

marzo 2011

---

## Densità energetica, un nuovo parametro di valutazione della dieta anche in età pediatrica-

### **Autori:**

Silvia Scaglioni (Clinica pediatrica, Ospedale San Paolo, Università di Milano)  
Ilia Bresesti (Clinica pediatrica, Ospedale San Paolo, Università di Milano)  
Chiara Arrizza (Clinica pediatrica, Ospedale San Paolo, Università di Milano)  
Alice Re Dionigi (Clinica pediatrica, Ospedale San Paolo, Università di Milano)  
Elvira Verduci (Clinica pediatrica, Ospedale San Paolo, Università di Milano)  
Marcello Giovannini (Clinica pediatrica, Ospedale San Paolo, Università di Milano)

La densità energetica (DE) di un alimento è data dalla quantità di energia per unità di peso. In genere viene indicata come il rapporto tra il numero di kcal per un grammo di alimento (kcal/g). Si tratta dunque di un valore numerico, che viene attualmente utilizzato, insieme ad altri parametri, per valutare in senso qualitativo l'alimentazione di un singolo soggetto o di una popolazione, pur fornendoci, implicitamente, anche informazioni di tipo quantitativo. La densità energetica dipende sia dalla composizione di un alimento in termini di macronutrienti, sia dal suo contenuto di acqua e liquidi, in un range compreso fra 9 kcal/g (lipidi) e 0 kcal/g (acqua).

È chiaro dunque che gli alimenti ad alto contenuto lipidico siano energeticamente più densi rispetto a quelli nei quali prevale la componente glucidico-proteica, ma bisogna tenere presente che un alto contenuto in acqua è in grado di diminuire il valore di densità energetica anche in alimenti ricchi di grassi.

Se un individuo consuma una consistente quantità di cibo in termini di peso, anche lievi modifiche nella DE possono apportare una significativa riduzione dell'intake energetico giornaliero. Per esempio, un individuo maschio adulto consuma mediamente 1200 g di cibo al giorno, con una DE media di 1.8 kcal/g, per un totale di 2160 kcal/die. Apportando una diminuzione della DE di 0.1 kcal/g e introducendo la medesima quantità di alimenti (1200 g), il risparmio calorico giornaliero ammonta a 120 kcal.

Ciò rende ragione della sempre maggior importanza attribuita alla DE come parametro strategico non solo per migliorare l'alimentazione in termini qualitativi, ma anche per moderare l'intake energetico, prolungando il senso di sazietà.

L'inizio, l'entità e la durata di un pasto sono regolati da un complesso sistema neuroendocrino che integra segnali nervosi periferici e corticali con segnali ormonali (leptina, ghrelina, insulina, bombesina, PYY, colecistochinina, ecc.) di origine gastrica, intestinale e del tessuto adiposo. Specifiche aree dell'ipotalamo laterale e ventromediale, insieme a nuclei ipotalamici (n. paraventricolare, n. arcuato) e del tronco encefalico (n. tratto solitario), modulano questi segnali stimolando o inibendo l'assunzione di cibo e la spesa energetica. La componente corticale è determinante: l'uomo si nutre non solo per soddisfare le proprie richieste energetiche e di nutrienti, ma anche per il piacere di mangiare alimenti gradevoli al palato, per noia o per esigenze sociali.

L'assunzione energetica giornaliera, ossia il numero di kcal introdotte ogni giorno con l'alimentazione, dipende fortemente dallo stimolo della fame, a sua volta regolato da meccanismi di tipo nervoso ed ormonale e da dinamiche di tipo psicologico. La relazione tra intake energetico, sazietà e DE tiene conto di entrambi gli aspetti.

Diversi studi effettuati su gruppi di soggetti di entrambi i sessi in condizioni di normopeso e obesità hanno sottolineato

come aggiungere acqua alla preparazione dei cibi o aumentare il consumo di verdura ricca in acqua e a bassa DE, all'inizio del pasto, consenta di incrementarne il peso e il volume, non aumentandone l'apporto calorico; in tal modo non solo diminuisce la DE, ma nel contempo si riduce anche l'apporto calorico giornaliero perché aumenta la sazietà. Questo effetto, tra l'altro, è tanto più significativo quanto maggiore è il volume delle porzioni "extra" a bassa DE.

