



Effect of predominant breastfeeding duration on infant growth: a prospective study using nonlinear mixed effect models

Efeito da duração da amamentação predominante no crescimento infantil: um estudo prospectivo com modelos não lineares de efeitos mistos

Maria Helena Constantino Spyrides¹, Cláudio José Struchiner²,
Maria Tereza Serrano Barbosa³, Gilberto Kac⁴

Resumo

Objetivo: Avaliar o efeito da duração da amamentação predominante no crescimento infantil com uso de modelos para medidas repetidas.

Métodos: Trata-se de estudo prospectivo com quatro ondas de seguimento realizadas com aproximadamente 0,5, 2, 6 e 9 meses pós-parto, que incluiu entrevistas estruturadas e coleta de dados de peso, comprimento e sobre práticas de aleitamento. O estudo foi desenvolvido em um Centro Municipal de Saúde no Rio de Janeiro, Brasil, entre 1999 e 2001. Quatrocentos e setenta e nove mulheres e seus filhos foram estudados. As variáveis dependentes foram o peso e o comprimento, aferidas em cinco momentos (ao nascimento, 0,5, 2, 6 e 9 meses). O crescimento foi analisado usando modelos não lineares de efeitos mistos.

Resultados: Crianças com maior duração de aleitamento predominante apresentaram maior velocidade de crescimento durante os primeiros meses de vida, mas alcançaram peso e comprimento de equilíbrio menor quando comparadas com crianças que receberam outros leites não humanos no início da vida. A idade na qual a velocidade de crescimento de crianças alimentadas com fórmulas tornou-se maior do que as amamentadas foi de 6,75 meses para meninos e 7 meses para meninas.

Conclusões: Esse estudo confirma a presença de diferenças no crescimento físico segundo práticas de aleitamento a partir dos 6 meses de vida. O uso de modelos não lineares permitiu maior precisão na estimativa dos parâmetros. Acredita-se que essa abordagem facilite a análise e interpretação de dados de crescimento nos níveis individual e populacional.

J Pediatr (Rio J). 2008;84(3):237-243: Amamentação, crescimento infantil, modelos mistos não lineares, medidas repetidas.

Abstract

Objective: The aim of this study is to assess the effect of predominant breastfeeding duration on infant growth by means of repeated measurements model.

Methods: This prospective study is comprised of four follow-up evaluations at approximately 0.5, 2, 6 and 9 months after birth, including structured interviews that simultaneously gathered information regarding infant growth and breastfeeding practices. The study took place in a healthcare center in Rio de Janeiro, Brazil, from 1999 to 2001. Four hundred seventy-nine postpartum women and their newborns were enrolled in the cohort. Body weight and length measurements taken at five different occasions (birth, 0.5, 2, 6, and 9 months) constituted the dependent variables. We expressed the growth process using nonlinear mixed models.

Results: Infants with longer predominant breastfeeding duration, although growing faster in the first months of life, reached an inferior equilibrium body weight and length compared to infants who received nonhuman milk earlier in life. The age at which the rate of weight gain of the formula-fed infants becomes greater than that of the breastfed infants is approximately 6.75 months for boys and 7 months for girls.

Conclusions: This study confirms the differences observed in infant growth according to different breastfeeding practices starting from the sixth month of life. Use of nonlinear models allowed for a greater precision of parameter estimates. We believe that this approach facilitates the analysis and interpretation of growth data at the individual and population levels.

J Pediatr (Rio J). 2008;84(3):237-243: Breastfeeding, infant growth, nonlinear mixed models, repeated measures.

1. Doutora. Professora adjunta, Departamento de Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN.
2. Doutor. Professor adjunto, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ. Pesquisador titular, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Rio de Janeiro, RJ.
3. Doutora. Professora adjunta, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, RJ.
4. Doutor. Professor, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Departamento de Nutrição Social Aplicada, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ.

Apoio financeiro: Fundação Universitária José Bonifácio (FUJB), Rio de Janeiro, RJ, e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), Rio de Janeiro, RJ.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.

Como citar este artigo: Spyrides MH, Struchiner CJ, Barbosa MT, Kac G. Effect of predominant breastfeeding duration on infant growth: a prospective study using nonlinear mixed effect models. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84(3):237-243.

Artigo submetido em 03.12.07, aceito em 10.03.08.

doi:10.2223/JPED.1797

Introdução

Os padrões de crescimento infantil variam consideravelmente em função de diversos fatores, incluindo determinantes como condições nutricionais, culturais, ambientais e sociais, além de fatores biológicos e genéticos. Nos primeiros 6 meses de vida, a fonte mais importante de nutrientes é o leite materno. Conseqüentemente, é importante entender como a duração da amamentação influencia o aumento em peso e comprimento de lactentes.

