNPq/MS-SCTIE-DECIT/CT-Saúde, nº 022/2007.

Fonte financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Referências

1. IUPAC-IUB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (JCBN). Nomenclature of tocopherols and related compounds. (Recommendations 1981). *Eur J Biochem.* 1982;123(3):473-5.
2. Herrera E, Barbas C. Vitamin E: action, metabolism and perspectives. *J Physiol Biochem.* 2001;57(2):43-56.
3. Traber MG. Vitamin E. In: Zempleni J, Rucker RB, Suttie JW, McCormick DB, editors. *Handbook of vitamins*. Boca Raton: CRC Press; 2007. p. 153-74.
4. Bramley PM, Elmadfa I, Kafatos A, Kelly FJ, Manios Y, Roxborough HE, et al. Vitamin E. *J Sci Food Agric.* 2000;80(7):913-38.
5. Debier C. Vitamin E during pre- and postnatal periods. *Vitam Horm.* 2007;76:357-73.
6. Stone WL, LeClair I, Ponder T, Baggs G, Reis BB. Infants discriminate between natural and synthetic vitamin E. *Am J Clin Nutr.* 2003;77(4):899-906.
7. Morrissey PA, Sheehy PJA. Optimal nutrition: vitamin E. *Proc Nutr Soc.* 1999;58(2):459-68.