### **Acqua aggiunta agli alimenti meglio che come bevanda**

Inoltre, uno studio su donne normopeso ha dimostrato che l'aggiunta di acqua agli alimenti ha un effetto migliore sulla diminuzione dell'intake energetico (e quindi sulla sazietà) rispetto alla somministrazione della stessa quantità di acqua come bevanda, posta la diminuzione della DE in entrambi i casi. I meccanismi che stanno alla base dell'aumentata sazietà, tuttavia, non sono ancora perfettamente chiari; sono coinvolti fattori cognitivi e sensoriali oltre che processi fisiologici più facilmente dimostrabili.

Uno studio del 2003 si rifà al concetto di "sazietà sensoriale specifica", ossia il diminuire del piacere che l'introduzione di un alimento provoca mano a mano che quest'ultimo viene consumato; si dimostra come raddoppiando il volume del cibo liquido mantenendo invariato il suo contenuto energetico (diminuendo quindi la sua DE) aumenti la sazietà sensoriale specifica in modo più significativo rispetto a quanto non accada mantenendo invariato il volume e aumentando il valore energetico.

Inoltre, la DE interagisce con la sazietà anche qualora gli aspetti sensoriali vengano bypassati: uno studio del 2002 indaga gli effetti della somministrazione intragastrica di alimenti ad alta e bassa DE. Ne risulta che il senso di sazietà aumenta con gli alimenti in cui sia incrementato il volume ma non il contenuto energetico; ciò avviene in quanto i cibi a bassa DE rallentano lo svuotamento gastrico grazie all'alto contenuto di fibre e acqua.

Quest'ultimo aspetto spiega parzialmente l'aumento di sazietà, e quindi la diminuzione dell'intake energetico, correlati con la DE, ma sono ad oggi necessari ulteriori studi che mettano in evidenza il ruolo della densità nutrizionale, anche nell'ottica di un intervento strategico per la cura dell'obesità.

Diminuendo la DE, infatti, si può raggiungere la sazietà introducendo maggiori quantità di cibo, a patto che quest'ultimo sia nutrizionalmente meno denso.

In questo modo si privilegiano quegli alimenti che spesso vengono consumati in quantità limitata dai soggetti sovrappeso o obesi, quali frutta e verdura, a discapito di snack e fuoripasto; così, non solo si migliora l'alimentazione da un punto di vista qualitativo, ma si riduce il rischio che il paziente rinunci a proseguire il programma dietetico per scarsa varietà di alimenti e costante senso di fame.

Gli studi finora effettuati, infatti, dimostrano come la sola modifica del valore di DE influenzi molteplici aspetti (riduzione dell'intake energetico, aumento del senso di sazietà, incremento del consumo di alimenti "sani" in alternativa a snacks e fuoripasto): per tali ragioni è inevitabile pensare ad un suo potenziale ruolo critico nel trattamento degli squilibri nutrizionali causa dell'obesità ed effetto delle sue complicanze.

Tali studi, inoltre, sottolineano come gli effetti prodotti agendo sul valore della densità abbiano sia un'origine fisiologico-organica oggettivamente dimostrabile, ma anche un substrato psicologico che agisce potenziando gli effetti stessi.

Perciò, ampliare le conoscenze relative a come la DE influenzi il comportamento alimentare e lo stato psico-fisico di un soggetto potrebbe rivelarsi estremamente utile ed efficace nella prevenzione e nel trattamento dell'obesità infantile. È anche ragionevole pensare che sempre maggiore interesse sarà volto a chiarire il grado di influenza della DE, e quanto essa possa modulare l'effetto di altri fattori dietetici, sull'obesità e il sovrappeso.