O efeito da amamentação sobre o crescimento infantil foi estudado por diversos autores¹⁻⁶. Alguns pesquisadores verificaram que os lactentes amamentados crescem mais rapidamente no começo da vida do que os lactentes alimentados com fórmulas. Outros estudos^{1,6,7} relataram que a velocidade de crescimento dos lactentes alimentados com fórmulas ultrapassa a dos lactentes amamentados em algum momento durante os primeiros meses de crescimento. A questão ainda é objeto de debate, especialmente após o lançamento em 2006 dos novos padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS) para avaliação do crescimento de crianças menores de 5 anos^{8,9}.

As medidas antropométricas mais comuns para avaliar o crescimento infantil são peso e comprimento. Quando estas medidas são realizadas repetidamente no mesmo indivíduo durante um período de tempo, elas melhoram a consistência da análise do processo de crescimento. É importante mencionar que é difícil, ou talvez até mesmo impossível, quantificar a variabilidade atribuída à fatores ambientais em estudos observacionais. O resultado é que a análise estatística destes conjuntos de dados exige modelos que incluam outras fontes de variação para levar em consideração os fatores não-controláveis. O uso de modelos mistos não-lineares é uma abordagem inovadora a este respeito¹⁰.

O objetivo deste estudo é avaliar o efeito da duração da amamentação predominante no crescimento infantil com uso de dados coletados em um Centro Municipal de Saúde no Rio de Janeiro, Brasil. A abordagem do presente estudo melhora a metodologia usada anteriormente para descrever os padrões de crescimento infantil, pois nenhum dos estudos citados anteriormente analisou o efeito da amamentação sobre o crescimento infantil usando modelos mistos não-lineares. Esta abordagem facilita a análise e interpretação de dados de crescimento nos níveis individual e populacional.

Métodos

Delineamento do estudo

O conjunto de dados usados nesta análise advém de um projeto de pesquisa que avaliou composição corporal e obesidade materna ao mesmo tempo que coletou informações sobre crescimento infantil e práticas de aleitamento. Os critérios para recrutamento e seleção estão disponíveis em outras publicações¹¹⁻¹⁵. Uma coorte prospectiva de mulheres brasileiras entre 15 e 45 anos que moravam na cidade do Rio de Janeiro (Brasil) foi acompanhada por 9 meses. A coleta

de dados durou 24 meses (15 meses para recrutamento e 9 meses de seguimento), de maio de 1999 a abril de 2001. Quatrocentas e setenta e nove mulheres e seus filhos recém-nascidos foram cadastrados na coorte. Este estudo prospectivo inclui quatro avaliações de seguimento com aproximadamente 0,5, 2, 6 e 9 meses após o nascimento. Além destas avaliações, o peso e o comprimento ao nascimento também foram observados, totalizando assim cinco medidas repetidas durante o período.

Crítérios de inclusão e exclusão

Os critérios de elegibilidade para inclusão na coorte foram: a) lactentes nascidos vivos de mães entre 15 e 45 anos; b) os lactentes terem menos de 1 mês de idade no momento da primeira entrevista; c) as mães não sofrerem de nenhuma doença crônica, d) não serem mães de gêmeos e e) viverem na comunidade atendida pelo Centro Municipal de Saúde Marcolino Candau, na cidade do Rio de Janeiro (Brasil).

Os lactentes cujos índices antropométricos se encontravam fora da faixa biológica normal especificada pelas normas da OMS¹⁶ foram excluídos. Nenhuma das crianças neste estudo ficou fora destes limites, mas aquelas que não tinham informações sobre a duração da amamentação ou que tinham pouca informação sobre peso e comprimento foram excluídas.

Variáveis do estudo

Os dados sobre o peso e o comprimento dos lactentes foi obtido em quatro ondas de avaliação de seguimento quando mãe e filho visitavam o centro de saúde durante o período de seguimento de 9 meses. O peso e o comprimento ao nascimento foram informados pelas mães durante a primeira entrevista. As medidas antropométricas realizadas nas cinco ocasiões (nascimento, 0,5, 2, 6 e 9 meses) compuseram a variável dependente do estudo.

O peso foi medido com uma balança digital (Modelo PL 150, Filizola S/A, São Paulo, Brasil) precisa até 0,1 kg e com os lactentes posicionados nos colos de suas mães. A mãe foi pesada primeiro e então o peso do lactente foi obtido por subtração. O comprimento foi medido com o infantômetro Kiddimetre (Child Growth Foundation, Grã-Bretanha), preciso até 0,1 cm, com o lactente deitado, seguindo as recomendações de Lohman et al.¹⁷.

