



Ciência & Saúde Coletiva

ISSN: 1413-8123

cecilia@claves.fiocruz.br

Associação Brasileira de Pós-Graduação
em Saúde Coletiva

Brasil

de Oliveira Fonseca Sally, Enilce; dos Anjos, Luiz Antonio; Wahrlich, Vivian

Metabolismo Basal durante a gestação: revisão sistemática

Ciência & Saúde Coletiva, vol. 18, núm. 2, febrero, 2013, pp. 413-430

Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva

Rio de Janeiro, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63025127013>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Metabolismo Basal durante a gestação: revisão sistemática

Basal metabolism during pregnancy: a systematic review

Enilce de Oliveira Fonseca Sally¹

Luiz Antonio dos Anjos¹

Vivian Wahrlich¹

Abstract *Gestational energy expenditure (EE) is the basis for nutritional counseling and body weight control. The objective of this study was to systematically review the behavior of the basal metabolic rate (BMR), the major component of EE, during non gemelar pregnancy of healthy women. Based on the inclusion criteria, 37 articles were identified (24 cohort and 13 cross-sectional studies). Increases in BMR (between 8% and 35%) were observed in most cohort studies and it was related to the duration of follow-up and nutritional status. In the cross-sectionals, the increase in BMR varied from 8% to 28% close to delivery in comparison with the first trimester or post-partum. Lack of information on maternal age, loss of follow-up and short duration of follow-up during the pregnancy were serious limitations in the identified studies. In conclusion, BMR increases during pregnancy, and the increase is more intense after the second trimester. The most reliable data come from the few cohort studies that initiated before pregnancy.*

Key words *Basal metabolism, Pregnancy, Energy metabolism, Women*

Resumo *O gasto energético (GE) na gestação é fundamental no aconselhamento dietético e no controle da massa corporal. O presente estudo teve como objetivo realizar revisão sistemática nas bases de dados bibliográficas sobre a taxa metabólica basal (TMB), maior componente do GE, durante a gestação de feto único de mulheres saudáveis. Segundo os critérios de inclusão, 37 artigos foram selecionados (24 estudos de coorte e 13 seccionais). O aumento da TMB (entre 8,0 e 35,0%) ocorreu na maioria de estudos de coorte dependendo do tempo de seguimento e do estado nutricional. Nos seccionais, o aumento na TMB foi de 8,0-28,0% na fase final da gestação sobre a fase inicial ou no pós-parto. Informação precária sobre idade materna, perdas de seguimento e curto tempo de acompanhamento durante a gestação foram limitações dos estudos revisados. Em conclusão, a TMB aumenta durante a gestação e o aumento é mais intenso a partir do 2º trimestre. As estimativas mais confiáveis provêm dos poucos estudos de coorte iniciados na fase pré-gestacional.*

Palavras-chave *Metabolismo basal, Gestação, Metabolismo energético, Mulheres*

¹Departamento de Nutrição Social, Faculdade de Nutrição Emilia de Jesus Ferreiro, Universidade Federal Fluminense. Rua Mario Santos Braga 30/404, Centro. 24020-140 Niterói RJ.
eoliveirasally@gmail.com

Introdução

Os primeiros estudos referentes ao metabolismo energético na gestação humana datam do início do século XX, a partir dos relatos de casos de gestantes avaliadas, em geral, entre a fase final da gestação e o pós-parto¹⁻³. Esses estudos visavam medir a contribuição do feto sobre o metabolismo da gestante⁴, como também identificar e quantificar os demais componentes do custo energético na gestação (CEG)⁵. Segundo o conhecimento empírico da época, durante a gestação ocorria um aumento na produção de energia atribuída ao aumento da massa de tecido protoplasmico ativo, predominante nos tecidos fetais⁵. A partir da década de 1970, a incorporação sistemática da avaliação da composição corporal aos estudos sobre o metabolismo energético possibilitou que se estabelecessem relações entre a mudança nos compartimentos corporais durante a gestação e o CEG^{6,7}.

O CEG inclui a energia depositada nos tecidos maternos e fetais e o aumento no gasto para a manutenção e para a atividade física⁸. O consumo de oxigênio, aumentado em até 30% próximo ao termo⁹, em condições basais, ocorre devido à síntese acelerada de tecidos e ao aumento do trabalho cardiovascular, ventilatório e renal¹⁰⁻¹¹, sendo esse incremento correspondente a cerca de metade da necessidade adicional de energia. A reserva adiposa, com maior velocidade de deposição entre a 10^a e 30^a semana de gestação (SG), contribui com 40% do CEG, sendo influenciada pela reserva pré-gestacional^{12,13}.

O CEG foi calculado inicialmente por Hytten e Leitch¹⁴ por meio de método fatorial teórico, levando-se em conta o aumento no metabolismo basal e sem considerar mudanças na atividade física e no efeito térmico dos alimentos, resultando numa estimativa de necessidade extra para a gestação completa de aproximadamente 80.000 kcal. Este modelo serviu de base para a determinação das recomendações adicionais de energia pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), apresentadas no relatório sobre recomendações energéticas humanas de 1985 (FAO, 1985)¹⁵.

Segundo a definição mais recente da FAO¹⁶, a quantidade de energia necessária à gestação é aquela que, fornecida pelos alimentos, garantirá o nascimento a termo de um bebê saudável, com tamanho adequado e composição corporal apropriada, por uma mulher que tenha a massa e compo-

sição corporais e nível de atividade física consistentes com boa saúde e bem estar em longo prazo.

O conhecimento referente ao gasto energético (GE) na gestação é importante para nortear o aconselhamento dietético e possibilitar o entendimento da regulação da massa corporal, particularmente frente ao quadro de epidemia de obesidade observada na população mundial. O cuidado nutricional, dentro da assistência pré-natal recomendada pelo Ministério da Saúde, deve prever o monitoramento do ganho ponderal gestacional e, consequentemente, adequar a ingestão alimentar da gestante dentro das recomendações de energia segundo seu estado nutricional.

A taxa metabólica basal (TMB) é considerada o valor base para o estabelecimento das necessidades energéticas na população em geral e também na gestação, pois é o maior componente do gasto energético total (GET) também na população em geral e o que mais aumenta na gestação, sobretudo se a gestante mantém o padrão de atividade física semelhante ao do período pré-gestacional¹⁷, constituindo-se, assim, num elemento útil para nortear o aconselhamento dietético.

Comparado aos estudos realizados em indivíduos adultos, os estudos com gestantes são menos prevalentes, devido principalmente à dificuldade de recrutamento e de avaliação de mulheres nessa fase¹⁸. A partir da década de 1980, os estudos sobre GE na gestação se expandiram nos países em desenvolvimento, situados principalmente nas regiões tropicais, onde se observou grande variabilidade interindividual na TMB e no depósito adiposo em resposta à gestação¹⁹⁻²⁴ sendo o fenômeno considerado por Prentice et al.²⁵ um reflexo da capacidade adaptativa do organismo humano de poder sustentar, por exemplo uma gestação ao termo, sob condições nutricionais variadas.

A produção científica sobre esse tema vem crescendo e os resultados acerca da resposta metabólica à gestação são ainda conflitantes, especialmente em relação à velocidade de aumento da TMB no curso da gestação, que comparativamente ao estabelecido pelo método fatorial teórico de estimativa, parece ser menor na fase inicial, tornando-se mais acentuada no último trimestre. Assim, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão sistemática da produção científica sobre a TMB durante a gestação de feto único de mulheres saudáveis e descrever o comportamento da TMB durante a gestação de acordo com o desenho dos estudos.

Métodos

A busca bibliográfica foi realizada em março de 2010 nas bases de dados Medline, Lilacs e Scielo, a partir das equações: “pregnancy AND basal metabolism” ou “pregnancy AND resting metabolic rate” e seus correspondentes em português, limitada aos idiomas inglês, português e espanhol, à população feminina, humana, à idade materna entre 13 e 44 anos e eliminando os estudos de revisão. Não houve limite de data de publicação. Os registros identificados que dispunham de resumo foram obtidos e aqueles que apresentavam resultados de mensurações da TMB realizadas na gestação de mulheres saudáveis, de feto único foram selecionados. Adicionalmente, foram utilizadas as listas das referências bibliográficas dos artigos selecionados, a fim de localizar artigos não encontrados na busca inicial e que atendiam aos critérios de inclusão.