Se per quanto riguarda il singolo alimento la definizione di DE risulta piuttosto semplice (kcal/g), la sua valutazione nell'ambito del consumo dietetico giornaliero è oggetto di approcci metodologicamente differenti, a scapito dell'omogeneità di risultati che rende possibile il confronto fra studi. All'origine di tale problema si pone il diverso peso che viene attribuito alle bevande nel calcolo finale. Esse, infatti, tendono ad avere una minor densità in relazione al loro scarso contenuto in grassi e al loro prevalente contenuto acquoso, portando così ad una sottostima della densità energetica effettiva. Tuttavia, non tutte le bevande hanno lo stesso contenuto in macronutrienti e acqua: latte, succhi di frutta, alcolici, hanno fra loro, e rispetto all'acqua, composizione, e quindi DE, differenti, e influenzano in modo

diverso non solo l'intake energetico giornaliero ma anche il senso di sazietà.

Non esiste, tuttavia, un sistema metodologicamente più corretto; la scelta dipende, infatti, dall'obiettivo che ci si propone, dalla popolazione oggetto di studio e dall'ambito di ricerca in cui ci si muove.

L'utilizzo del metodo che comprende nel calcolo della densità energetica, cibi solidi e tutte le bevande eccetto l'acqua sembrerebbe essere la scelta più semplice e conveniente; tuttavia i risultati ottenuti con questa metodica devono essere interpretati con cautela. Se da una parte, infatti, non si tiene conto dell'acqua in quanto priva di kcal, si includono nel calcolo tutte le altre bevande "energy-free" (tè, caffè, bevande light, ecc.) in cui l'apporto energetico è talmente scarso da risultare trascurabile e assimilabile allo zero. In questo modo, però, i soggetti che non assumono questo genere di bevande ma utilizzano principalmente acqua, risultano, per assurdo, avere valori relativamente più alti di DE rispetto a quelli che ne fanno uso.

### Densità energetica in età pediatrica

Se, però, nell'adulto sono chiari gli effetti della riduzione della DE sull'intake energetico sia nel corso di uno stesso pasto, sia nell'arco della giornata, sia nell'ambito di periodi prolungati, nei bambini sono ancora pochi gli studi che provano tale relazione.

Nel corso degli ultimi 30 anni, la prevalenza del sovrappeso in età pediatrica è aumentata considerevolmente: per questa ragione, sono indispensabili strategie efficaci che consentano di migliorare le abitudini alimentari per contenere il problema obesità con le sue complicità. L'OMS ha suggerito che diminuire il consumo di cibi che abbiano una DE elevata sia una delle possibili soluzioni. Infatti, nonostante non esistano ad oggi studi a sostegno del fatto che una alimentazione ad alta DE favorisca lo sviluppo di obesità, è chiaro il rapporto fra prevalenza di sovrappeso e obesità e alti valori di DE.

Per tali motivi abbiamo deciso di valutare l'andamento della DE in età pediatrica e di correlarlo ad indici di adiposità tra i quali il BMI.

A tale scopo abbiamo effettuato uno studio pilota su di un campione di 48 soggetti sani tra i bambini arruolati alla nascita per il progetto Europeo "Childhood obesity programme" mirato alla valutazione dei fattori di rischio precoci per obesità. Sulla base dei risultati ottenuti abbiamo descritto l'andamento della DE in età prescolare e studiato le correlazioni tra densità energetica e sovrappeso del bambino e della madre. Abbiamo ottenuto informazioni relative alle abitudini nutrizionali dei bambini alle età di 12, 24, 36, 48 e 60 mesi, attraverso la somministrazione di un diario alimentare di 3 giorni, in cui fossero registrati in dettaglio (peso, qualità, tipo di cottura, ecc.) tutti gli alimenti e le bevande consumati nell'arco di tre giorni consecutivi, di cui necessariamente due feriali e un festivo. Tali dati sono stati poi elaborati da un software che consente la scomposizione della dieta e fornisce accurate informazioni quantitative in termini di energia, macro e micronutrienti (tabella 1).