As práticas de aleitamento foram determinadas segundo as normas da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)/OMS¹⁸, que definem como predominantemente amamentados os lactentes que recebem apenas leite materno e outros líquidos, como água, chá ou sucos. Para a análise, a duração de amamentação predominante (em meses) em cada avaliação de seguimento foi tratada como a covariável principal. Observe que esta variável é dependente do tempo, o que significa que a qualquer ponto no tempo pode assumir valores diferentes. Do contrário, uma vez que o valor máximo foi atingido, ela foi mantida constante daí em diante.

Outras covariáveis estudadas incluem idade, sexo (meninos, meninas), idade gestacional (em semanas) e tipo de

parto (natural ou cesariana). A idade gestacional foi obtida por meio de informações sobre a data da última menstruação. Os recém-nascidos com idade gestacional menor do que 37 semanas ao nascimento foram considerados prematuros. O tipo de parto foi informado pela mãe. A idade do lactente, apesar de medida em dias a partir do nascimento até o seguimento correspondente, foi expressa em meses.

Modelagem estatística

O uso de modelos de efeitos mistos não-lineares está se tornando cada vez mais comum na pesquisa científica nos últimos anos. Eles são particularmente úteis quando se está lidando com medidas repetidas de dados que não tem o mesmo espaçamento no tempo, estrutura de dados que é comum em saúde pública e biologia, entre outras áreas. O padrão de crescimento infantil segue uma trajetória não-linear no tempo; assim, os modelos estatísticos não-lineares são necessários para descrever seu comportamento. Muitas funções não-lineares podem ser usadas. Com base nos dados observados, o comportamento destas medidas (peso ou comprimento) durante o período analisado tiveram a forma da função de regressão assintótica, o que significa que a aceleração do crescimento é maior durante os primeiros meses, e que este desacelera no fim do período observado. Assim, a função que melhor se ajusta a estes dados prospectivos de crescimento infantil nos primeiros meses de vida é o modelo de regressão assintótica descrito por Pinheiro & Bates¹⁰. Aquele modelo possui três parâmetros e sua interpretação é a seguinte: P_{asymp} representa o peso ou comprimento de equilíbrio, ou seja, o peso ou comprimento de equilíbrio no fim do período de estudo (9 meses); P_0 representa o peso ou comprimento ao nascimento, e \log_rate é o logaritmo da velocidade de crescimento de peso ou comprimento.

Neste aspecto, o modelo misto não-linear se torna uma alternativa interessante. Enquanto no modelo de efeitos fixos a mesma equação vale para todas as crianças (e portanto exige o uso de uma margem de erro), no modelo de efeitos aleatórios os parâmetros variam de criança para criança, o que aumenta a precisão dos parâmetros estimados. As variações dentro e entre lactentes são estimadas separadamente: a variação dentro do grupo consiste dos desvios em medidas antropométricas para um lactente em relação ao comportamento de seu próprio crescimento, enquanto a variação entre grupos descreve como os coeficientes variam de lactente para lactente.

Diversas estruturas de correlação foram testadas, considerando dois componentes: um para os efeitos aleatórios e outro para a correlação entre as medidas repetidas. Sabe-se que as medidas repetidas são autocorrelacionadas, o que significa que, por exemplo, o peso no tempo 1 está correlacionado com o peso no tempo 2. Assim, é necessário incluir um parâmetro de correlação. O método de máxima estimação de probabilidade restrita (RMLE, em inglês) foi usado para estimar os parâmetros do modelo, usando o software S-PLUS (MathSoft, Inc, Cambridge, Massachusetts, EUA). O critério

de informação de Akaike (AIC) e a razão de probabilidade (RP), dois procedimentos para testar a qualidade do ajuste do modelo, foram usados para decidir qual o melhor.

A principal vantagem do uso de modelos mistos não-lineares é a possibilidade de empregar uma função não-linear para representar o mecanismo biológico do processo sendo estudado, o que permite o uso de parâmetros que oferecem uma interpretação mais natural do crescimento do lactente. Além disso, eles também permitem uma estimação da variabilidade individual da resposta média atribuída ao grupo estudado.

O estudo foi aprovado pelos comitês de ética apropriados (Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade de São Paulo) e todos os participantes no estudo deram seu consentimento por escrito.

