



Uso de modelos geométricos tridimensionais para melhorar a eficácia e segurança da lipoaspiração a laser: estudo prospectivo

Use of 3D geometrical models to improve efficacy and safety of Laser-assisted liposuction: a prospective study

WILLIAMS ERIK BUKRET¹
GRACIELA FERNANDEZ ALONSO¹

■ RESUMO

Introdução: Baseada na informação disponível encontram-se dificuldades em estabelecer a dose apropriada de energia a laser para alcançar resultados previsíveis na lipoaspiração a laser. Este estudo avaliou a segurança e eficácia do laser diodo 980-nm com uso de fórmulas geométricas. Essas fórmulas permitem uma qualificação precisa do volume do tecido, e como consequência, uma estimativa da dose de laser necessária. **Métodos:** Trata-se de estudo prospectivo que avaliou consecutivamente 39 pacientes submetidos a lipoaspiração a laser diodo (LLD) 980-nm entre Novembro de 2011 e Novembro de 2013. Quatro padrões geométricos foram adotados para determinar o volume de gordura antes da aplicação do laser. A ultrassonografia foi utilizada para determinar a profundidade da gordura. Foram realizadas biópsias para estabelecer a reação imediata do tecido ao laser relativo à dose do laser. Os resultados estéticos e as complicações foram documentadas. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para determinar a relação entre a energia aplicada e o volume do tecido. **Resultados:** Um total de 163 áreas anatômicas foram tratadas com LLD 980-nm. A energia aplicada foi baseada no volume de cada área ($R = 0,8786$). Foi necessária dose de 8 a 14 J/cm³ para produzir dose de hemostase efetiva, e lipectomia mínima. Os resultados foram muito satisfatórios na maioria dos casos. A biópsia relevou lipectomia, balonamento, ruptura de membrana, e rompimento de banda de colágeno; essas mudanças variaram com a dose de radiação. As complicações foram somente edema e hematoma transitório. **Conclusão:** O uso de modelos geométricos tridimensionais melhoraram a segurança e eficácia da lipoaspiração a laser, pois permitiram determinar o volume do tecido.

Descritores: Cirurgia plástica; Lipectomia; Modelos matemáticos; Terapia a laser.

Instituição: Sociedade Argentina de Cirurgia
Plástica, Estética e Reparadora - Buenos
Aires, Argentina.

Artigo submetido: 25/11/2014.
Artigo aceito: 07/06/2015.

DOI: 10.5935/2177-1235.2015RBCP0168

¹ Sociedade Argentina de Cirurgia Plástica, Estética e Reparadora - Buenos Aires, Argentina.

■ ABSTRACT

Introduction: On the basis of the available information, it is difficult to establish the appropriate dose of laser energy with which to obtain predictable results in laser-assisted liposuction. The purpose of this study is to evaluate the safety and efficacy of a 980-nm diode laser by using geometrical formulas. These formulas allow a precise quantification of tissue volume and, as a result, an estimation of the required laser dose. **Methods:** This prospective study was conducted to evaluate 39 consecutive patients who underwent 980-nm diode laser-assisted liposuction (LAL) between November 2011 and November 2013. Four geometric patterns were used to determine the volume of fat before laser application. Ultrasonography was used to determine fat depth. Biopsies were conducted to determine immediate laser tissue reaction relative to laser dose. The aesthetic results and complications were recorded. Pearson's correlation coefficient was used to determine the relationship between the applied energy and tissue volume. **Results:** 163 anatomic regions were treated with 980-nm LAL. The applied energy was relative to the volume in each area ($R = 0.8786$). 8 to 14 J/cm³ was the dose needed to produce effective hemostasis and minimal lipolysis. The results were very satisfactory in most cases. Biopsy results revealed lipolysis, ballooning, membrane rupture, and collagen band breakage; these changes varied with the radiation dose. The only complications were edema and transient bruising. **Conclusion:** The use of 3D geometrical models improved safety and efficacy of laser-assisted liposuction by permitting accurate determination of the tissue volume.

Keywords: Surgery, Plastic; Lipectomy; Mathematical models; Laser-therapy.

INTRODUÇÃO

A lipoaspiração a laser (LAL) permite hemostase, lipectomia e boa retração da pele com baixa morbidade quando executada por cirurgiões experientes. Porém, muitas dificuldades existem em estabelecer a dose de energia aplicada aos tecidos e alcançar os resultados esperados^{1,2}. Diferentes métodos para quantificar o volume de energia têm sido propostos para determinar a dosagem ideal ou melhorar a dosimetria para lipólise a laser. Em 2006, Kim & Geronemus³ descreveram avaliação sobre redução do volume de gordura utilizando a ressonância magnética por imagem (RMI). Em 2008, Mordon et al.⁴ propuseram modelo matemático de lipectomia a laser, e avaliaram a redução do volume por meio de análise fotográfica similar a técnica descrita por Lowe et al.

OBJETIVO

Avaliar a segurança e eficácia do laser diodo 980-nm com nova técnica que permite a quantificação do

volume de gordura e estimar a dose necessária de energia a laser utilizando modelos geométricos tridimensionais. Neste estudo, descreve-se o procedimento de lipoaspiração a laser tridimensional e revisa-se o resultado de 136 procedimentos consecutivos.