Os dados foram extraídos por um pesquisador, de forma independente, sendo definidas as seguintes variáveis de interesse principal: TMB, massa corporal (MC), idade gestacional na qual as gestantes foram avaliadas e o tipo de desenho do estudo. A TMB e a idade gestacional foram transformadas, respectivamente, em kcal/min e trimestre gestacional, sendo o 1º trimestre até a 13^a semana gestacional (SG), o 2º trimestre entre a 14^a e 27^a SG e o 3º a partir da 28^a SG. As demais variáveis foram: autores, ano de publicação, país de realização e objetivos do estudo, idade materna em anos, tamanho da amostra (n), nível socioeconômico (NSE) da amostra segundo as categorias definidas nos estudos, componente do GE avaliado, ou seja, GET e TMB e método de aferição utilizado e medidas bioquímicas analisadas.

Uma vez que os estudos de coorte são mais apropriados para identificar mudanças da TMB durante a gestação, comparativamente àqueles de desenho seccional, nos quais a gestante é avaliada somente uma vez na gestação, os dados de TMB e MC dos estudos encontrados foram avaliados separadamente para estudos seccionais e de coorte, independentemente da qualidade metodológica dos mesmos e dos intervalos gestacionais avaliados. Em ambos os tipos de estudos, a TMB e a MC representam a média do grupo avaliado e sua evolução ao longo da gestação foi avaliada pela diferença (%) dos valores obtidos entre a fase final da gestação (3º trimestre) e a inicial, de acordo com a seguinte fórmula: (valor obtido no estágio final da gestação – valor obtido no estágio inicial da gestação *100)/(valor obtido no estágio inicial da gestação). A fase inicial dos estudos va-

riou desde a fase pré-gestacional, passando pelos 1º e 2º trimestres, sendo que em alguns a diferença foi obtida com dados de mulheres no pós-parto. A comparação dos valores de TMB entre gestantes no 3º trimestre e no pós-parto foi analisada em uma coorte e em três estudos seccionais que possuíam tal composição.

Foram incluídos na revisão oito artigos que avaliaram a taxa metabólica de repouso (TMR) em vez da TMB e sua inclusão decorreu pelo fato dos autores referirem controle sobre os fatores capazes de influenciar a TMB, tais como a atividade física prévia, a ingestão alimentar, a temperatura ambiental e o nível de ruído ambiental²⁶⁻³³. Quando citados ao longo do texto, estes artigos são identificados como TMR e não TMB. Por definição, a TMB é medida sobre condições ambientais e nutricionais mais controladas do que a TMR, mas basicamente, a diferença principal é quanto ao tempo decorrido entre a medição do metabolismo e o tempo decorrido de acordar (mais curto possível na TMB) e o período de jejum (em geral de 12h para a TMB e pelo menos 4h para a TMR). Desta forma, é de se esperar que o valor da TMR seja, em geral, maior do que o da TMB³⁴.

Resultados

A busca bibliográfica resultou na seleção de 444 artigos para leitura. Sete artigos foram localizados nas referências bibliográficas de outros trabalhos^{1-5,10,35}. A Figura 1, construída conforme recomendação de Mother et al.³⁶, ilustra o processo de busca, seleção e inclusão dos artigos. Os artigos em duplicata foram avaliados conjuntamente por se tratarem de uma mesma amostra^{21-22,37-40}. A análise do presente estudo baseou-se, portanto, em 34 artigos expostos na Tabela 1 que descrevem as variáveis investigadas.

A maioria dos estudos revisados (n = 21) teve como objetivo descrever o GE na gestação^{21-23,27-30,35,37-53} e em relação ao desenho, 24 foram de coorte, sendo três combinados a estudos seccionais^{27,41,42} e três multicêntricos^{21-23,39-40}. Dez coortes foram iniciadas na fase pré-gestacional, das quais cinco finalizaram o acompanhamento no 3º trimestre^{28,42-44,54} e quatro estenderam-se ao pós-parto (PP)^{30,31,54-55}. Um estudo avaliou gestantes durante as treze semanas iniciais da gestação³². Em nove coortes, o estudo foi iniciado no 1º trimestre^{21,23,29,39,40,42,45,46,56} e em quatro, no 2º trimestre gestacional^{27,33,41,57}.

Treze estudos seccionais foram revisados e nove realizaram medidas de TMB concomitan-

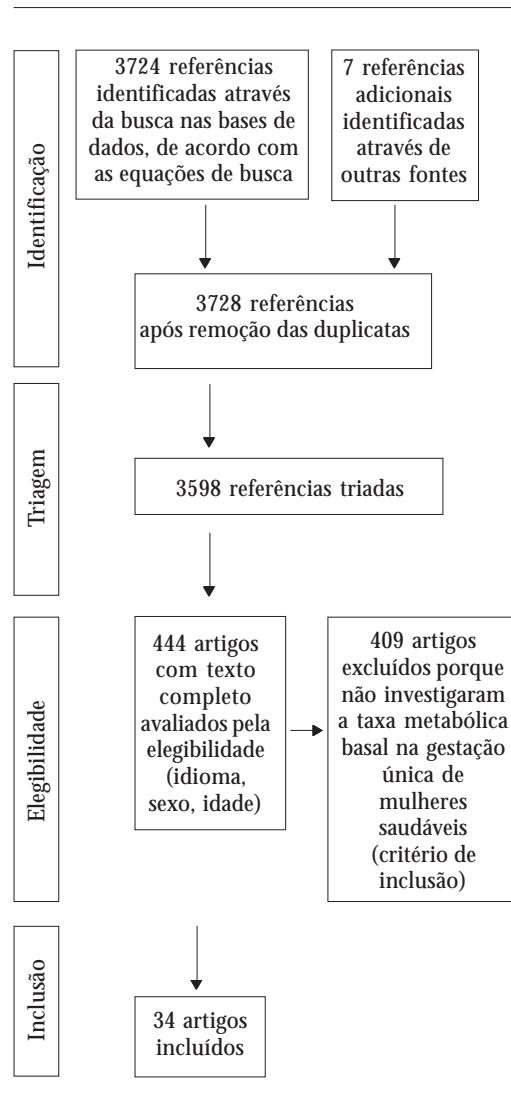


Figura 1. Fluxograma das informações nas quatro fases da Revisão Sistemática.

temente em mulheres no 3º trimestre e em fase gestacional anterior a essa para avaliar diferenças nos valores relacionadas à evolução da gestação. Em sete destes, as gestantes estavam no 2º trimestre^{27,37,38,42,47-49} e em três se distribuíram nos 3 trimestres gestacionais^{26,50,51}. Nos demais estudos ($n = 3$)^{35,41,52}, as gestantes foram comparadas a mulheres não gestantes, sendo que em um deles, estas estavam no pós-parto e eram adolescentes⁵². Um estudo limitou-se apenas a descrever os valores de TMB de gestantes com 25 semanas gestacionais⁵³.

A distribuição dos artigos, segundo o país de sua realização, concentrou-se nos EUA ($n = 6$),

Índia ($n = 4$), Suécia ($n = 4$), Holanda ($n = 3$), Reino Unido ($n = 4$). Apenas um artigo foi identificado em cada um dos seguintes países: Cingapura, Turquia, Colômbia, Filipinas, Jamaica, México, Sérvia, Tailândia, República Tcheca, Austrália, Japão, Nigéria e Gâmbia.

Em relação às amostras, todas foram de conveniência, com tamanho (n) variando de 4 a 291 gestantes por estudo. Quanto à idade das gestantes, foram identificadas em três artigos amostras compostas exclusivamente de adolescentes^{33,58,59}, enquanto em sete, incluíram-se adolescentes e adultas^{26,41,43,47,48,50,53}. Nos demais artigos ($n = 26$), estudaram-se apenas gestantes adultas.

Todos os artigos relataram o uso da calorimetria indireta para a aferição da TMB e em seis deles^{27,37,38,43,44,58}, durante a coleta dos dados, as gestantes foram confinadas em uma unidade metabólica.

Além da TMB, em treze artigos mediu-se também o GET, sendo quatro por meio da água dulcemente marcada (ADM)^{31,44,54,58} e, em doze, através da avaliação do gasto durante a atividade física (AF)^{21-23,27,37-41,46,49,52}. O uso do recordatório de 24 horas de AF ou do diário de AF ocorreu em nove estudos^{21,23,37-40,46,49} e em quatro, mediu-se o GE em esteira rolante ou cicloergômetro^{27,37,38,49,52}.