Resultados

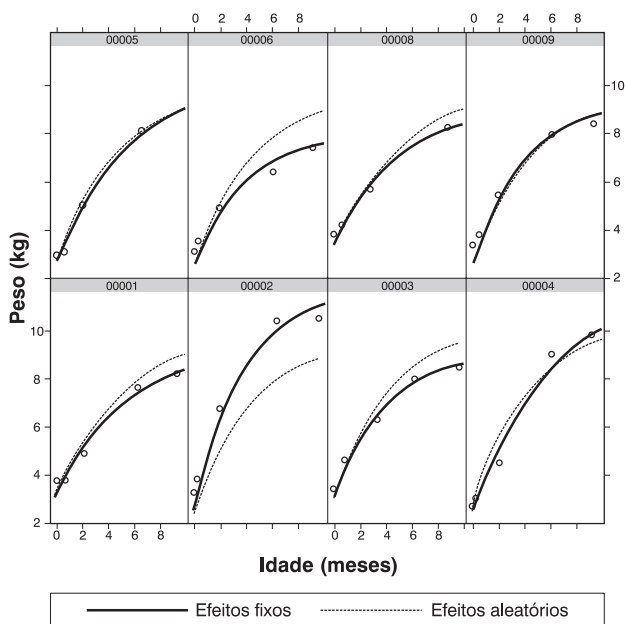
Este estudo acompanhou 479 lactentes, dos quais 63 foram medidos apenas uma vez, 88 foram medidos duas vezes, 90 três vezes e 238 completaram quatro entrevistas. No total, 30% dos participantes no estudo foram perdidos no seguimento. As perdas de seguimento foram descritas segundo diversas variáveis explanatórias. Não foi identificado viés de seleção.

A amostra neste estudo incluiu 236 meninos e 243 meninas, totalizando 479 lactentes na primeira avaliação de seguimento. O peso médio dos meninos ao nascimento era de $3.254,3 \pm 507,2$ g, enquanto o peso médio das meninas era de $3.115,0 \pm 478$ g. O comprimento médio ao nascimento foi de $49,3 \pm 2,4$ cm para meninos e $48,6 \pm 2,4$ para meninas. A idade gestacional média foi de 38,6 semanas, e variou entre 30 e 42 semanas. As porcentagens de parto prematuro foram de 11,3% para meninos e 9,0% para meninas.

Na época da primeira entrevista, 11,5% das mães declararam que estavam amamentando predominantemente. Nove meses após o parto, 40,0% dos lactentes recebiam apenas fórmulas e 40,0% recebiam uma mistura de leite materno e fórmulas. A duração mediana da amamentação predominante foi de 67 dias, e 27% das mães amamentaram por 1 mês ou menos. A duração mediana de amamentação exclusiva foi de 21 dias para lactentes prematuros e 90 dias para bebês de termo normal (resultados não-mostrados).

As estimativas dos parâmetros entre os grupos são semelhantes, apesar do fato que o modelo que considera os efeitos aleatórios apresenta um erro padrão menor. Este fato ocorre porque o modelo de efeitos fixos não inclui a variabilidade entre grupos, que é então absorvida no erro padrão residual.

A análise residual não mostrou qualquer violação da assunção de normalidade, e os resíduos mostram distribuição simétrica ao redor de zero e variância aproximadamente constante. Este é um passo necessário para verificar a adequação do modelo aos dados observados. Uma avaliação final da adequação do modelo pode ser visualizada na Figura 1 por meio da comparação entre os valores observados e previstos



As informações das primeiras oito crianças com dados de seguimento completos são mostradas.

Figura 1 - Modelos ajustados com efeitos fixos e aleatórios em comparação com os valores de peso do lactente observados (Rio de Janeiro, 1999-2001)

para ambos os modelos (fixo e aleatório). Os dados observados para os lactentes de número 5 a 9 se sobrepõem à média populacional prevista pelo modelo. Este padrão não foi observado para outros lactentes.

Ambos os efeitos fixos e aleatórios foram estatisticamente significativos no modelo final (Tabela 1). O sexo foi significativo em todos os três parâmetros: o peso das meninas foi significativamente menor do que o dos meninos no nascimento (-0,0971), assim como seu peso de equilíbrio (-0,3639) e sua tendência a ter velocidades menores de ganho de peso (-0,0991) durante os primeiros meses de vida. A idade gestacional afeta apenas o peso no nascimento (0,1338), ou seja, idades gestacionais maiores implicam em pesos maiores no nascimento. O tipo de parto teve um efeito significativo (0,0766) sobre a velocidade de crescimento: os lactentes nascidos de cesariana tenderam a ter velocidades maiores de ganho de peso do que os lactentes nascidos de partos normais (Tabela 1).