MÉTODOS

Seleção dos pacientes

Entre novembro de 2011 e novembro de 2013, 39 pacientes foram submetidos a LAL diodo 980-nm (30 mulheres e 9 homens) utilizando quatro padrões geométricos.

Essa série incluiu pacientes com elasticidade da pele reduzida ou normal que apresentavam índice de massa corporal (IMC) entre 18,6 e 29,9, e que trataram uma ou mais regiões. Os pacientes também possuíam irregularidades na área tratada (e.g. celulite) e pequenas regiões que necessitavam de tratamento,

tais como pescoço, pubes, ou joelhos. A lipoplastia foi realizada juntamente com outros procedimentos cirúrgicos em 33 casos (85%).

Foram excluídos pacientes com idade inferior a 18 anos, gestantes, mães em período de amamentação, e tabagistas. Também excluiu-se pacientes com IMC ≥ 30 (obesidade) ou ≤ 18.5 (baixo peso), expectativas irreais, doença cardiovascular, coagulopatia, ou outra comorbidade importante.

Avaliação no pré-operatório

A avaliação pré-operatória consistiu de exames laboratoriais de rotina, avaliação cardiológica, e imagens padrões. Além disso, todos os pacientes assinaram o termo de consentimento conforme os princípios básicos da declaração de Helsinque.

No dia anterior à cirurgia foram realizados os seguintes procedimentos: marcação, medição da espessura do tecido por meio de ultrassonografia, estimativa do volume de gordura e da energia necessária para irradiação das áreas tratadas.

Marcação

A marcação da superfície das regiões tratadas foi realizada com a seleção das formas geométricas tridimensionais que eram mais adequadas à região anatômica e correspondeu a um paralelepípedo trapezoidal, paralelepípedo retangular, segmento esférico, ou forma hemi-elipsóide. Na maioria dos casos utilizou-se o paralelepípedo trapezoidal. Os segmentos hemi-elipsóide ou esféricos foram usados na área trocantérica, parte interna das coxas, e mamas. Utilizou-se um ou dois padrões em cada região de acordo com seu tamanho. Por exemplo, o músculo reto do abdômen foi subdividido em 3 pequenas partes utilizando paralelepípedos retangulares e trapezoidais (Figura 1A).

Ultrassonografia

A espessura da gordura subcutânea foi avaliada em todos os casos por meio de transdutor ultrassônico de 7,5 MHz a partir da gordura subcutânea até os músculos da fáscia em cada região; uma média em centímetros foi utilizada nas fórmulas (Figura 1B). O cirurgião obteve todas as medidas para assegurar que fosse reduzido consistentemente o erro percentual e relativo.

Equipamento de laser

Utilizou-se dispositivo de laser diodo 980-nm (Lumia Sonobeam T, Buenos Aires, Argentina) com

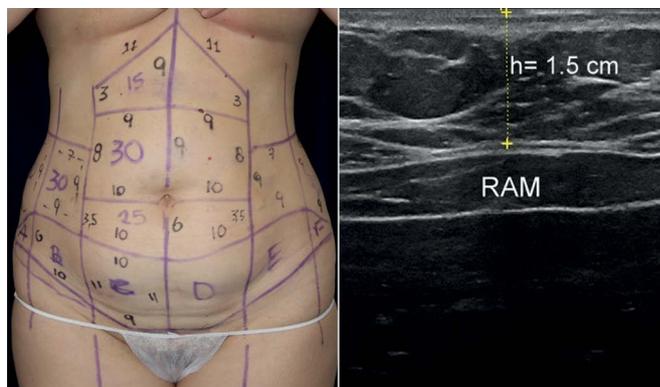


Figura 1. A - Marcação antes da abdominoplastia e LAL diodo 980-nm: note que a região anatômica do músculo reto do abdome foi subdividida em três paralelepípedos, e marcado retalho da dermolipectomia para biópsia (segmentos A a F) (Esquerdo); B - Imagem ultrassonográfica mostrando a espessura da gordura em mm sob o músculo reto do abdome (MRA) (Direito). Na área epigástrica delimitada por trapezoide, o cálculo do volume do tecido sem infiltração foi o seguinte: $V = (a + a/2) \times (b + b/2) \times h = (11 \text{ cm} + 9 \text{ cm})/2 \times (3 \text{ cm} + 9 \text{ cm})/2 \times 1.5 \text{ cm} = 90 \pm 0.2 \text{ cm}^3$

ultrassom integrado para adquirir as medidas e tratar todos os pacientes. A irradiação a laser foi aplicada com fibra óptica de 600 μm que passava através de cânula de 1,5- ou 3mm contendo abertura na extremidade onde a fibra projeta-se de 2 a 4mm. A temperatura foi monitorada durante a aplicação do laser com termômetro digital infravermelho portátil com mira laser.

Patologia anatômica

As áreas para coletar amostras de biópsia foram definidas e o volume tecidual medido com os modelos geométricos descritos. Os espécimes de biópsia foram coletados aproximadamente uma hora após a aplicação do laser na dermolipectomia dos retalhos para avaliar a resposta imediata dos tecidos em relação dose de energia. Dois patologistas foram responsáveis pela análise das amostras. Analisou-se 27 espécimes cirúrgicos irradiados com valores diferentes de energia (7, 10, 15, 20, 30 e 50 J/cm^2).