Em todos os estudos foram aferidas a MC e a estatura e em quinze, a ingestão dietética (ID)^{21-23,26,27,30,31,39,40,43-45,49,55,57}. Hormônios como insulina, T3, T4, leptina, grelina e cortisol foram também investigados^{29,45,54,56,57,60}. A composição corporal foi avaliada predominante pela dobra cutânea (DC)^{21-23,26,27,30,31,39,40,42,43,55,58,60}, e o uso do potássio⁴⁰ (k^{40}) foi referido em seis estudos^{27,30,37,38,52,60}.

A Tabela 2 expressa os valores absolutos da TMB (kcal/min) e da MC (kg) e o percentual de aumento da TMB e da MC [(valor final – valor inicial x 100)/valor inicial], segundo o intervalo gestacional dos 24 estudos de coorte selecionados. Estudos que avaliam gestantes ao longo da gestação, incluindo a fase prévia, são capazes de identificar a ocorrência de variabilidade intra-individual e flutuações da TMB e da MC durante o percurso. Em três coortes, nenhuma mudança entre o 1º e o 2º trimestre foi observada na TMB, apesar do aumento da MC, referido por quatro delas^{39,40,44,46}. Para o total dos estudos, a média na elevação da TMB até o 2º trimestre foi 6,3% ($\pm 3,7$), variando de -0,9 a 17,6%. Em relação à gestação completa, onze coortes apresentaram diferença positiva na TMB entre 20,0 e 35,0% e na MC, de 17 a 26%^{20,21,30,33,42,44,45,54,55,59-61}.

Tabela 1. Características metodológicas dos 34 estudos selecionados sobre Taxa Metabólica Basal (TMB) durante a gestação, 1964-2010.

Autor (Ano) País de realização	Desenho / Período gestacional (SG ou Trim)	Amostra (n) Gestantes (G) Não gestantes (NG)	NSE	Idade Média (DP) Min-Max	Objetivos do estudo	Componente do GE avaliado e método de aferição	Outras variáveis investigadas
Durnin et al., (1985) Durnin et al., (1987) ²¹⁻²² Escócia	Coorte multicêntrico 10 ^a - 40 ^a	88 (G), sendo 20 avaliadas desde o PG	Médio e baixo	28,6 (2,7)	Medir GET durante a gestação	TMBAF: Diário de AF durante 5 dias consecutivos	ID; CC (DC e densitometria); Volume corporal (pesagem subaquática); MC, PN, Peso da placenta, GMC, paridade
Tuazon et al. ²³ (1987) Filipinas	Coorte multicêntrico 11 ^a /16 ^a SG - 3 ^a m PP	40 (G)	Baixo	23,8	Medir o GET durante a gestação	TMBGET: Diário de AF	ID; CC (DC e Volume corporal); QR Peso da placenta, PN, Perímetro Cefálico, Paridade
Benoist et al. ²⁶ (1985)	Seccional $13^a \pm 0,3$ $24^a \pm 0,23$ $3^a \pm 0,2$	6 (G) 6 (NG)	SI	18-27	Identificar mudanças e intensidade no turnover proteico durante a gestação	TMB	ID; Taxa de N corporal total; CC (DC de 4 sítios), GMC, Peso da placenta, PN, PC, Paridade
Nagy & King ²⁷ (1983) EUA	Seccional 10 ^a - 20 ^a 30 ^a - 40 ^a Coorte 15 ^a - 40 ^a	6 (G) 4 (G) 6 (NG) 5 (G)	SI	20-35	Medir o GET na gestação	TMBAF: esteira ergométrica caminhada de 400 m	CC: (K ⁴⁰) e DC de 4 sítios); ID, PN
Forsum et al. ²⁸ (1985) Suécia	Coorte PG a 36 ^a	19 (G)	SI	29,3 (0,8)	Medir a TMB na gestação	TMB	CC (DC de 4 sítios); ganho de MC, PN
Illingworth et al. ²⁹ (1987) Escócia	Coorte 12/15 ^a - 34/36 ^a	7 (G)	SI	28,2 (2,9)	Medir a TMB e a DIT durante a gestação e após a lactação	TMB	DIT MC Insulinemia e glicemia
Forsum et al. ³⁰ (1988) Suécia	Coorte PG - 6 ^a m PP	22 (G)	Médio	28,7 (4,0)	Medir mudanças na TMB e na CC durante a gestação	TMB	CC (água corporal total, K ⁴⁰); ID; GMC; PN

continua

Tabela 1. continuação

Autor (Ano) País de realização	Desenho / Período gestacional (SG ou Trim)	Amostra (n) Gestantes (G) Não gestantes (NG)	NSE	Idade Média (DP) Min-Max	Objetivos do estudo	Componente do GE avaliado e método de aferição	Outras variáveis investigadas
Koop-Hoolihan et al. ³¹ (1999) EUA	Coorte PG-6 ^a S PP	10 (G)	SI	29 (3,0)	Medir o GET e relacioná- lo aos fatores pré- gestacionais	TMBGET: ADM.	ID; CC: (modelo de 4 componentes: DIT; GMC; PN
Spaanderman et al. ³² (2000) Holanda	Coorte PG-12 ^a	12 (G)	SI	31 (4,0)	Testar a correlação entre mudanças hemodinâmicas e TMB	TMB	CC ; Resistência vascular periférica total; QR; Pressão arterial média; Taxa cardíaca, Débito cardíaco; paridade
Casanueva et al. ³³ (2006) México	Coorte 20 ^a SG -1 m PP	51 (G) 49 (NG)	SI	13-17	Medir os efeitos da idade materna e IMC sobre a TMB	TMB	Estatura inicial e final; idade Ginecológica
Dakshayani & Ramanamurthy ³⁵ (1964) Índia	Seccional 3º Trim	18 (G) 40 (NG)	Baixo	26,3	Medir a TMB e a excreção urinária de creatinina entre indivíduos de estados fisiológicos variados	TMB	MC, Estatura, SC, creatinina urinária
Blackburn & Calloway ³⁷ (1976)	Seccional 20 ^a - 28 ^a	7 (G)	SI	20-30	Medir a TMB e o GET em 7 níveis de AF	TMBGET: ciclo ergômetro,	CC (K ⁴⁰); TC
Blackburn & Calloway ³⁸ (1985) EUA	Seccional 37 ^a - 40 ^a				Comparar a TC ao consumo de O ² na gestação Validar a TC como índice para o GET durante a gestação	esteira ergométrica e Rec AF	

continua

Tabela 1. continuação

Autor (Ano) País de realização	Desenho / Período gestacional (SG ou Trim)	Amostra (n) Gestantes (G) Não gestantes (NG)	NSE	Idade Média (DP) Min-Max	Objetivos do estudo	Componente do GE avaliado e método de aferição	Outras variáveis investigadas
van Raaij et al. ³⁹ (1987)	Coorte multicêntrico	57 (G)	Médio	28,6 (3,0)	Medir o GET durante a gestação	TMBGET: Diário de AF	ID; CC (DC e Volume corporal); QR Peso da placenta, PN, Perímetro Cefálico, Paridade
van Raaij et al. ⁴⁰ (1989) Holanda	10 ^a SG – 2 m ⁰ PP						
Banerjee et al. ⁴¹ (1971) Cingapura	Seccional 3 ^o Trim Coorte 2 ^o - 3 ^o Trim	42 (G) 37 (NG) 11 (G)	SI	18-42	Medir a TMB e o GET	TMBGET: CI	MC e Estatura
Hronek et al. ⁶¹ (2009) República Tcheca	Seccional 17 ^a 26 ^a 32 ^a 37 ^a Coorte 13 ^a - 38 ^a	17 (G) 38 (G) 34 (G) 32 (G) 31 (G)	SI	28,2 (3,4) 29,2	Determinar equação de predição da TMB na gestação. Validar a equação com outro grupo de gestantes	TMB	CC (DC de 10 sítios); MC PG GMC; PN; Comprimento ao nascer
Prentice & Goldberg ⁴² (1989) Reino Unido	Coorte PG a 36 ^a SG	8 (G)	Alto	29,3 (4,5)	Medir a resposta metabólica à gestação	TMB	CC: Água corporal total
Poppitt et al. ⁴³ (1993) Gâmbia	Coorte PG a 36 ^a SG	21 (G)	SI	17-39 28,2 (6,7)	Identificar respostas metabólicas durante a gestação	TMBGET: CI de 24 h	CC (DC)MC, Estatura, Paridade ID
Goldberg et al. ⁴⁴ (1993) Reino Unido	Coorte PG a 36 ^a SG	12 (G)	Alto	28,8 (3,3)	Medir o GET e a TMB	TMBGET: ADM	CC: água corporal total ID
Löf et al. ⁵⁴ (2005) Suécia	Coorte PG-35 ^a	22 (G)	SI	30 (4,0)	Identificar fatores associados com a variabilidade da TMB durante a gestação	TMB	CC (Água corporal total pelo Deutério); GMC; Variáveis circulatórias e hormônios; Número de gestações; PN