**TABELLA 1. ABITUDINI NUTRIZIONALI E SCOMPOSIZIONE DELLA DIETA**

Variabili nutrizionali	12 mesi		24 mesi		36 mesi		48 mesi		60 mesi		p*
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	
Grammi/die	951.18	218.31	1007.44	242.20	1038.17	256.87	1004.85	200.87	1087.66	237.96	0.007
Energia (kcal/die)	890.49	167.83	1088.75	215.82	1193.31	238.91	1245.23	208.41	1374.50	254.48	<0.0001
kcal/Kg	90.08	18.67	85.59	18.93	80.82	17.76	73.91	16.31	70.96	15.14	<0.0001
Densità (kcal/g)	0.97	0.20	1.12	0.18	1.20	0.30	1.25	0.23	1.29	0.21	<0.0001

La densità energetica, inoltre, è stata calcolata dividendo l'intake energetico giornaliero totale per i grammi totali di cibo e bevande che apportano energia assunti durante la giornata.

Dati relativi allo sviluppo e alla crescita dei bambini coinvolti nello studio, invece, sono stati ottenuti attraverso la rilevazione seriatata di parametri antropometrici ed indici di adiposità (peso, altezza, BMI, BMI z-score, pliche cutanee e circonferenze).

Analizzando i risultati ottenuti, si è osservato che nella popolazione presa in esame si assiste ad un aumento della DE con il crescere dell'età, con un incremento annuale più rapido nei primi 2 anni di vita.

Tale osservazione è verosimilmente attribuibile alle modificazioni che si osservano abitualmente nel passaggio da una alimentazione ad elevata componente liquida (pappe, omogeneizzati, creme), in cui l'utilizzo di consistenti quantità di acqua e verdure permette di mantenere la DE a valori piuttosto bassi, ad una in cui, intorno ai 3 anni invece, iniziano ad avere un'alimentazione sovrapponibile a quella degli adulti con assunzione sempre più frequente di alimenti quali pastasciutta, salumi, snacks. Con il passare dei mesi, inoltre, il bambino tende a modificare la sua dieta adeguandola sempre di più a quella dei genitori. Nelle tabelle 2 e 3

TABELLA 2

kcal 1492		811 g		Densità energetica 1,84 kcal/gr	
BAMBINO DI 5 ANNI: ALIMENTAZIONE AD ALTA DENSITÀ ENERGETICA					
Ora/pasto	Luogo	Alimenti + Bevande consumate (incl. preparazione, marca, tipo, caratteristica)	Quantità offerta	Quantità consumata	
7.10	Casa	Succo di frutta alla pera 1 biscotto al grano saraceno	120 g 10 g	120 g 10 g	<b>COLAZIONE</b>
9.30	Scuola materna	Pera 1/2	70 g	70 g	<b>SPUNTINO</b>
12.15	Scuola materna	Pasta al sugo Pane (non ha mangiato il secondo piatto)	180 g 40 g	180 g 40 g	<b>PRANZO</b>
16.00	Casa	6 biscotti integrali	42 g	42 g	<b>MERENDA</b>
20.00	Casa	2 bastoncini e ½ impanati di merluzzo Olio Patatine in busta Maionese	60 g 10 g 40 g 10 g	60 g 10 g 40 g 10 g	<b>CENA</b>
21.30	Casa	Cioccolato 2 quadretti	20 g	20 g	<b>DOPO CENA</b>