Modelos geométricos e fórmulas matemáticas

Uma definição breve foi necessária em relação aos padrões geométricos aplicados: figura bidimensional formada por superfícies, áreas, ou lados que poderiam ser um círculo, uma elipse, ou um paralelogramo, cada um deles correspondendo a uma superfície da figura tridimensional.

As figuras tridimensionais utilizadas foram as seguintes: paralelepípedo retangular, paralelepípedo trapezoidal, segmento de uma esfera e forma hemi-elipsóide⁵ (Figura 2 ABCD). As fórmulas matemáticas desses quatro modelos geométricos foram as seguintes:

- 1) Paralelepípedo retangular

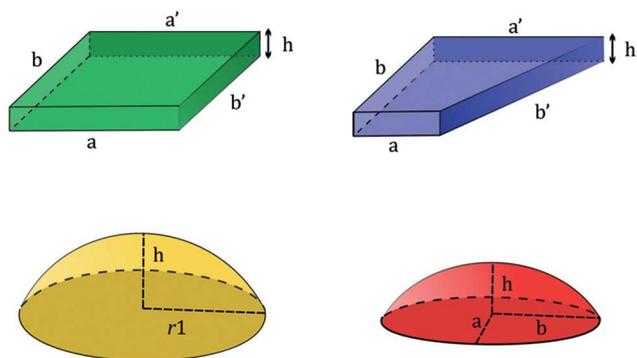


Figura 2. A - Paralelepípedo retangular (Acima, esquerdo); B - paralelepípedo trapezoidal (Acima, direito); C - Segmento esférico (Abaixo, Esquerdo); D - Hemi-elipsóide (Abaixo, direito).

Um paralelepípedo é um poliedro de seis faces, que é limitado por três pares de planos. Um paralelepípedo retangular é uma figura formada por três pares de planos paralelos, sendo que os ângulos são retos (Figura 2A). A fórmula matemática simplificada para calcular o volume tecidual desta figura foi: $V = (a \times b \times h) + S$, sendo que $V =$ volume, $a, b =$ comprimento dos lados da figura medidos em cm. $h =$ profundidade da gordura em cm, e $S =$ volume da solução tumescente em cm^3 .

2) Paralelepípedo trapezoidal

O paralelepípedo trapezoidal é uma figura tridimensional em que duas faces são trapezoides, e quatro faces são paralelogramas (Figura 2B). A fórmula matemática simplificada para calcular o volume tecidual desta figura foi: $V = [(a + a'/2) \times (b + b'/2) \times h] + S$, sendo que $V =$ volume; $a, a', b, b' =$ comprimento dos lados da figura em cm; $h =$ altura ou profundidade em cm; e $S = \text{cm}^3$ de infusão de solução tumescente.

3) Segmento esférico

O segmento esférico é definido com porção de corte esférico de plano central (Figura 2C). A fórmula para o volume do segmento esférico foi: $V = \pi/6 \times (3 \times r1^2 + h^2) \times h$, sendo que $V =$ volume, $\pi = 3.14159$, $r1 =$ rádio, e $h =$ altura. A fórmula simplificada para calcular o volume do tecido da figura é como a seguir: $V = [0.5233 \times (3 \times r1^2 + h^2) \times h] + S$, onde $V =$ volume, $r1 =$ rádio do segmento em cm, $h =$ altura do segmento em cm, e $S =$ volume de infusão de solução tumescente em cm^3 .

4) Forma hemi-elipsóide

Um elipsóide é uma figura tridimensional em quem todos os planos são elipses. Um hemi-elipsóide é qualquer uma das partes em que a elipsóide é dividida por um plano simétrico. O cálculo do volume, os semieixos a, b , & h devem ser medidos. Cada semieixo é igual à metade do comprimento do eixo (expresso em cm) e corresponde ao raio de uma esfera, o semieixo h é representado por altura e grande profundidade da pele até a fásia muscular (Figura 2D). A fórmula simplificada

para calcular o volume do tecido da hemi-elipsóide é como a seguir: $V = [4.186 \times 0.5 \times (a \times b \times h)] + S = [2.093 \times (a \times b \times h)] + S$, sendo que $V =$ volume; a, b e $h =$ comprimento dos semieixos em cm; e $S =$ volume de solução tumescente em cm^3 .

Técnica cirúrgica

Anterior ao procedimento, 1g de cefazolina foi administrada por infusão intravenosa como antibiótico profilático. A infusão de solução tumescente foi realizada em temperatura ambiente (em média $74,3^\circ\text{F}$ ou $23,5^\circ\text{C}$) com 0,05 a 0,1% de lidocaína e epinefrina 1: 1.000,000. O volume administrado foi acrescido ao volume estimado na formula correspondentemente⁶.

Na maioria dos casos (139 de 163 [85%]), cada região foi irradiada antes da lipoaspiração até que a dose estimada para hemóstase efetiva fosse atingida.