continua

Tabela 1. continuação

Autor (Ano) País de realização	Desenho / Período gestacional (SG ou Trim)	Amostra (n) Gestantes (G) Não gestantes (NG)	NSE	Idade Média (DP) Min-Max	Objetivos do estudo	Componente do GE avaliado e método de aferição	Outras variáveis investigadas
Butte et al. ⁶⁰ (2004) EUA	Coorte PG - 27 ^a S PP	63 (G), sendo 17 (IMC_bp) 34 (IMC_ad) 12 (IMC_sp)	Variado	30,8 (3,9)	Medir o GET, TMB e AF na gestação e PP de gestantes com IMC baixo, adequado e excessivo Definir a necessidade energética com base na soma do GET e depósito energético.	TMBGET: ADM; AF: diferença entre o GET e a TMB	DIT; CC (K ⁴⁰ e modelo de 4 componentes); Escolaridade; Renda; Ocupação; Idade da menarca; Paridade e Nº de gestações prévias
Eriksson et al. ⁵⁹ (2010) Suécia	Coorte PG - 2 ^a S PP	23 (G)	SI	30 (4,0)	Avaliar o efeito da gestação sobre a CC e adiponectinas	TMB	ID, CC (Água corporal total), níveis sanguíneos de Glicose, insulina, AG, TG, hormônios
Piers et al. ⁴⁵ (1995) India	Coorte 12 ^a SG - 12 ^a /24 ^a S PP	18 (G) 18 (NG)	Médio e alto	29,6 (5,2)	Identificar mudanças na TMB durante a gestação e lactação	TMB	DIT;QR; IDleite materno secretado; T3 e T4; nitrogênio urinário; Paridade; PN
Çikrikei et al. ⁵⁵ (1999) Turquia	Coorte 6 ^a - 33 ^a	24 (G)	SI	24,8 (5,7)	Medir a TMB durante a gestação e relacioná-la à composição corporal	TMB	CC: DC de três sítios PN
Damjanovic et al. ⁵⁶ (2009) Sérvia	Coorte 12 ^a - 36 ^a	31 (G)	SI	28,8 (4,8)	Relacionar mudanças na TMB durante a gestação às variações no cortisol materno	TMB	CC (bioimpedânci); glicose; insulina; AG e hormônios

continua

Tabela 1. continuação

Autor (Ano) País de realização	Desenho / Período gestacional (SG ou Trim)	Amostra (n) Gestantes (G) Não gestantes (NG)	NSE	Idade Média (DP) Min-Max	Objetivos do estudo	Componente do GE avaliado e método de aferição	Outras variáveis investigadas
van Raaij et al. ⁴⁶ (1990) Holanda	Coorte 6 ^a SG - 56 ^a S PP	25 (G)	Médio	29,3 (2,9)	Medir TMB e GET e avaliar a tendências na realização de AF durante a gestação	TMBGET: Diário de AF e CI	MC, Estatura
Martin et al. ⁵⁷ (2001) Austrália	Coorte 19 ^a - 36 ^a	08 (G)	SI	32 (1,0)	Medir a TMB, a CC e a resistência à insulina no 2 ^o e 3 ^o trimestres de gestação e pós-parto	TMB	ID; CC; DIT; Resistência à Insulina: concentração de insulina, glicemia
Khan & Belavady ⁴⁷ (1973) Índia	Seccional 12-24 ^a SG 24-36 ^a SG	50 (G)	Baixo	16-30	Medir a TMB na gestação e em outras fases da vida	TMB	MC, Estatura, SC
De AK & Nagchaudhur ⁴⁸ (1975) Índia	Seccional 2 ^o Trim 3 ^o Trim	50 (G)	SI	18-33 (23,9)	Medir a TMB na gestação e na lactação	TMB	MC, Estatura e SC, hemoglobina
Dufour et al. ⁴⁹ (1999) Colômbia	Seccional 15 ^a 25 ^a 35 ^a	40 (G) 54 (G) 46 (G) 114 (NG)	Baixo	29,1 (5,0)	Identificar mudanças da TMB, IE e GET durante a gestação e o PP	TMBGET: TC (flex); ciclo ergômetro e Rec de AF com alocação de tempo	ID; CC; hemoglobina
Das TK & Jana ⁵⁰ (1998) Índia	Seccional 1 ^o trim 2 ^o trim 3 ^o trim	70 (G) 85 (G) 136 (G) 38 (NG)	SI	18-35	Identificar mudanças da TMB durante a gestação	TMB	MC, Estatura, Superfície corporal

continua

Tabela 1. continuação

Autor (Ano) País de realização	Desenho / Período gestacional (SG ou Trim)	Amostra (n) Gestantes (G) Não gestantes (NG)	NSE	Idade Média (DP) Min-Max	Objetivos do estudo	Componente do GE avaliado e método de aferição	Outras variáveis investigadas
Chihara et al. ⁵¹ (2002) Japão	Seccional 5 ^a - 11 ^a 12 ^a - 15 ^a 16 ^a - 19 ^a 20 ^a - 23 ^a 24 ^a - 27 ^a 28 ^a - 31 ^a 32 ^a - 35 ^a 36 ^a - 40 ^a	20 em cada estudo (G) 20 (NG)	SI	variou de 27,6 (3,0) a 29,6 (3,2), conforme o estudo	Investigar a relação entre o TMR e a idade gestacional	TMB	MC e Estatura
Blackburn & Calloway ⁵² (1974) EUA	Seccional 32 ^a ± 3	14 (G) 07 (NG)	SI	17,0 (1,3)	Medir a TMB e o GET em atividades domésticas e padronizadas na gestação e no pós-parto	TMBGET: CI, ciclo ergômetro e esteira ergométrica	MC, Estatura, CC (k ⁴⁰), creatinina urinária
Cole et al. ⁵³ (1989) Nigéria	Seccional 25 ^a ± 5,36	41 (G)	Médio e Baixo	18-40 27,9 (6,1)	Medir a TMB de mulheres áreas urbanas e rurais	TMB	MC, Estatura
Butte et al. ⁵⁸ , (1999)EUA	Coorte 36 ^a SG - 6 ^o m PP	76 (G)	Variado	28,8 (4,2)	Identificar mudanças no GET durante a gestação e lactação e relacioná-las a desfechos do pós-parto	TMBGET: ADM	DIT;QR; CC (modelo de 4 componentes); CB; hormônios reguladores da fome/saciedade; prolactina; AG; PN

AD: Adequado; ADM: Água duplamente marcada; AF: Atividade física; AG: Ácido graxo; BP: Baixo peso; CC: Composição corporal; CI: Calorimetria indireta; DIT: Termogênese induzida pelos alimentos; DC: Dobra Cutânea; GMC: Ganho de massa corporal; GET: Gasto energético total; ID: Ingestão dietética; M PP: mês pós-parto; MC: Massa corporal; MC PG: Massa corporal pré-gestacional; NSE: Nível sócio econômico; PN: Peso ao nascer; PG: Pré-gestacional; PP: Pós-parto; QR: Quociente respiratório; Rec AF: Recordatório de atividade física; SG: Semana gestacional; S PP: Semana pós-parto; SI: Sem informação; SP: Sobrepeso; T: Trimestre; TC: Taxa cardíaca; TG: Triglicerídeo

Nas demais (n = 9), o aumento foi entre 8,0 e 19,4% na TMB e de 11,0 a 23,0% na MC. O aumento de 24,0% na TMB, relatado no estudo com adolescentes ocorreu apenas entre as gestantes acima de 14 anos, e somente a partir da 28^a SG, uma vez que entre as mais jovens (< 14 anos) não houve alteração³³. Oito coortes rela-

taram aumento da massa corporal, em maior magnitude que o da TMB^{23,27,39-42,46,56,60}.