TABELLA 3

kcal 1568		1419 g		Densità energetica 1,10 kcal/gr	
BAMBINO DI 5 ANNI: ALIMENTAZIONE A BASSA DENSITÀ ENERGETICA					
Ora/pasto	Luogo	Alimenti + Bevande consumate (incl. preparazione, marca, tipo, caratteristica)	Quantità offerta	Quantità consumata	
7.10	Casa	Latte 4 biscotti G.P. Cioccolato in polvere	200 g 30 g	100 g 30 g	<b>COLAZIONE</b>
12.15	Scuola materna	Pasta e zucchine Pesce spada Uovo e pane gratt. per l'impanatura Carote Mandarino	181 g 80 g 10 g 100 g 150 g	181 g 80 g 10 g 100 g 150 g	<b>PRANZO</b>
15.30	Parco	Banana	150 g	150 g	<b>MERENDA</b>
19.30	Casa	Minestra in brodo Filetto di trota con pomodorini Mela 1/2 Aranciata	200 g 115 g 75 g 200 g	200 g 115 g 75 g 200 g	<b>CENA</b>
20.30	Casa	1 ovetto K.	20 g	20 g	<b>DOPO CENA</b>

riportiamo due esempi di dieta rilevati in bambini di 5 anni come esempio di alimentazione a bassa e ad elevata densità energetica. Nel campione da noi esaminato, all'età di 5 anni, i bambini sovrappeso sono 10, di cui 2 affetti da obesità. I restanti risultano invece normopeso. Per valutare gli effetti nei primi anni di vita della DE sugli indici di adiposità, si è cercata una correlazione tra DE e BMI e tra DE e BMI z-score. Se da un lato nessuna correlazione è risultata significativa tra DE e indice di massa corporea nelle diverse età, dall'altro il BMI z-score a 5 anni è risultato correlare positivamente con la densità energetica degli anni precedenti.

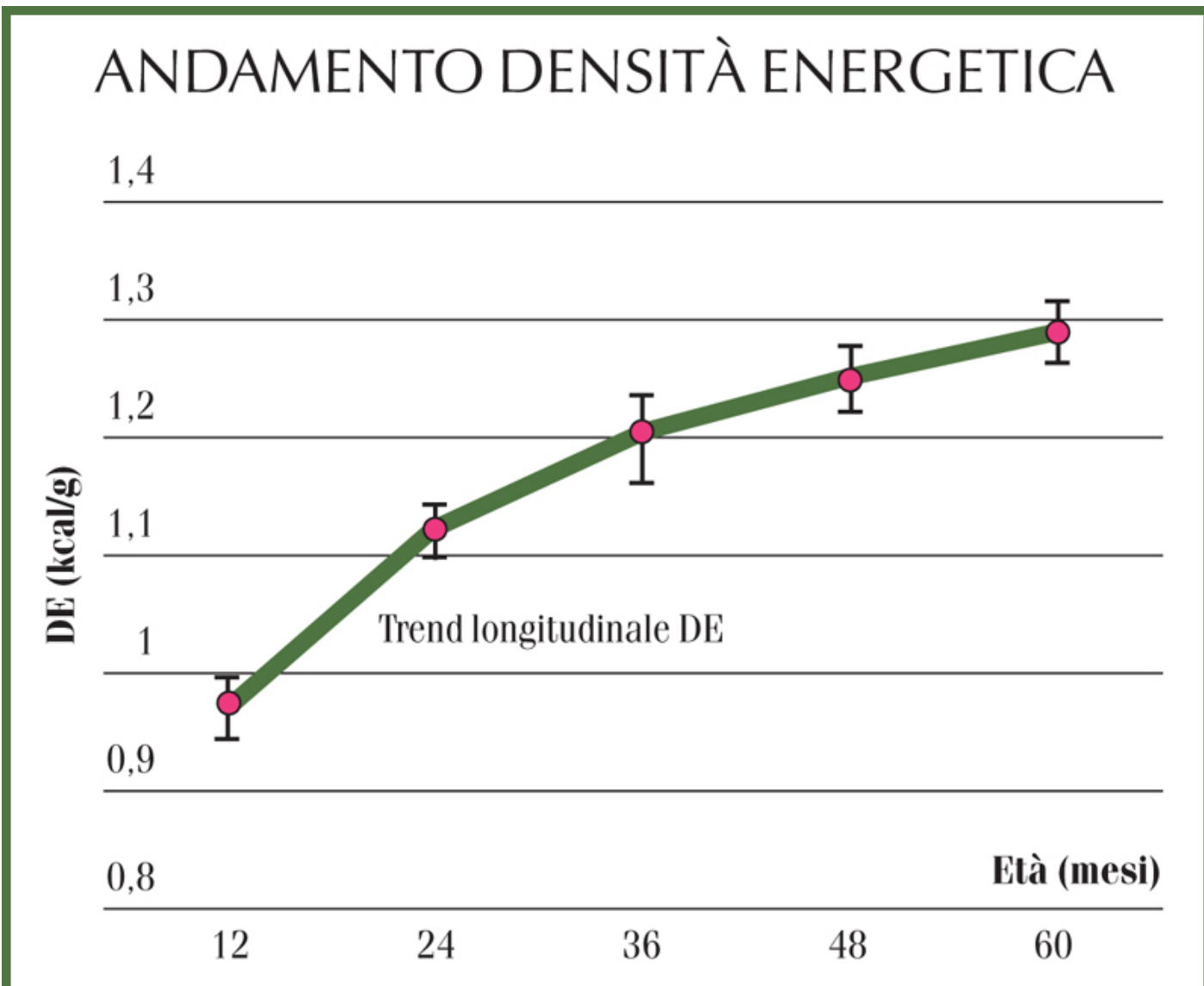
Tale risultato suggerisce che un'alimentazione caratterizzata in modo continuativo da alta DE possa determinare un progressivo sviluppo di adiposità.