Utilizou-se cânulas de 1,5 mm para lipoaspiração a laser na face e pescoço, e cânulas de 3 mm para lipoaspiração em outras partes do corpo, dependendo da espessura do tecido. As doses de radiação variaram de 5 a 15 J/cm^3 , dependendo da região tratada (Tabela 1). A variação da energia utilizada em cada região foi como a seguir: 10-15 watts (W) face, 10-20W pescoço, 15-25 W braços, coxas, e joelhos, e 20-35W abdômen. A velocidade do movimento manual foi praticamente o mesma, 40,1 cm/segundo em média para cada área tratada pelo mesmo cirurgião que tinha objetivo de distribuição uniforme em cada uma das áreas.

Todos os pacientes receberam alta hospitalar no dia da cirurgia¹. Algumas incisões abertas da lipoaspiração foram mantidas para facilitar a drenagem. Para abdominoplastias e lifting de pescoço, utilizou-se drenos Jackson Pratt. Os drenos foram removidos de 2 a 5 semanas após a cirurgia.

Instruções no pós-operatório

As instruções no pós-operatório foram as seguintes: mobilização precoce, hidratação adequada, dieta normocalórica, tratamento com cefalexina e ketorolac por 4 dias, diclofenaco por 10 a 14 dias, retorno as atividades rotineiras entre 7 e 14 dias, e uso de roupas de compressão por 6 a 10 semanas.

RESULTADOS

A média de idade dos pacientes nesta série foi de 41 anos (variação, 19-63 anos). A média de seguimento foi 15 meses (variação, 3-27 meses).

Houve forte correlação positiva entre a energia aplicada e volume dos tecidos infiltrados, sendo a avaliação feita por meio do coeficiente de correlação de Pearson ($R: 0,8786$) (Figura 3).

Tabela 1. Descrição de 163 regiões anatômicas tratadas com LAL diodo 980-nm; volume antes e após a infusão com solução tumescente, e medidas do volume aspirado em cm^3 ; a dose da irradiação a laser relacionada à medição do volume infiltrado em J/cm^3 , e dose total aplicada em cara área (valores médios são mostrados para todos os dados).

Áreas anatômicas tratadas	Número de áreas	Média do volume de gordura (cm^3)	Média do volume de gordura após infusão (cm^3)	Média de volume aspirado (cm^3)	Dose/volume médio (J/cm^3)	Dose média (Joules)
Músculo reto do abdome	30	368.8	644.8	570.8	9.9	6384
Flancos	24	348.2	462.8	434.2	10.3	4767
Lombar	24	394.4	462.8	387.5	8.7	4027
Face média	24	17.2	29.1	0	8	233
Pescoço	22	6.8	18.1	8	13.7	248
Trocater	10	198	42.5	306.6	10.9	3015
Mama	8	451	796	341.6	10.6	8444
Braço	6	248.5	300	275	10.6	3000
Parte interna das coxas	4	133.5	404.7	275	8	2833
Subglúteo	4	78	217	357.3	10	2170
Joelhos	4	92	285	150	9.7	2766
Pubis	3	62	285.1	75	14	800

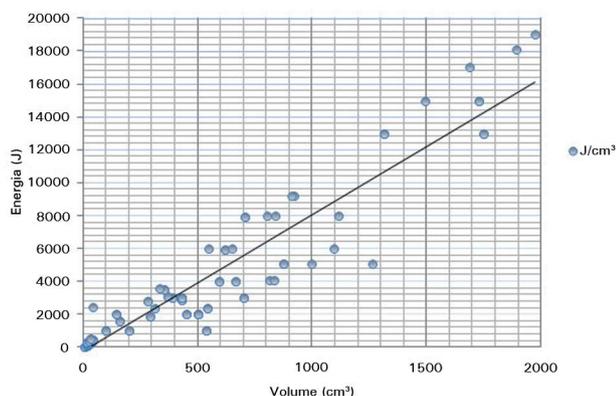


Figura 3. Coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para determinar o relacionamento entre a energia aplicada e o volume do tecido. A energia aplicada foi relativa ao volume em cada área ($R = 0.8786$).

A tabela 1 descreve as 163 regiões anatômicas tratadas com LAL diodo 980-nm, a média do volume antes e após a infiltração com solução tumescente, o volume aspirado, e a dose de irradiação a laser aplicada.

Uma escala de melhora estética global (GAIS) de 5 pontos foi utilizada para avaliar a opinião dos pacientes, enquanto dois cirurgiões revisaram as imagens do pré- e pós-operatório mostrando para cada paciente o resultado utilizando a mesa escala⁷. A maioria dos pacientes, 25 (64%) dos 39, relatou melhora significativa (4 pontos). Os cirurgiões notaram grande melhora (4 pontos) em 56% dos pacientes (Figuras 4, 5, 6, 7 e 8).

Não se observou complicações relevantes, tais como hematomas, seromas, deiscência da ferida, infecções, queimaduras, necrose de pele, ou irregularidades.