A Tabela 3 apresenta os valores absolutos de TMB (kcal/min) e da MC (kg) e a diferença percentual obtida na comparação de gestantes no terceiro trimestre com outras em fase gestacional anterior ou com não gestantes, bem como a

Tabela 2. Valores absolutos da TMB (kcal/min) e da MC (kg) e diferença percentual %, segundo o intervalo gestacional dos estudos de coorte selecionados.

Autor (Ano)	PG (T ₀)	1º Trim (T ₁)	2º Trim (T ₂)	3º Trim (T ₃)	Diferença %
	Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP	
Durnin et al. ²¹ (1985); Durnin et al. ²² (1987); Tuazon et al. ²³ (1987)		0,95 57,3		1,23 69,0	29,5 20,4
Nagy & King ²⁷ (1983)		0,83 44,5	0,89 48,8	0,97 52,2	9,0 17,3
Forsum et al. ²⁸ (1985)	0,93 ± 0,03 60,2			1,11 72,4	19,4 20,0
Illingworth et al. ²⁹ (1987)		1,01 ± 0,08	1,04 ± 0,05	1,07 ± 0,05	nula Obs: MC não informada.
Forsum et al. ³⁰ (1988)	0,93 ± 0,12 61,0 ± 9,9		1,00 ± 0,15 63,7 ± 9,7	1,22 ± 0,12 72,7 ± 10,3	31,2 19,2
Koop-Hoolihan et al. ³¹ (1999)	0,91 ± 0,14	0,90 ± 0,14	1,07 ± 0,14 4	1,17 ± 0,15	28,6 Obs: MC não informada
Spaanderman et al. ³² (2000)	1,03 ± 0,11 65,0 ± 10	0,99 ± 0,11 65,0 ± 12			nula
Casanueva et al. ³³ (2006)			0,83 ± 0,13 ^d , 0,79 ± 0,12 ^e 53,9 ^d , 55,0 ^e	0,83 ± 0,13 ^d , 0, 98 ± 0,12 ^e 64,4 ^d , 64,9 ^e	Gestantes >14 anos: 24,1 18,0
van Raaij et al. ³⁹ (1987); van Raaij et al. ⁴⁰ (1989)		1,07 ± 0,01 62,2	1,08 ± 0,10 67,0	1,20 ± 0,14 71,8	12,1 14,9
Banerjee et al. ⁴¹ (1971)			0,91 47,9	1,00 53,4	9,0 11,0
Hronek et al. ⁶¹ (2009)		0,97 ± 0,10 58,9 ± 8,4	1,03 ± 0,10 66,0 ± 8,1	1,14 ± 0,13 72,5 ± 8,8	25,6 17,7
Prentice et al. ⁴² (1989)	1,01 62,6	1,03	1,01	1,23 77	21,0 23,0
Poppitt et al. ⁴³ (1993)		0,87 ± 0,07	0,91 ± 0,06	0,94 ± 0,08 58,8	13,2 MC inicial não informada
Goldberg et al. ⁴⁴ (1993)	1,00 ± 0,06 61,7 ± 8,7	1,03 ± 0,11 63,3 ± 8,5	1,03 ± 0,09 65,3 ± 8,5	1,25 ± 0,15 73,6 ± 10,1	25,0 17,0

continua

Tabela 2. continuação

Autor (Ano)	PG (T ₀)	1º Trim (T ₁)	2º Trim (T ₂)	3º Trim (T ₃)	Diferença %
	Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP	
Loff et al. ⁵⁴ (2005)	0,90 ± 0,10 66,9 ± 12,1	0,91 ± 0,10 68,7 ± 12,5	0,95 ± 0,13 72,1 ± 12,8	1,19 ± 0,18 81,0 ± 13,3	32,2 (p<0,001) 21,1
Butte et al. ⁶⁰ (2004)	0,83 ^a , 0,91 ^b , 1,04 ^c 49,9 ^a , 59,3 ^b , 77,3 ^c	0,85 ^a , 0,93 ^b , 1,11 ^c 51,9 ^a , 60,2 ^b , 81,8 ^c	0,92 ^a , 0,98 ^b , 1,17 ^c 57,7 ^a , 65,1 ^b , 83,8 ^c	1,09 ^a , 1,16 ^b , 1,4 ^c 63,0 ^a , 72,2 ^b , 93,8 ^c	^a : 23 e 26, respectivamente para TMB e MC ^b : 27 e 21,8, respectivamente para TMB e MC ^c : 38 e 21, respectivamente para TMB e MC
Erikson et al. ⁵⁹ (2010)	0,90 ± 0,10 67,2 ± 12		0,92 ± 0,10 69,7 ± 12,6	1,13 ± 0,16 79,1 ± 13	25,6 17,7
Piers et al. ⁴⁵ (1995)		0,85 ± 0,09 54,8	0,93 ± 0,11 59,6	1,02 ± 0,13 64,2	20,0 17,2
Çikrikei et al. ⁵⁵ (1999)		0,86 ± 0,14 56,7 ± 7,3	0,95 ± 0,12 61,3 ± 7,2	1,05 ± 0,19 67,2 ± 7,8	22,0 18,5
Damjanovic et al. ⁵⁶ (2009)		0,97 ± 0,06 60,3	1,02 ± 0,04 67,7	1,08 ± 0,07 74,2	11,3 23
van Raaij et al. ⁴⁶ (1990)		1,10 ± 0,11 62,4 ± 7,6	1,09 ± 0,09 67,1 ± 7,4	1,20 ± 0,13 72,6 ± 8,3	9,1 16,3
Martin et al. ⁵⁷ (2001)			0,98 70,6	1,10 79,3	12,2 12,3
Butte et al. ⁵⁸ (1999)	0,97 ^d 64,8 ^d			1,20 75,2	18,0 16,0

Butte et al. (2004)⁶⁰: ^a: IMC baixo, ^b: IMC adequado, ^c: IMC excessivo. Butte et al. (1999)⁵⁸: Pós-parto. PG (T₀): Pré-gestacional; 1º Trim (T₁): primeiro trimestre gestacional; 2º Trim (T₂): segundo trimestre gestacional; 3º Trim (T₃): terceiro trimestre gestacional; Diferença % = [(valor final – valor inicial x 100)/valor inicial].

distribuição das amostras nos grupos avaliados nos estudos seccionais. Grupos heterogêneos em tamanho ou em etnia foram comparados entre si^{27,35,48-50,61}. Flutuações nos valores de MC entre os trimestres gestacionais indicam outra falta de homogeneidade, com gestantes em trimestres mais adiantados apresentando menor MC que outras mulheres em estágio mais inicial^{26,51}, o que pode ter repercutido na ausência de diferenças significativas na TMB quando considerados os três trimestres gestacionais.

Para o conjunto dos 13 estudos, a variação na TMB foi de 8,0 a 28,0%, com média de 14,0% (± 7,2) entre aqueles com grupos no 3º e 2º trimestres (n = 6). No estudo com adolescentes formado por grupos de 3º trimestre e de pós-parto, a TMB foi 13,6% maior entre as gestantes.

Três estudos revisados testaram a correlação entre a TMB e a concentração de hormônios reguladores do mecanismo de fome e saciedade, sendo encontrada, em dois, associação positiva entre o aumento da TMB e a concentração do

Tabela 3. Valores absolutos da TMB (kcal/min) e da MC (kg) e diferença percentual durante a gestação, segundo os estudos seccionais selecionados.