O efeito significativo da duração da amamentação sobre o peso de equilíbrio (-0,2813) e a velocidade de crescimento (0,0798) dos lactentes merece atenção especial. Observe que, apesar da velocidade de crescimento aumentar à medida que a duração da amamentação predominante se eleva, o peso de equilíbrio diminui. Isto significa que lactentes com maiores durações de amamentação predominante atingem pesos de equilíbrio menores ao fim do estudo, apesar de estarem sujeitos a uma velocidade de crescimento maior durante os primeiros meses de vida (Tabela 1).

Na Figura 2, o ponto de intersecção corresponde às idades de 6,75 e 7 meses, para meninos e meninas, respectivamente. Nesta época, os lactentes predominantemente amamentados por 6 meses ou mais começam a ganhar peso menos rapidamente que os lactentes amamentados por menos de 6 meses.

A velocidade de crescimento foi de 16,4% por mês para os meninos e 14,8% para as meninas, o que significa que, em média, os meninos atingiram metade do seu ganho de peso de equilíbrio em 4,24 meses (aproximadamente 127 dias), em contraste com os 4,68 meses (140 dias) das meninas.

As meninas têm peso no nascimento (-0,6630) e velocidade de crescimento (-0,1218) significativamente menores do que os meninos, mas não observou-se qualquer diferença significativa no comprimento de equilíbrio. A idade gestacional influencia apenas o comprimento no nascimento (0,6088); quanto maior a idade gestacional, maior o comprimento no nascimento (Tabela 2).

A duração da amamentação teve um efeito maior sobre a velocidade de crescimento infantil (0,0746) do que sobre o comprimento de equilíbrio (-1,5422). Semelhante ao que foi observado para a variável dependente peso, o comprimento de equilíbrio para lactentes amamentados por períodos mais longos é menor, apesar deste grupo ter tido uma velocidade de crescimento maior durante os primeiros meses de vida (Tabela 2).

Discussão

Este estudo mostra o efeito importante da duração da amamentação predominante sobre a velocidade de crescimento de lactentes e seu peso e comprimento de equilíbrio. Observou-se que, apesar da velocidade de crescimento ser maior entre lactentes com duração de amamentação predominante maior, seu peso e comprimento ao fim do estudo são menores do que para as crianças alimentadas com fórmulas. Verificou-se que este último grupo ficou maior e mais pesado do que o primeiro a partir de cerca 7 meses de idade. Esta ocorrência no terceiro trimestre do crescimento dos lactentes já foi discutido anteriormente na literatura^{1,6,7}. O presente estudo corrobora esta hipótese utilizando uma nova classe de modelos e está de acordo com os resultados relatados pelos novos padrões de crescimento da OMS^{8,9}, divulgados recentemente, e algumas outras pesquisas que comparam padrões de crescimentos anteriores com os gráficos de crescimento atuais da OMS^{19,20}.

Alguns autores defenderam que a diferença em velocidade de crescimento observada entre lactentes amamentados e alimentados com fórmulas se deve ou à alimentação excessiva entre lactentes alimentados com fórmulas²¹ ou ao alto valor calórico das fórmulas²²⁻²⁴. Dewey et al.^{1,25} observaram que os lactentes alimentados com fórmulas consomem mais leite e ganham peso mais rapidamente do que os lactentes amamentados, comportamento este que os coloca sob maior risco de obesidade. Estes autores afirmaram que

Tabela 1 - Parâmetros do modelo misto não-linear para o peso (kg) de crianças com menos de 1 ano (Rio de Janeiro, 1999-2001)

| Efeitos fixos | Estimativas | Erro padrão | p |
|-------------------------------------------------|-------------|-------------|----------|
| $P_{asymp.}$ (intercepto) | 11,2074 | 0,1858 | < 0,0001 |
| $P_{asymp.}$ sexo | - 0,3639 | 0,1887 | 0,0541 |
| $P_{asymp.}$ AMPRED _i (meses) | - 0,2813 | 0,0390 | < 0,0001 |
| P_0 (intercepto) | 3,0985 | 0,0362 | < 0,0001 |
| P_0 sexo | - 0,0971 | 0,0254 | 0,0431 |
| P_0 idade gestacional | 0,1338 | 0,0133 | < 0,0001 |
| Log _{rate} (intercepto) | -1,8104 | 0,0385 | < 0,0001 |
| Log _{rate} sexo | - 0,0991 | 0,0357 | 0,0056 |
| Log _{rate} AMPRED _i (meses) | 0,0798 | 0,0110 | < 0,0001 |
| Log _{rate} tipo de parto | 0,0766 | 0,0289 | 0,0083 |
| -2 log-probabilidade | 2069,3 | | |
| AIC | 2103,3 | | |