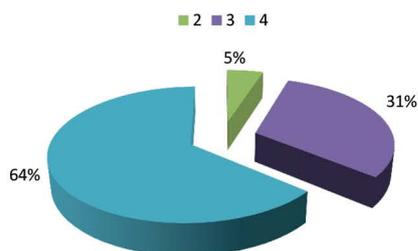
Foram observados edema leve a moderado e equimose leve transiente na maioria dos casos, porém esses efeitos diminuíram em 4 semanas com uso de anti-inflamatórios não esteroides (AINEs). Dor leve a moderada foi observada nos primeiros 15 dias, porém este efeito também diminuiu com o uso dos AINEs. Um paciente com 60 anos de idade (2,56%) que realizou lipoaspiração extensiva com irradiação de $10 \text{ J}/\text{cm}^3$ no abdômen e a não irradiação na área púbica apresentou equimose significativa na região escrotal e edema por 4 semanas, também como edema moderado na região infra-umbilical até 8 semanas. Os efeitos também melhoraram com o uso dos AINEs. O tempo cirúrgico aumentou razoavelmente nos casos iniciais devido às medições feitas durante a cirurgia.

Os relatos anatomopatológicos mostraram as seguintes amostras irradiadas com 10 ou mais J/cm^3 : lipectomia, adipócitos arredondados, e ruptura da membrana dos adipócitos difusos e focais. Não se observou foco de sangramento nas amostras. Nas amostras irradiadas com 15 ou mais J/cm^3 notou-se: lipectomia extensa e maior incidência de ruptura da membrana do adipócito do que seu arredondamento e quebra das bandas de colágeno (devido aos efeitos térmicos), porém não houve descolamento da epiderme (Figura 9).

Exemplo de casos

Os casos abaixo exemplificam o uso de padrões geométricos em diferentes regiões.

Avaliação dos resultados pelos pacientes



Avaliação dos resultados pelos cirurgiões

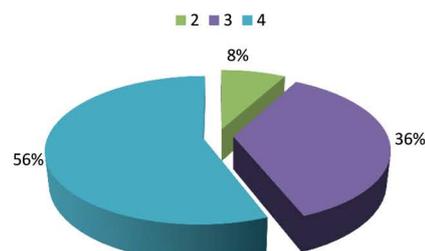


Figura 4. A - Avaliação dos resultados dos pacientes (Esquerdo); B - Avaliação dos resultados pelos cirurgiões (Direito). Escala de 5 pontos: excelente melhora (4 pontos); boa melhora (3 pontos); melhora (2 pontos); inalterado (1 ponto); piora (0 pontos).



Figura 5. Caso 1. Paciente do sexo feminino com 21 anos de idade apresentando acúmulo de gordura abdominal, boa elasticidade da pele; A - utilizou-se padrões paralelepípedo retangular e trapezoide (Esquerdo); B - Visão oblíqua pré-operatória (Central); C - Nove meses após a LAL abdominal com laser diodo 980-nm (Direito). Na região epigástrica delimitada pelo trapezoide, o cálculo do volume tecidual foi o seguinte: $V = [(a + a'/2) \times (b + b'/2) \times h] + S = (11 \text{ cm} + 9 \text{ cm})/2 \times (8 \text{ cm} + 2 \text{ cm})/2 \times 0.8 \text{ cm} + 250 \text{ cm}^3 = 290 \pm 0.2 \text{ cm}^3$. A energia 2900 J foi irradiada em um volume de 290 cm³-i.e., 10 J/cm³.

Caso 1

Paciente do sexo feminino com 21 anos de idade apresentando depósito de gordura abdominal, boa elasticidade da pele. Neste caso, utilizou-se paralelepípedo retangular e trapezoide nas subdivisões do abdômen: foi irradiado 2900 J em um volume de 290 cm³- i.e., 10 J/cm³, enquanto a lipoaspiração foi realizada com sangramento mínimo. Na região epigástrica delimitada pelo trapezoide, o cálculo do volume tecidual foi o seguinte: $V = [(a + a'/2) \times (b + b'/2) \times h] + S = (11 \text{ cm} + 9 \text{ cm})/2 \times (8 \text{ cm} + 2 \text{ cm})/2 \times 0.8 \text{ cm} + 250 \text{ cm}^3 = 290 \pm 0.2 \text{ cm}^3$. O formato e grau da retração da pele no período pós-operatório foram muito satisfatórios (Figura 5).

Caso 2

Trata-se de paciente masculino com 60 anos de idade e com ginecomastia apresentando flacidez moderado a grave. Utilizou-se segmento esférico que correspondeu a aproximadamente ao formato do tecido irradiado, com paciente em posição supina. Um raio de 6 cm incluiu a região total da mama. A dose administrada para remover a gordura quase pura, com sangramento mínimo, foi de 7,78 J/cm³. O cálculo do volume tecidual foi o seguinte: $V = [0.5233 \times (3 \times r^2 + h^2) \times h] + S = [0.5233 \times (3 \times 6^2 \text{ cm} + 1^2 \text{ cm}) \times 1] + 200 \text{ cm}^3 = 257 \pm 0.3 \text{ cm}^3$. A dose aplicada em cada mama foi, portanto, 2000 J/257 cm³ = 7.78 J/cm³. Como demonstrado na Figura 6, o formato e a retração da pele melhoraram após a cirurgia.