Autor (Ano)	Amostra (n) segundo o intervalo gestacional	Controle	1º Trim (T ₁)		2º Trim (T ₂)		3º Trim (T ₃)		Diferença %* entre os grupos avaliados, segundo o período gestacional
			Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP	Kcal/min ± DP MC ± DP		
Benoist et al. ²⁶ (1985)	6		0,78 ± 0,02 46,6		1,09 ± 0,03 62,9		1,05 ± 0,04 60,3	34,6 (p > 0,05) 29,4	
	6								
	6								
Nagy e King ²⁷ (1983)	6				0,96 ± 0,05 63,1 ± 6,8		1,23 ± 0,10 73,3 ± 4,6	28,0 (p < 0,05) 16,0	
	4								
Dakshayani e Ramanamurthy ³⁵ (1964)	18	0,75 44,2					0,88 50,2	12,2 (p < 0,05) 13,5	
								Obs: comparou com 40 não gestantes	
Blackburn e Calloway ³⁷ (1976)	11				0,96 64		1,10 73,33	14,6 (p < 0,05) 14,5	
	10								
Blackburn e Calloway ³⁸ (1985)									
Banerjee et al. ⁴¹ (1971)	42	0,84 50,0					1,07 56,4	27,312,8 Obs: comparou com 37 não gestantes	
Hronek et al. ⁶¹ (2009)	17				1,02 64,8		1,15 74,3	12,7 14,6	
Khan e Belavady ⁴⁷ (1973)	50				0,79 42,8		0,86 45,8	8,8 (p < 0,01) 7,0	
	50								
De AK e Nagchaudhur ⁴⁸ (1975)	50				0,88 ± 0,01 45,3		0,96 ± 0,01 50,5	9,0 (p < 0,001) 11,5	
	50								
Dufour et al. ⁴⁹ (1999)	40				0,88 ± 0,14 56,0 ± 8,3		0,98 ± 0,13 63,1 ± 9,1	11,0 (p < 0,05) 12,6	
	43								
Das TK e Jana ⁵⁰ (1998)	70*	0,80 ± 0,07	0,80 ± 0,07		0,87 ± 0,09		0,99 ± 0,10	23,7 (diferença entre os valores do 3º e 1º trimestre) 9,2	
	85*	49,3	49,6		51,9		54,2		
	136*								
Chihara et al. ⁵¹ (2002)	20		0,78 51,4 ± 3,8		0,84 ± 0,09 50,9 ± 2,5	0,99 ± 0,10 ^a ; 1,07 ± 0,10 ^b 60,7 ± 6,4 ^a ; 60,6 ± 6,2 ^b	8,0 (p < 0,05), mesmo quando expressa para MC Obs: diferença entre valores da 36-40 ^a SG e 32-35 ^a SG		
Blackburn e Calloway ⁵² (1974)	14*	0,95 ± 0,16 61,9					1,08 ± 0,12 68,40	13,6 6,3	
Cole et al. ⁵⁸ (1989)	41				0,97 ± 0,02 24,16			Obs: comparou com adolescentes na 8 ^a ± 4 semana PP**	

Diferença %* = [(valor final - valor inicial x 100)/valor inicial]. PP**: pós-parto

IGF-I (fator de crescimento insulina simile-I)^{54,58} e as concentrações de insulina e de leptina⁴⁶. Eriksson et al.⁵⁹ reportaram ausência de relação entre a leptina e o aumento da TMB.

O efeito do aumento no débito cardíaco sobre a TMB foi testado em dois estudos^{32,54}, sendo que em um, ele foi positivo e capaz de explicar 35% da variabilidade na TMB em resposta à gestação⁵⁴, enquanto no outro estudo ele foi nulo.

Cinco artigos revisados relataram análise da associação entre mudanças nos compartimentos corporais e a TMB. O aumento da TMB após o 1º trimestre foi correlacionado ao ganho de massa corporal ($r = 0,34$), de massa magra gestacional ($r = 0,49$) e com IMC e % de gordura corporal ($r = 0,30$ e $r = 0,42$, respectivamente)⁶⁰, tal como confirmado por Löf et al.⁵⁴ que encontraram associação entre o aumento da TMB no 3º trimestre com o ganho de massa corporal, massa magra e massa de gordura corporal ($r = 0,57$, $p < 0,0001$ para todas as correlações). Hronek et al.⁶¹ também encontraram valores mais elevados de TMB no último trimestre associados com a massa corporal ($r = 0,76$, $p < 0,0001$) e à superfície corporal ($r = 0,74$, $p < 0,0001$). Entretanto, ausência de correlação entre a TMB e o ganho de gordura foi relatada por Goldberg et al.⁴⁴. Da mesma forma, Martin et al.⁵⁷ não encontraram correlação entre TMB e o ganho de massa corporal, massa magra e massa de gordura.

Discussão

Ocorreu um crescimento na produção científica durante a década de 1980 de estudos que mediram CEG baseando-se nas estimativas do método fatorial. A grande variabilidade observada nos valores desse custo foi inicialmente atribuída às diferenças no grau de riqueza do país da população estudada¹¹. Todavia, o fenômeno foi identificado em populações vivendo em condições materiais relativamente homogêneas⁴⁴, o que motivou os estudos posteriores a incorporar técnicas de avaliação de composição corporal mais complexas e medidas de nível individual, como concentração sérica de hormônios, por exemplo, no conjunto das variáveis estudadas^{31,54,56,59,60}, que permitissem identificar outros condicionantes do metabolismo energético na gestação.

Mudanças nos valores de TMB durante a gestação foram observadas em todos os estudos de coorte encontrados, exceto em dois^{29,32}. Para Illingworth et al.²⁹, entretanto, a TMB durante a gestação foi superior ao do 8º mês pós-parto. Butte

et al.⁵⁸ confirmaram elevação da TMB em 76 gestantes no fim da gestação comparado ao 3º mês no pós-parto.

Na maior parte das coortes, o aumento de TMB ficou entre 20 e 30% acompanhado de um aumento menor na MC. Valores superiores a 30% de aumento na TMB, acompanhados pelo aumento médio de 20,4% na MC, foram identificados entre o pré-gestacional e o 3º trimestre em três coortes, inclusive entre gestantes com excesso de massa corporal pré-gestacional, incluídas numa delas⁵⁴.

Cabe destacar a falta de linearidade no aumento da TMB identificada nas coortes: nulo ou marginal no 1º trimestre, comparado aos valores pré-gestacionais, e com maior velocidade no 3º trimestre. Lawrence et al.^{19,20} observaram o fenômeno de declínio entre trabalhadoras rurais na Gâmbia, associando-o ao déficit nutricional materno e justificando a necessidade de conservação da energia materna para o atendimento de demandas adicionais, necessárias à síntese dos novos tecidos. Segundo Goldberg et al.⁴⁴ e Forman et al.²⁸ o aumento da TMB foi progressivo apenas para metade das suas amostras, compostas de gestantes com adequado estado nutricional e bom nível socioeconômico, sendo decrescente para a outra metade até a 16-18ª SG. Löf et al.⁵⁴, reportaram diferenças na TMB apenas após a 20ª SG, entre gestantes saudáveis oriundas de ambiente economicamente favorável.

Os mecanismos fisiológicos relacionados à poupança de energia ou à eficiência metabólica aumentada, portanto, continuam obscuros e investigam a realização de mais estudos longitudinais. Houve entre os cientistas^{11,25}, uma preocupação de que essa plasticidade metabólica fosse entendida como um mecanismo perfeito que dispensaria a necessidade de um cuidado nutricional ideal para mulheres gestantes, principalmente entre aquelas com déficit nutricional que reduzem seu GE a fim de equilibrar seu balanço energético. Nesse sentido, a FAO/OMS¹⁶ em 2004 reforçou o conceito sobre a necessidade energética para a gestação como a ingestão energética que, fornecida pelos alimentos, deveria não só garantir o nascimento a termo de um bebê saudável, como também que a gestante mantenha sua massa e composição corporais e nível de atividade física social e economicamente desejável consistentes com boa saúde e bem estar em longo prazo. Essa definição faz com que seja fundamental a monitoração do GE das gestantes para que se possa desenvolver ações nutricionais de prevenção e vigilância em saúde materno-infantil.

til além do simples acompanhamento do ganho ponderal da gestante e o produto da gestação, ou seja, o peso ao nascer.

Nos estudos seccionais a diferença percentual e os valores absolutos de TMB e de MC em gestantes na fase final da gestação foram superiores às de mulheres em outras fases (8,0 a 34,6%). A diferença foi menor (aproximadamente 14%) quando comparava-se a evolução da TMB entre as gestantes no 3º e 2º trimestres ou entre o 3º trimestre e o pós-parto.

A redução da atividade física durante a gestação era uma prática comum às mulheres até poucas décadas atrás, justificando a recomendação da FAO¹⁵ de valores menores de energia extra na dieta, de 200 kcal/dia em vez de 285 kcal/dia, para as mulheres que reduziam sua atividade física durante a gestação. A partir da década de 90, todavia, as mulheres passaram a ser estimuladas a manter atividade física regular em nível leve a moderado, tendo em vista as evidências dos efeitos positivos dessa prática sobre a saúde da mulher quando não há contraindicações ao exercício⁶².