8. Azzi A, Stocker A. Vitamin E: non-antioxidant roles. *Prog Lipid Res.* 2000;39(3):231-55.
9. Romeu-Nadal M, Morera-Pons S, Castellote AI, López-Sabater MC. Determination of  $\gamma$  and  $\alpha$ -tocopherols in human milk by a direct high-performance liquid chromatographic method with UV-vis detection and comparison with evaporative light scattering detection. *J Chromatogr A.* 2006;1114(1):132-7.
10. Alencar NMN, Nogueira NAP, Queiroz MGR, Peixoto MMV, Lima SMB. Estudo das diferenças nutricionais do leite humano maduro no início e final da mamada. *Rev Bras Anal Clin.* 2002;34(2):67-9.
11. Henriksen C, Helland IB, Ronnestad A, Gronn M, Iversen PO, Drevon CA. Fat-soluble vitamins in breast-fed preterm and term infants. *Eur J Clin Nutr.* 2006;60(6):756-62.
12. Macias C, Schweigert FJ. Changes in the concentration of carotenoids, vitamin A, alpha-tocopherol and total lipids in human milk throughout early lactation. *Ann Nutr Metab.* 2001;45(2):82-5.
13. Schweigert FJ, Bathe K, Chen F, Buscher U, Dudenhausen JW. Effect of the stage of lactation in humans on carotenoid levels in milk, blood plasma and plasma lipoprotein fractions. *Eur J Nutr.* 2004;43(1):39-44.
14. Debier C, Larondelle Y. Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring. *Br J Nutr.* 2005;93(2):153-74.
15. Boersma ER, Offringa PJ, Muskiet FA, Chase WM, Simmons J. Vitamin E, lipid fractions, and fatty acid composition of colostrum, transitional milk, and mature milk: an international comparative study. *Am J Clin Nutr.* 1991;53(5):1197-204.
16. National Academy of Medicine. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. Dietary references intake for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Washington (DC): National Academy Press; 2001. p. 82-161.
17. Barros DC, Pereira RA, Gama SGN, Lea MC. O consumo alimentar de gestantes adolescentes no Município do Rio de Janeiro. *Cad Saúde Pública.* 2004;20 Suppl 1:S121-9.
18. King JC. The risk of maternal nutritional depletion and poor outcomes increases in early or closely spaced pregnancies. *J Nutr.* 2003;133(5 Suppl 2):1732S-6S.
19. Vitolo MC. Nutrição: da gestação à adolescência. Rio de Janeiro: Reichmann & Autores Editores; 2003. Capítulo 2, Fatores de risco; p. 12-6.
20. Guerra AFFS, Heyde MED, Mulinari RA. Impacto do estado nutricional no peso ao nascer de recém-nascidos de gestantes adolescentes. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2007;29(3):126-33.
21. Gama SGN, Szwarcwald CL, Leal MC, Theme Filha MM. Gravidez na adolescência como fator de risco para o baixo peso ao nascer no Município do Rio de Janeiro, 1996 a 1998. *Rev Saúde Pública.* 2001;35(1):74-80.
22. Brasil. Ministério da Saúde. DATASUS [Internet]. Informações de Saúde. Cadernos de Informações de Saúde Rio Grande do Norte. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2010 [citado 2010 Maio 27]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/rn.htm>
23. Ortega RM, López-Sobaler AM, Martínez RM, Andrés P, Quintas ME. Influence of smoking on vitamin E status during the third trimester of pregnancy and on breast-milk tocopherol concentrations in Spanish women. *Am J Clin Nutr.* 1998;68(3):662-7.
24. Nierenberg DW, Nann SL. A method for determining concentrations of retinol, tocopherol, and five carotenoids in human plasma and tissue sample. *Am J Clin Nutr.* 1992;56(2):417-26.
25. Sauberlich HE, Dowdy RP, Skala JH. Laboratory tests for the assessment of nutritional status. Boca Raton: CRC Press Inc.; 1974. p. 74-80.
26. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids. Washington (DC): National Academy Press; 2000.
27. Garcia L, Ribeiro K, Araújo K, Pires J, Azevedo G, Dimenstein R. Alpha-tocopherol concentration in the colostrum of nursing women supplemented with retinyl palmitate alpha-tocopherol. *J Hum Nutr Diet.* 2010 Apr 27 [Epub ahead of print].
28. Garcia LRS, Ribeiro KDS, Araújo KF, Azevedo GMM, Pires JF, Batista SD, et al. Níveis de alfa-tocoferol no soro e leite materno de puérperas atendidas em maternidade pública de Natal, Rio Grande do Norte. *Rev Bras Saude Matern Infant.* 2009;9(4):423-8.
29. Rodríguez GP, Alonso DP, Sintés GS, Matos CM, Hernandez AC, Enríques YR, et al. Vitaminas antioxidantes en un grupo de embarazadas y recién nacidos durante un año de estudio. *Rev Cuba Aliment Nutr.* 2002;16(2):85-94.
30. Ascherio A, Stampfer M, Colditz GA, Rimm EB, Litin L, Willett WC. Correlations of vitamin A in E intakes with the plasma concentrations of carotenoids and tocopherols among American men and women. *J Nutr.* 1992;122(9):1792-801.
31. Yamini S, West KP Jr, Wu L, Dreyfuss ML, Yang DX, Khattry SK. Circulating levels of retinol, tocopherol and carotenoid in Nepali pregnant and postpartum women following long-term  $\beta$ -carotene and vitamin A supplementation. *Eur J Clin Nutr.* 2001;55(4):252-9.
32. Campos JM. Perfil dos níveis de vitaminas A e E em leites de doadoras primíparas e múltiparas em bancos de leite humano [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2005.
33. Azeredo VB, Trugo NM. Retinol, carotenoids, and tocopherols in the milk of lactating adolescents and relationships with plasma concentrations. *Nutrition.* 2008;24(2):133-9.
34. Baião MR, Deslandes SF. Gravidez e comportamento alimentar em gestantes de uma comunidade urbana de baixa renda no Município do Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2008;24(11):2633-42.
35. Gambardella AMD, Frutuoso MFP, Franchi C. Prática alimentar de adolescentes. *Rev Nutr.* 1999;12(1):55-63.
36. Bishara R, Dunn MS, Merko SE, Darling P. Nutrient composition of hindmilk produced by mothers of very low birth weight infants born at less than 28 weeks' gestation. *J Hum Lact.* 2008;24(2):159-67.