| Efeitos aleatórios | Estimativa (IC95%) |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| $\sigma_{asymp.}$ (intercepto) | 1,2512 (1,4170 a 1,6048) |
| σ_{P_0} (intercept) | 0,3391 (0,3766 a 0,4183) |
| σ_{log_rate} (intercept) | 0,1312 (0,1722 a 0,2260) |
| Cor [Assint., P_0] | - 0,1148 (0,0520 a 0,2159) |
| Cor [Assint., log _{rate}] | - 0,5666 (- 0,3882 a - 0,1750) |
| Cor [P_0 , log _{rate}] | 0,0393 (0,3376 a 0,5806) |
| $\sigma_{residual}$ | 0,2514 (0,2669 a 0,2834) |

AIC = critério de informação de Akaike; AMPRED_i = duração da amamentação predominante; efeito fixo = reflete o perfil médio geral; IC95% = intervalo de confiança de 95%; log_{rate} = logaritmo da velocidade de ganho de peso; $P_{asymp.}$ = peso ou comprimento de equilíbrio ao fim do período de estudo; P_0 = peso ou comprimento no nascimento; efeito aleatório = reflete como os perfis específicos para cada indivíduo desvia do perfil médio geral; *residual* = variação não-explicada.

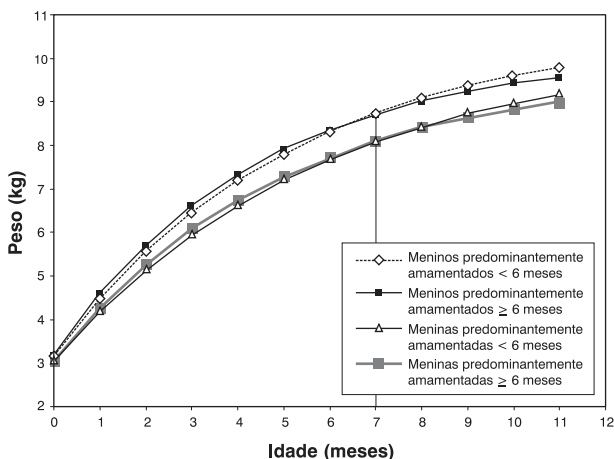


Figura 2 - Peso (kg) como função dos grupos predominantemente amamentados estratificado por sexo (Rio de Janeiro, 1999-2001)

Outros autores²⁶⁻²⁸ explicam o mesmo processo como tendo causalidade reversa, ou seja, os déficits no crescimento infantil levariam a mudanças nos padrões de alimentação, o que favoreceria a complementação ou cessação anterior da amamentação.

Outras variáveis importantes também foram analisadas. A idade gestacional afeta o peso e o comprimento ao nascimento, mas parece não ter efeito significativo sobre o peso e o comprimento de equilíbrio na velocidade de crescimento. Quanto ao sexo, os meninos tendem a pesar mais do que as meninas, ter peso ao nascimento maior e velocidade de ganho de peso maior. Os lactentes que nasceram de cesariana apresentaram ganho de peso maior do que aqueles que nasceram de parto natural. Apesar de diversos estudos^{29,30} discutirem a relação entre o tipo de parto e a duração da amamentação, nenhum deles lidou com a influência do tipo de parto sobre a evolução do crescimento infantil durante os primeiros meses de vida.

Trabalhos anteriores publicados na literatura discutiram o efeito da duração da amamentação predominante sobre o crescimento infantil, mas os procedimentos estatísticos usados se baseiam em modelos lineares ou em regressão logística. Estes modelos, apesar de serem úteis e fáceis de

os níveis de insulina no sangue podem ser afetados por práticas de alimentação por meio do consumo de proteína²¹.

Tabela 2 - Parâmetros do modelo misto não-linear para o comprimento (cm) de lactentes de menos de 1 ano (Rio de Janeiro, 1999-2001)