Em adição à TMB, a dimensão e a composição corporais foram variáveis analisadas pela maioria dos estudos. A massa corporal, uma medida da dimensão corporal, apresenta geralmente alta correlação com a TMB³⁴. Durante a gestação a composição corporal se altera profundamente devido ao aumento de fluidos no compartimento extracelular nos tecidos maternos e à deposição de gordura e proteína nos tecidos maternos e fetais, fenômenos que ocorrem em momentos distintos da gestação.

Em geral, o aumento da TMB se correlacionou positivamente, mas de forma apenas leve a moderada, com o ganho de massa corporal, de massa magra gestacional e com o IMC e o % de gordura corporal. Alguns estudos, por outro lado, não encontraram correlação entre o aumento na TMB e alterações nas medidas de dimensão e composição corporais^{44,57,61}. A expressão da TMB por unidade de massa corporal é uma prática comum em estudos com gestantes como em amostras de não gestantes. Com exceção de um estudo, com adolescentes mexicanas³³, os demais referiram desaparecimento ou redução da diferença observada nos valores de TMB quando estes eram expressos em kcal/kg. Segundo Wahrlach e Anjos³⁴, essa maneira de expressar a TMB, usada para facilitar a comparação dos valores de TMB entre indivíduos com dimensões diferentes, tem limitações pelo fato de não conseguir eliminar as diferenças na composição corporal, questão particularmente crítica durante esta fase na vida das

mulheres. Na gestação, o depósito de gordura, por exemplo, não se distribui igualmente através dos sítios adiposos e há um aumento da hidratação na massa livre de gordura, resultando em grande variabilidade intra e interindividual, o que justifica a necessidade do uso de modelos de composição corporal de três ou quatro componentes para se obter resultados mais precisos, ainda que não permitam a distinção entre os tecidos maternos e fetais^{8,58}. Assim, devido à ausência de linearidade na relação da TMB com a massa corporal, a expressão da TMB por kg de massa corporal ou de massa magra não é adequada^{42,53} e convém que seja feita por valores absolutos em kcal/dia ou kcal/minuto.

Dentre as limitações metodológicas dos estudos revisados, destacam-se a descrição precária da amostra em relação ao nível socioeconômico e a falta de uniformidade na descrição da idade materna, expressa apenas através da média. A inclusão de adolescentes em amostras de gestantes adultas pode comprometer a validade dos resultados, tendo em vista a idade ser um importante componente da TMB. Outra limitação refere-se à falta de informação sobre perdas de seguimento nos estudos de coorte.

O presente estudo teve como limitações a busca de artigos em apenas três idiomas o que possibilita o viés de publicação, consequente a não publicação de estudos com resultados negativos.

Conclusões

A TMB aumenta durante a gestação e o aumento é mais intenso na fase final, a partir do 2º trimestre. O entendimento sobre os fatores de natureza individual associados à grande variabilidade no aumento da TMB durante a gestação ainda continua tema de futuras pesquisas. Alguns aspectos relativos ao desenho dos estudos revisados podem gerar limitações afetando a validade das estimativas, como a inclusão de gestantes adolescentes, as perdas de seguimento, o curto tempo de acompanhamento durante a gestação, a inclusão de gestantes com idade gestacional muito ampla. As estimativas mais confiáveis da mudança de TMB durante a gestação provêm de estudos de coorte iniciados na fase pré-gestacional, os quais são difíceis de serem implementados devido às dificuldades de acesso à população propensa à gestação.

A revisão bibliográfica aqui desenvolvida indica o quanto a compreensão dos mecanismos

que afetam o metabolismo energético nesta fase ainda precisa ser aprofundada. Esta necessidade é reconhecida pelos órgãos internacionais de alimentação e saúde (FAO/OMS), responsáveis pela definição de diretrizes alimentares e nutricionais para este segmento, que recomendam a realização de estudos em bases populacionais específicas que permitam o estabelecimento de estimativas de recomendações nutricionais para que a assistência à gestação, nesse aspecto específico, seja aprimorada.

As questões analisadas no artigo podem subsidiar o planejamento de ações referentes ao

manejo da orientação dietética de gestantes tanto no atendimento prestado na rede de serviços quanto no plano mais geral das políticas de saúde, especialmente na definição de diretrizes nacionais voltadas a este segmento. Desse modo, a avaliação da ingestão dietética e da atividade física, associadas ao monitoramento do ganho ponderal na gestação, devem ser valorizadas como ações que possibilitam indiretamente avaliar se as necessidades energéticas estão próximas de serem alcançadas pela gestante.

Colaboradores

EOF Sally trabalhou na metodologia, coleta, análise e interpretação dos dados e redação; LA Anjos trabalhou na concepção, análise e interpretação dos dados e revisão do texto e V Wahrlich, na revisão do texto.

Agradecimentos

Ao CNPq e à Faperj.

Referências

- Carpenter TM, Murlin JR. The energy metabolism of mother and child just before and just after birth. *Arch Intern Med* 1911; VII(2):184-222.
- Root HF, Root HK. The basal metabolism during pregnancy and the puerperium. *Arch Intern Med* 1923; 32(3):411-424.
- Sandiford I, Wheeler T. The Basal Metabolism before, during and after pregnancy. *J Biol Chem* 1924; 62:329-352
- Rowe AW, Boyd WC. Metabolism in Pregnancy. IX. The Foetal Influence on the Basal Rate. *J Nutr* 1932; 5:551-569.
- Johnston J, Hunscher HA, Hummel FC, Bates MF, Bonner P, Macy IG. The basal metabolism in pregnancy. *J Nutr* 1938; 15:513-524.
- Knuttgen HG, Emerson JRK. Physiological response to pregnancy at rest and during exercise. *J Appl Physiol* 1974; 36(5):549-553.
- Emerson JRK, Poindexter EL, Kothari M. Changes in total body composition during normal and diabetic pregnancy. Relation to oxygen consumption. *Obstet Gynecol* 1975; 45(5):505-511.
- Butte NF, King JC. Energy requirements during pregnancy and lactation. *Public Health Nutr* 2005; 8(7A):1010-1027.
- Flanagan B, Muldowney FP, Cannon PJ. The relationships of circulating red cell mass, basal oxygen consumption and lean body mass during normal human pregnancy. *Clin Sci* 1966; 30(3):439-451.
- Emerson K Jr, Saxena BN, Poindexter EL. Caloric cost of normal pregnancy. *Obstet Gynecol* 1972; 40(6):786-794.
- Prentice AM, Goldberg GR. Energy adaptations in human pregnancy: limits and long-term consequences. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(Supl.):S1226-1232.
- Catalano PM. Pregnancy and lactation in relation to range of acceptable carbohydrate and fat intake. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53(Supl. 1):S124-S131.
- King JC. Maternal obesity, metabolism and pregnancy outcomes. *Annu Rev Nutr* 2006; 26:271-291.
- Hyttén F, Leitch I. *The physiology of human pregnancy*. 2nd Edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1971.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Health Organization (WHO), United Nations (ONU). *Estimaciones de las necesidades e energía y de proteínas de embarazo y lactancia*. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Health Organization (WHO), United Nations (ONU). Ginebra: OMS; 1985.p.92-122. (Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO, WHO, UNU de Expertos. Reporte Técnico Ser, n. 724).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Health Organization (WHO), United Nations (ONU). *Expert Consultation: Requirements during pregnancy. Human energy requirements*. Rome: FAO; 2004. (Food and Nutrition Technical Report Ser, n.1).
- Löf M. Studies on energy metabolism and body composition of healthy women before, during and after pregnancy (Thesis). *Scand J Nutr* 2004; 48:190-191.
- Forsum E, Löf M. Energy metabolism during human pregnancy. *Annu Rev Nutr* 2007; 27:277-292.
- Lawrence M, Lawrence F, Lamb WH, Whitehead RG. Maintenance energy cost of pregnancy in rural Gambian women and influence of dietary status. *Lancet* 1984; 2(8399):363-365.
- Lawrence M, Lawrence F, Coward WA, Cole TJ, Whitehead RG. Energy requirements of pregnancy in The Gambia. *Lancet* 1987; 2(8567):1072-1076.
- Durnin JV, Mckillop FM, Grant S, Fitzgerald G. Is nutritional status endangered by virtually no extra intake during pregnancy? *Lancet* 1985; 2(8459): 823-825.
- Durnin JV, Mckillop FM, Grant S, Fitzgerald G. Energy requirements of pregnancy in Scotland. *Lancet* 1987; 2(8564):897-900.
- Tuazon MA, Van Raaij JM, Hautvast JG, Barba CV. Energy requirements of pregnancy in the Philippines. *The Lancet* 1987; 2(8568):1129-1131.
- Thongprasert K, Tanphaichitre V, Valyasevi A, Kittigool J, Durnin JV. Energy requirements of pregnancy in rural Thailand. *The Lancet* 1987; 2(8566): 1010-1012.
- Prentice AM, Spaaij CJ, Goldberg GR, Poppitt SD, van Raaij JM, Totton M, Swann D, Black AE. Energy requirements of pregnant and lactating women. *Eur J Clin Nutr* 1996; 50(Supl.):S82-S111.
- De Benoit B, Jackson AA, Hall JS, Persaud C. Whole-body protein turnover in Jamaican women during normal pregnancy. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985; 39(3): 167-179.
- Nagy LE, King JC. Energy expenditure of pregnant women at rest or walking self-paced. *Am J Clin Nutr* 1983; 38(3):369-376.
- Forsum E, Sadurskis A, Wager J. Energy maintenance cost during pregnancy in healthy Swedish women. *Lancet* 1985; 1(8420):107-108.
- Illingworth PJ, Jung RT, Howie PW, Isles TE. Reduction in postprandial energy expenditure during pregnancy. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1987; 294(6587): 1573-1576.
- Forsum E, Sadurskis A, Wager J. Resting metabolic rate and body composition of healthy Swedish women during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 1988; 47(6): 942-947.
- Kopp-Hoolihan LE, Van Loan MD, Wong WW, King JC. Longitudinal assessment of energy balance in well-nourished, pregnant women. *Am J Clin Nutr* 1999; 69(4):697-704.
- Spaandermeier ME, Meertens M, Van Bussel M, Ekhart TH, Peeters LL. Cardiac output increases independently of basal metabolic rate in early human pregnancy. *Am J Physiol* 2000; 278(5):H1585-1588.
- Casanueva E, Roselló-Soberón ME, De-Regil LM, Argüelles MDEL C, Céspedes MI. Adolescents with adequate birth weight newborns diminish energy expenditure and cease growth. *J Nutr* 2006; 136(10): 2498-2501.
- Wahrlich V, Anjos LA. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. *Cad Saude Pública* 2001; 17(4):801-817.