Nei primi anni di vita la capacità di autoregolazione, dimostrata da numerosi autori, è favorita da una dieta a bassa DE, mentre negli anni successivi una dieta ad alta DE è in grado di determinare un aumento progressivo di introito calorico e favorire lo sviluppo di adiposità.

Inoltre, si è voluto verificare l'influenza di una condizione di sovrappeso materno, e quindi un verosimile contesto di abitudini alimentari scorrette, sulla DE dei bambini oggetto di studio. Nel nostro campione non risulta esista una correlazione tra sovrappeso materno (sovrappeso: BMI  $\geq 25$  Kg/m<sup>2</sup>) e DE della dieta dei bambini.

**Conclusioni** Il importante risultato del nostro studio è rappresentato dalla documentazione dell'andamento dei valori di

densità energetica tra 1 e 5 anni. Inoltre, nel nostro campione si evidenzia la presenza di un trend della densità energetica: a partire dai 2 anni d'età i soggetti che assumono una dieta a più alta DE presentano in età successive un'accentuazione di tale caratteristica della loro alimentazione. Si conferma quindi l'importanza dei primi anni di vita sullo sviluppo delle abitudini alimentari e del gusto.



Che il BMI z-score dei 5 anni sia correlato alle DE degli anni precedenti, dimostra come errori alimentari protratti, caratterizzati da una dieta ricca di grassi e povera di frutta e verdura, abbiano significativi effetti a lungo termine sullo sviluppo di adiposità. Lo studio effettuato dimostra, inoltre, come la DE possa essere considerata un importante e sensibile parametro per la valutazione globale quantitativa e qualitativa della dieta in età pediatrica a partire dai 2 anni. Una dieta ad alta DE dall'età prescolare può rappresentare, tra l'altro, un indicatore precoce del rischio di sviluppare sovrappeso e obesità.

Si può ipotizzare che la DE della dieta possa essere utilizzato come strumento sia per la prevenzione sia per il trattamento di sovrappeso e obesità. Anche piccole variazioni in termini di DE portano a significative riduzioni dell'intake energetico senza effetti negativi sul senso di sazietà e senza che venga posta una particolare attenzione alla quantità. Tale aspetto è particolarmente vantaggioso in età pediatrica e nell'adolescenza, periodi durante i quali è necessario favorire un cambiamento di abitudini alimentari senza focalizzare l'attenzione sul potere calorico dei singoli alimenti. Infatti, si può suggerire, come già fatto negli adulti, l'efficacia della riduzione della DE della dieta nei

programmi di educazione nutrizionale rivolti alla popolazione generale e nel trattamento del sovrappeso e dell'obesità nel bambino. Un'alimentazione ricca di zuppe, frutta e verdura, infatti, influisce positivamente sul senso di sazietà, consentendo di contenere l'apporto di energia e lipidi, maggiori responsabili di una dieta poco salutare.