| Efeitos fixos | Estimativa | Erro padrão | p |
|-------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|----------|
| Assint. (intercepto) | 86,0871 | 1,0226 | < 0,0001 |
| Assint. AMPRED _i (meses) | -1,5422 | 0,2208 | < 0,0001 |
| P ₀ (intercepto) | 49,1013 | 0,2961 | < 0,0001 |
| P ₀ sexo | -0,6630 | 0,1847 | 0,0431 |
| P ₀ idade gestacional | 0,6088 | 0,0481 | < 0,0001 |
| Log _{rate} (intercepto) | -2,1667 | 0,0514 | < 0,0001 |
| Log _{rate} sexo | -0,1218 | 0,0173 | 0,0056 |
| Log _{rate} AMPRED _i (meses) | 0,0746 | 0,0119 | < 0,0001 |
| -2 log-probabilidade | 6619,2 | | |
| AIC | 6649,2 | | |
| Efeitos aleatórios | | Estimativa (IC95%) | |
| σ _{asympt.} (intercept) | 0,9952 (1,6151 a 2,6210) | | |
| σ _{P0} (intercept) | 1,5260 (1,6654 a 1,8176) | | |
| σ _{log_{rate}} (intercept) | 0,0832 (0,1111 a 0,1483) | | |
| Cor [Assint., P ₀] | 0,1334 (0,4566 a 0,6920) | | |
| Cor [Assint., log _{rate}] | -0,1008 (0,0038 a 0,1085) | | |
| Cor [P ₀ , log _{rate}] | -0,1033 (0,0053 a 0,1138) | | |
| σ _{residual} | 1,1116 (1,1691 a 1,2186) | | |

AIC = critério de informação de Akaike; AMPRED_i = duração da amamentação predominante; efeito fixo = reflete o perfil médio geral; IC95% = intervalo de confiança de 95%; log_{rate} = logaritmo da velocidade de ganho de comprimento; P_{asympt.} = peso ou comprimento de equilíbrio ao fim do período de estudo; P₀ = peso ou comprimento no nascimento; efeito aleatório = reflete como os perfis específicos para cada indivíduo desvia do perfil médio geral; residual = variação não-explicada.

interpretar, não consideram o comportamento do mecanismo subjacente que produz a variável dependente, o que no caso se refere ao peso e ao comprimento dos lactentes durante os primeiros meses de vida. Na grande maioria dos estudos sobre modelos de crescimento, o interesse se encontra no ajuste de curvas individuais. Neste contexto, os modelos de efeitos aleatórios são especialmente atraentes, devido aos seus componentes de modelagem. Este procedimento aumenta a precisão dos parâmetros estimados.

É preciso discutir algumas limitações do presente estudo. Apesar da análise prospectiva de dados ser sensível a perdas de seguimento, este felizmente não foi o caso no presente estudo. As análises estatísticas indicaram que as perdas de seguimento foram aleatórias para diversas variáveis de interesse, como categoria de idade, cor da pele e escolaridade, entre outros¹⁵. Outra possível limitação advém do uso do peso e do comprimento no nascimento relatados pelas mães, mas estes foram coletados durante a primeira entrevista e não mostraram inconsistências com as outras medidas observadas, fator indicativo da qualidade dos dados informados.

Em suma, o presente estudo confirma a presença de diferenças no crescimento físico segundo práticas de aleitamento entre o sexto e sétimo mês de vida, e é consistente

com os resultados observados nos novos padrões de crescimento da OMS. Acredita-se que o uso de uma nova abordagem facilitará a análise e interpretação de dados de crescimento nos níveis individual e populacional.

Agradecimentos

MHCS participou da análise estatística e na escritura do manuscrito. GK participou de todas as fases do estudo, incluindo sua concepção, planejamento, seguimento, interpretação dos dados e escritura do manuscrito. CJS participou de diversas fases do estudo, incluindo a interpretação dos dados e a escritura do manuscrito. MTSB participou da interpretação dos dados e na escritura do manuscrito. Não há nenhum conflito de interesse por parte dos autores deste trabalho.

Referências

- Dewey KG. [Growth characteristics of breast-fed compared to formula-fed infants](#). *Biol Neonate*. 1998;74:94-105.
- Hop LT, Gross R, Giay T, Sastroamidjojo S, Schultink W, Lang NT. [Premature complementary feeding is associated with poorer growth of Vietnamese children](#). *J Nutr*. 2000; 130:2683-90.