35. Dakshayani R, Ramanamurthy PSV. Basal metabolism and creatinine excretion in different physiological groups. *Indian J Med Res* 1964; 52:1159-1166.
36. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA MA Group. Preferred Reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA. *Ann Intern Med* 2009; 151:264-269.
37. Blackburn MW, Calloway DH. Basal metabolic rate and work energy expenditure of mature, pregnant women. *J Am Diet Assoc* 1976; 69(1):24-28.
38. Blackburn MW, Calloway DH. Heart rate and energy expenditure of pregnant and lactating women. *Am J Clin Nutr* 1985; 42(6):1161-1169.
39. Van Raaij JM, Vermaat-Miedema SH, Schonk CM, Peek MEM, Hautvast JG. Energy requirements of pregnancy in The Netherlands. *Lancet* 1987; 2(8565): 953-955.
40. Van Raaij JM, Schonk CM, Vermaat-Miedema SH, Peek MEM, Hautvast JG. Body fat mass and basal metabolic rate in Dutch women before, during, and after pregnancy: a reappraisal of energy cost of pregnancy. *Am J Clin Nutr* 1989; 49(5):765-772.
41. Banerjee B, Khew KS, Saha N. A comparative study of energy expenditure in some common daily activities of non pregnant and pregnant Chinese, Malay and Indian women. *J Obstet Gynaecol Br Commonw* 1971; 78(2):113-116.
42. Prentice AM, Goldberg GR, Davies HL, Murgatroyd PR, Scott W. Energy-sparing adaptations in human pregnancy assessed by whole-body calorimetry. *Br J Nutr* 1989; 62(1):5-22.
43. Poppitt SD, Prentice AM, Jequier E, Schutz Y, Whitehead RG. Evidence of energy sparing in Gambian women during pregnancy: a longitudinal study using whole-body calorimetry. *Am J Clin Nutr* 1993; 57(3):353-364.
44. Goldberg GR, Prentice AM, Coward WA, Davies HL, Murgatroyd PR, Wensing C, Black AE, Harding M, Sawyer M. Longitudinal assessment of energy expenditure in pregnancy by the doubly labeled water method. *Am J Clin Nutr* 1993; 57(4):494-505.
45. Piers LS, Diggavi SN, Thangam S, Van Raaij JM, Shetty PS, Hautvast JG. Changes in energy expenditure, anthropometry, and energy intake during the course of pregnancy and lactation in well-nourished Indian women. *Am J Clin Nutr* 1995; 61(3):501-513.
46. Van Raaij JM, Schonk CM, vermaat-Miedema SH, Peek MEM, Hautvast JG. Energy cost of physical activity throughout pregnancy and the first year postpartum in Dutch women with sedentary lifestyles. *Am J Clin Nutr* 1990; 52(2):234-239.
47. Khan L, Belavady B. Basal Metabolism in pregnant and nursing women and children. *Indian J Med Res* 1973; 61(12):1853-1860.
48. De AK, Nagchaudhuri J. Studies on the basal metabolic rate - pregnant and lactating women in Varanasi. *Indian J Med Res* 1975; 63(4):613-616.
49. Dufour DL, Reina JC, Spurr GB. Energy intake and expenditure of free-living, pregnant Colombian women in an urban setting. *Am J Clin Nutr* 1999; 70(2):269-276.
50. Das TK, Jana H. Timing and magnitude of changes in basal energy expenditure during pregnancy in Indian women. *Indian J Physiol Pharmacol* 1998; 42(2):281-285.
51. Chihara H, Otsubo Y, Araki T. Resting energy expenditure in pregnant Japanese women. *J Nippon Med Sch* 2002; 69(4):373-375.
52. Blackburn MW, Calloway DH. Energy expenditure of pregnant adolescents. *J Am Diet Assoc* 1974; 65(1):24-30.
53. Cole AH, Ibeziako PA, Bamgbose EA. Basal metabolic rate and energy expenditure of pregnant Nigerian women. *Br J Nutr* 1989; 62(3):631-637.
54. Löf M, Olausson H, Bostrom K, Janero T-Sjöberg B, Sohlstrom A, Forsum E. Changes in basal metabolic rate during pregnancy in relation to changes in body weight and composition, cardiac output, insulin-like growth factor I, and thyroid hormones and in relation to fetal growth. *Am J Clin Nutr* 2005; 81(3):678-685.
55. Çikrike E, Gokbel H, Bediz C. Basal metabolic rates of Turkish women during pregnancy. *Ann Nutr Metab* 1999; 43(2):80-85.
56. Damjanovic SS, Stojic RV, Lalic NM, Jotic AZ, Macut DP, Ognjanovic SI, Petakov MS, Popovic BM. Relationship between basal metabolic rate and cortisol secretion throughout pregnancy. *Endocr* 2009; 35(2):262-268.
57. Martin A, Brown MA, O'Sullivan AJ. Body composition and energy metabolism in pregnancy. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2001; 41(2):217-223.
58. Butte NF, Hopkinson JM, Mehta N, Moon JK, Smith EO. Adjustments in energy expenditure and substrate utilization during late pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr* 1999; 69(2):299-307.
59. Eriksson B, Löf M, Olausson H, Forsum E. Body fat, insulin resistance, energy expenditure and serum concentrations of leptin, adiponectin and resistin before, during and after pregnancy in healthy Swedish women. *Br J Nutr* 2010; 103(1):50-57.
60. Butte NF, Wong WW, Treuth MS, Ellis KJ, Smith EO. Energy requirements during pregnancy based on total energy expenditure and energy deposition. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(6):1078-1087.
61. Hronek M, Zadak Z, Hrnciarikova D, Hyspler R, Ticha A. New equation for the prediction of resting energy expenditure during pregnancy. *Nutrition* 2009; 25(9):947-953.
62. ACOG. American College of Obstetricians and Gynecologists. Committee on Obstetric (ACOG). Exercise during pregnancy and the postpartum period. Committee Opinion 267. *Obstet Gynecol* 2002; 99(1):171-173.