## Bibliografia

1. Bell EA, Castellanos VH, Pelkman CL, Thorwart ML, Rolls BJ. Energy density of foods affects energy intake in normal-weight women. *Am J Clin Nutr.* 1998; 67: 412-20
2. Fisher JO, Liu Y, Birch LL, Rolls BJ. Effects of portion size and energy density on young children's intake at a meal. *Am J Clin Nutr.* 2007; 86: 174-9
3. Leahy KE, Birch LL, Rolls BJ. Reducing the energy density of an entrée decreases children's energy intake at lunch. *J Am Diet Assoc.* 2008; 108: 41-8
4. Rolls BJ, Bell EA, Thorwart ML. Water incorporated into a food but not served with a food decreases energy intake in lean women. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70: 448-55
5. Bell EA, Roe LS, Rolls BJ. Sensory-specific satiety is affected more by volume than by energy content of a liquid food. *Physiol Behav.* 2003; 78: 593-600
6. Rolls BJ, Roe LS. Effect of the volume of liquid food infused intragastrically on satiety in women. *Physiol Behav.* 2002; 76: 623-31
7. Hunt JN, Stubbs DF. The volume and energy content of meals as determinants of gastric emptying. *J Physiol.* 1975; 245: 209-25
8. Calbet JA, MacLean DA. Role of caloric content on gastric emptying in humans. *J Physiol.* 1997; 498: 553-9
9. Birch LL, Deysher M. Caloric compensation and sensory specific satiety: evidence for self-regulation of food intake by young children. *Appetite.* 1986; 7: 323-31
10. Birch LL, Deysher M. Conditioned and unconditioned caloric compensation: evidence for self-regulation of food intake in young children. *Learn Motiv.* 1985; 16: 341-55
11. Johnson SL, Birch LL. Parents' and children's adiposity and eating style. *Pediatrics.* 1994; 94: 653-61
12. Leahy KE, Birch LL, Fisher JO, Rolls BJ. Reductions in entrée energy density increase children's vegetable intake and reduce energy intake. *Obesity.* 2008; 16: 1559-65
13. Westerterp-Plantenga MS. Effects of energy density of daily food intake on long-term energy intake. *Physiol Behav.* 2004; 81: 765-71
14. Ledikwe JH, Blanck HM, Kettel-Khan L, Serdula MK, Seymour J, Tohill BC, et al. Dietary energy density determined by eight calculation methods in a nationally representative United States population. *J Nutr.* 2005; 135: 273-8
15. Rolls BJ, Drewnowski A, Ledikwe JH. Changing the energy density of the diet as a strategy for weight management. *J Am Diet Assn.* 2005; 105: S98–S103
16. Patterson E, Wärnberg J, Poortvliet E, Kearney JM, Sjöström M. Dietary energy density as a marker of dietary quality in Swedish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Eur J Clin Nutr.* 2010 Apr; 64(4): 356-63
17. Leahy KE, Birch LL, Rolls BJ. Reducing the energy density of multiple meals decreases the energy intake of preschool-age children. *Am J Clin Nutr.* 2008 Dec; 88(6): 1459-68
18. Kral TV, Berkowitz RI, Stunkard AJ, Stallings VA, Brown DD, Faith MS. Dietary energy density increases during early childhood irrespective of familial predisposition to obesity: results from a prospective cohort study. *Int J Obes (Lond).* 2007 Jul; 31(7): 1061-7
19. Rolls BJ. The relationship between dietary energy density and energy intake. *Physiol Behav.* 2009 Jul 14; 97(5): 609-15
20. Birch LL, Fisher JO. Development of eating behaviors among children and adolescents. *Pediatrics.* 1998 Mar; 101(3 Pt 2): 539-49