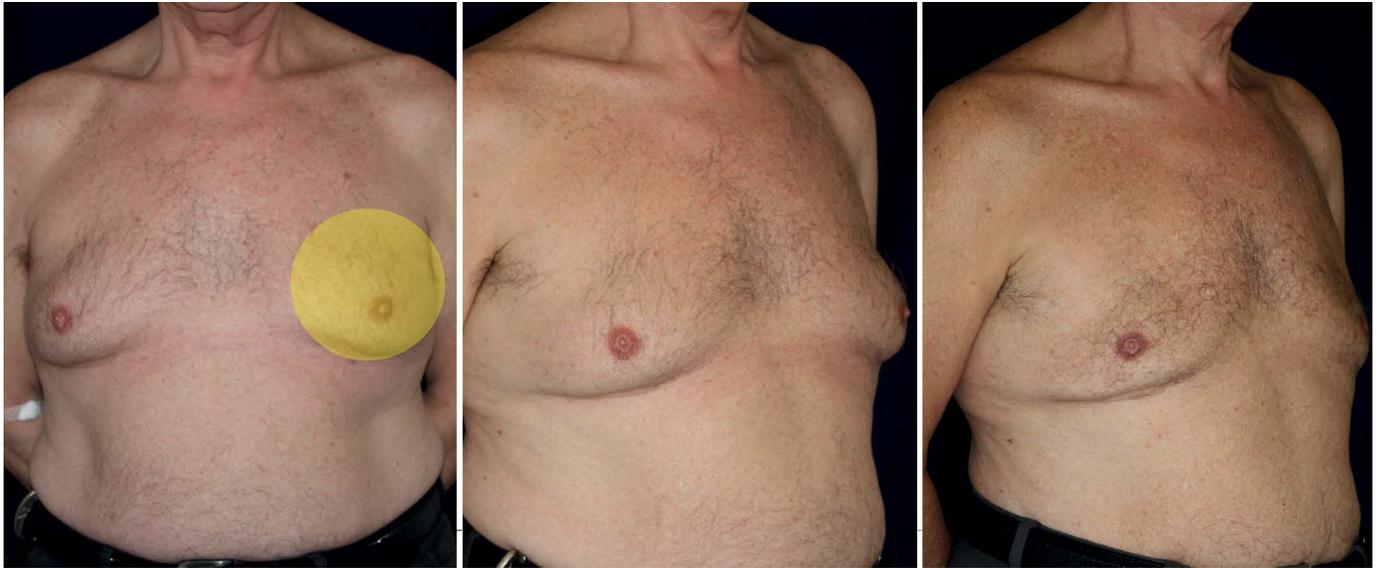


Figura 6. Caso 2. Trata-se de paciente masculino com 60 anos de idade e com ginecomastia apresentando flacidez na pele de moderada a grave. A - Visão pré-operatória anterior; padrão do segmento esférica utilizada (Esquerdo); B - Visão pré-operatória oblíqua (Centro); C - Doze meses após realizar a LAL com laser diodo 980 n-m (Direito). O cálculo do volume tecidual foi o seguinte: $V = [0.5233 \times (3 \times r^2 + h^2) \times h]$ + $S = [0.5233 \times (3 \text{ cm} \times 6^2 \text{ cm} + 1^2 \text{ cm}) \times 1 \text{ cm}] + 200 \text{ cm}^3 = 257 \pm 0.3 \text{ cm}^3$. A dose aplicada em cada mama foi, portanto, $2000 \text{ J}/257 \text{ cm}^3 = 7.78 \text{ J}/\text{cm}^3$.



Figura 7. Caso 3: Exemplo de uso do modelo hemielipsóide. Paciente do sexo feminino com 49 anos de idade apresentando acúmulo de gordura nas coxas e flancos abdominais, irregularidades pronunciadas (celulite). A - Visão lateral no pré-operatório. Neste caso, escolheu-se por abordagem com padrões hemielipsóide (Esquerdo); B - Visão anterior pré-operatória (Centro); C - 13 meses após LAL diodo 980-nm (Direito). O cálculo do volume tecidual foi o seguinte: $V = [4.186 \times 0.5 \times (a \times b \times h)] + S = [2.093 \times (7.5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 2.6 \text{ cm})] + 300 \text{ cm}^3 = 708 \pm 0.1 \text{ cm}^3$. Dose total aplicada na área foi 5000 J ($7.06 \text{ J}/\text{cm}^3$).

Caso 3

Paciente do sexo feminino com 49 anos de idade apresentando gordura nas coxas e flancos abdominais, e irregularidades pronunciadas (celulite). Nesse caso, escolheu-se por abordagem com padrões hemielipsóide, que melhor adequa a essas regiões. A dose total aplicada na área foi 5.000 J ($7.06 \text{ J}/\text{cm}^3$). Os procedimentos foram realizados com sangramento mínimo. O cálculo do volume tecidual foi o seguinte:

$V = [4.186 \times 0,5 \times (a \times b \times h)] + S = [2,093 \times (7.5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 2.6 \text{ cm})] + 300 \text{ cm}^3 = 708 \pm 0.1 \text{ cm}^3$. A figura 7 mostra essas regiões antes e 13 meses após o procedimento.