3. Fewtrell MS, Lucas A, Morgan JB. [Factors associated with weaning in full term and preterm infants](#). Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2003;88:F296-301.
4. Kramer MS, Kakuma R. [Optimal duration of exclusive breastfeeding](#). Cochrane Database Syst Rev. 2002;CD003517.
5. Kramer MS, Guo T, Platt RW, Sevkovskaya Z, Dzikovich I, Collet JP, et al. [Infant growth and health outcomes associated with 3 compared with 6 mo of exclusive breastfeeding](#). Am J Clin Nutr. 2003;78:291-5.
6. de Onis M, Onyango AW. [The Centers for Disease Control and Prevention 2000 growth charts and the growth of breastfed infants](#). Acta Paediatr. 2002;92:413-9.
7. Donma MM, Donma O. [Infant feeding and growth: a study on Turkish infants from birth to 6 months](#). Pediatr Int. 1999; 41:542-8.
8. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: World Health Organization; 2006.
9. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. [WHO child growth standards based on length/height, weight and age](#). Acta Paediatr Suppl. 2006;450:76-85.
10. Pinheiro JC, Bates DM. Mixed-effects models in S and S-PLUS. New York: Springer; 2000.
11. Kac G. Fatores determinantes de retenção de peso pós-parto em uma coorte de mulheres com nove meses de seguimento [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2002.
12. Kac G, Benício MH, Valente JG, Velásquez-Meléndez G. [Postpartum weight retention among women in Rio de Janeiro: a follow-up study](#). Cad Saude Publica. 2003;19:S149-61.
13. Kac G, Benício MH, Velásquez-Meléndez G, Valente JG, Struchiner CJ. [Breastfeeding and postpartum weight retention in a cohort of Brazilian women](#). Am J Clin Nutr. 2004;79:487-93.
14. Kac G, Benício MH, Velásquez-Meléndez G, Valente JG, Struchiner CJ. [Gestational weight gain and prepregnancy weight influence postpartum weight retention in a cohort of Brazilian women](#). J Nutr. 2004;134:661-6.
15. Spyrides MH, Struchiner CJ, Barbosa MT, Kac G. [Práticas de amamentação e crescimento infantil: um estudo longitudinal em crianças do Rio de Janeiro, 1999/ 2001](#). Cad Saude Publica. 2005; 21:756-66.
16. World Health Organization (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization; 1995.
17. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
18. OPAS/OMS. Indicadores para evaluar las prácticas de lactancia materna. Informe de una reunión de 11-12 de junio. Ginebra, Suiza: OMS; 1991.
19. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Garza C, Yang H; WHO Multicentre Growth Reference Study Group. [Comparison of the WHO child growth standards and the CDC 2000 growth charts](#). J Nutr. 2007;137:144-8.
20. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Garza C, Yang H; WHO Multicentre Growth Reference Study Group. [Comparison of the World Health Organization \(WHO\) child growth standards and the National Center for Health Statistics/WHO international growth reference: implications for child health programmes](#). Public Health Nutr. 2006;9:942-7.
21. Yoneyama K, Nagata H, Asano H. [Growth of Japanese breast-fed and bottle-fed infants from birth to 20 months](#). Ann Hum Biol. 1994;21:597-608.
22. Axelsson I, Borulf S, Righard L, Raiha N. [Protein and energy intake during weaning: I. Effects on growth](#). Acta Paediatr Scand. 1987;76:321-7.
23. Butte NF, Wong WW, Garza C, Stuff JE, Smith EO, Klein PD, et al. [Energy requirements of breast-fed infants](#). J Am Coll Nutr. 1991;10:190-5.
24. Butte NF, Wong WW, Hopkinson JM, Heinz CJ, Mehta NR, Smith EO. [Energy requirements derived from total energy expenditure and energy deposition during the first 2 y of life](#). Am J Clin Nutr. 2000;72:1558-69.
25. Dewey KG. [Is breastfeeding protective against child obesity?](#) J Hum Lact. 2003;19:9-18.
26. Galler JR, Ramsey FC, Harrison RH, Brooks R, Weiskopf-Bock S. [Infant feeding practices in Barbados predict later growth](#). J Nutr. 1998;128:1328-35.
27. Marquis GS, Habicht JP, Lanata CF, Black RE, Rasmussen KM. [Association of breastfeeding and stunting in Peruvian toddlers: an example of reverse causality](#). Int J Epidemiol. 1997; 26:349-56.
28. Victora CG, Morris SS, Barros FC, Horta BL, Weiderpass E, Tomasi E. [Breast-feeding and growth in Brazilian infants](#). Am J Clin Nutr. 1998;67:452-8.
29. Perez-Escamilla R, Maulen-Radovan I, Dewey KG. [The association between cesarean delivery and breast-feeding outcomes among Mexican women](#). Am J Pub Health. 1996;86:832-6.
30. Chapman DJ, Perez-Escamilla R. [Does delayed perception of the onset of lactation shorten breastfeeding duration?](#) J Hum Lact. 1999;15:107-11.

Correspondência:

Gilberto Kac
 Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Instituto de Nutrição Josué de Castro
 Departamento de Nutrição Social e Aplicada
 Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº, bloco J, 2º andar
 CEP 21941-590 – Rio de Janeiro, RJ
 E-mail: kacetal@gmail.com, gkac@nutricao.ufrj.br