DISCUSSÃO

LAL é uma alternativa muito utilizada para lipoplástia tradicional. Relatos anteriores em LAL e

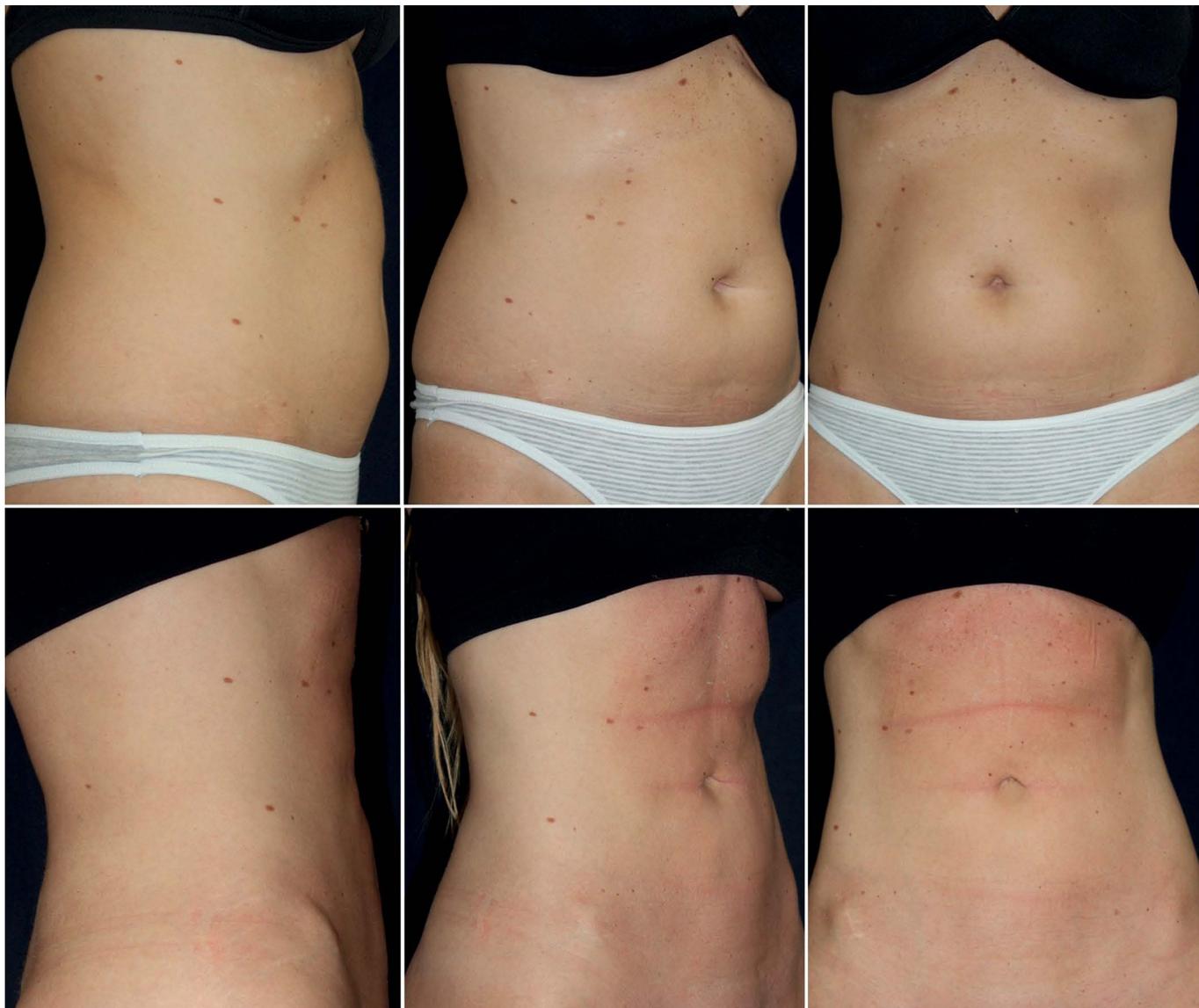


Figura 8. Paciente com 34 anos de idade apresentou acúmulo de gordura abdominal e leve flacidez na pele; ABC - Visão pré-operatório (Acima); DEF - 20 meses após realizar LAL diodo 980-nm (abaixo).

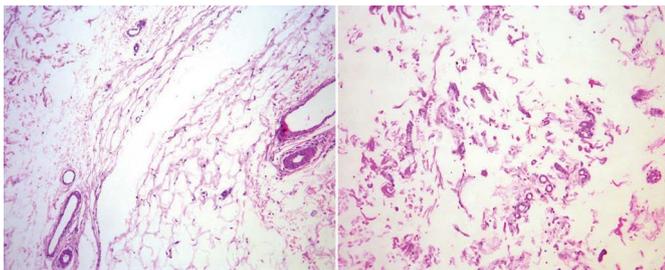


Figura 9. Amostra de biópsia coradas com hematoxilina e eosina, visão por meio de microscópio aumentado em 100 x. A - Tecido irradiado com 10 J/cm²: nota-se adipócito arredondada, ruptura de membranas, preservação vascular (Esquerdo); B - Amostra de biópsia irradiada com 15 J/cm²: nota-se lipectomia extensa com ruptura das membranas dos adipócitos (Direito).

laserlipólise referem-se à medida de energia parcial e total em Joules aplicada a certas regiões, e refere-se a redução do volume de gordura por lipectomia, porém as medidas de volume antes da cirurgia não foram relatadas^{1-4,8-18}.

Antes de comparar os resultados de nosso estudo com outros relatos, pretendemos esclarecer alguns pontos para evitar confusões semânticas:

Primeiro, referimos lipoaspiração a laser ao invés de laserlipólise, que é a remoção de gordura por lipossucção. Isso significa que não se pretendeu reduzir a gordura por meio de laserlipólise extensiva. Por outro

lado, acreditamos que doses muito altas devem ser evitadas, principalmente quando grandes áreas são tratadas. A redução de gordura por meio de laserlipólise com altas doses deve ser limitada apenas às pequenas áreas. Com isso, nosso objetivo foi de evitar equimose extensiva do tecido e minimizar complicações, portanto, reduzindo a dose mínima efetiva para hemóstase ideal¹⁹, com base na literatura disponível os padrões geométricos 3-D nunca foram propostos para volumétrica de gordura corporal. O uso de desses padrões permitem definir o volume do tecido em qualquer área a ser tratada.

Na área submental, Kim & Geronemus³ relataram na aplicação aproximadamente 3000 J são necessários para alcançar redução média de volume de $5,2 \pm 2,8$ cm³ avaliado por RMI. Do mesmo modo, Mordon et al.⁴ quantificaram a redução do volume de gordura na área submental utilizando imagem 3D. Encontrou-se redução similar: $10 \text{ cm}^3 \pm 1 \text{ cm}^3$ para um total de energia de 6600 J. Conseqüentemente, a dosagem volumétrica é de aproximadamente 660 J/cm³ para lipectomia.

Nossos resultados mostram que apenas 8 a 14 J/cm³ representa a dose necessária para produzir a hemóstase, lipectomia mínima, sem causar complicações com uso de LAL diodo 980 nm¹⁹.

As medidas quantitativas do volume de gordura a partir de modalidades de imagem não invasivas, tais como fotografia e RMI são possíveis, e tem sido utilizada para avaliar a redução do volume de gordura, e podem ter papel importante na pesquisa³. Porém, esses métodos podem apresentar-se impraticáveis para quantificar a gordura e variações do volume devido infusão de solução tumescente ou lipossucção durante a cirurgia.

O problema surge quando a dose não está correlacionada ao volume na região tratada. O volume pode variar significativamente em cada região e ainda mais com infusão de solução tumescente. Portanto, para uma dada dose, o efeito de aquecimento podem ter variações significantes. De acordo com relatos anteriores, os efeitos termiais dos raios de laser variam conforme o comprimento das ondas a laser, a dose e volume irradiado ao tecido; confirmados por biópsia anatomopatológica^{9-11,15-18}.

Como consequência, é essencial para dosimetria adequada relacionar a energia aplicada ao volume de tecidos infiltrados, tornando a técnica de LAS preditiva, segura, reproduzível, permitindo a comparação dos resultados e padrão de tratamentos estabelecidos^{1,3,12,18}.

Baseado em estudos anteriores, propomos que a unidade J/cm³ relacionada à energia (J) e ao volume do tecido (cm³), permita minimizar a energia aplicada para adquirir coagulação suficiente, preservação vascular e nervosa, e lipectomia mínima. Como resultado houve

baixa morbidade e máxima eficiência, i.e., quando comparando com estudos anteriores, onde doses relativamente mais baixas de radiação no local da hemóstase foram utilizadas, evitando assim lipectomia da gordura desnecessária que seria removida com a lipossucção.

Acreditamos na importância do uso de padrão de adaptação na região tratada. É preferível escolher figuras simétricas, porém cada lado deve ser medido separadamente para evitar erros. Há diversos fatores para serem considerados já que eles podem alterar a estimativa do volume final, levando a cálculo incorreto. Esses fatores incluem o volume de solução estética, posicionamento do paciente durante a medição, modificação do formato e redistribuição do volume quando os tecidos são pressionados por meio de transdutores de ultrassom, e o número de medições por região.

A ultrassonografia é uma ferramenta de diagnóstico de fácil uso que permite a medição de espessura do tecido com precisão²⁰. Aconselha-se calcular o valor médio da espessura da região baseadas em diversas medições. A variação é geralmente baixa em pequenas áreas; áreas mais extensas devem ser subdivididas para maior precisão.

A escolha de energia utilizada varia de acordo com a espessura da gordura, infiltração e velocidade consideradas apropriadas pelo cirurgião. Além disso, o comprimento da onda do laser e densidade da absorção do tecido devem ser considerados. Portanto, a energia é um valor relativo e não é o único parâmetro a ser considerado³.

A principal vantagem do método de medição tridimensional é que permite realizar lipoaspiração a laser com sangramento mínimo e baixa morbidade, principalmente pela precisão da dosimetria e estimativa precisa do volume de gordura.

Concordamos com outros autores que as desvantagens do LAL são o custo do equipamento e a curva de aprendizagem⁹.

O número restrito de casos incluídos em nosso estudo representa uma limitação. Estudos futuros poderão garantir a utilidade deste método.

CONCLUSÕES

O uso dos modelos geométricos tridimensionais melhorou a segurança e eficácia da lipoaspiração a laser por permitir uma determinação precisa do volume do tecido.

Essa abordagem permitiu reduzir a dosagem para otimizar a hemóstase em cada área, atingindo a dose de lipectomia quando necessário.

REFERÊNCIAS

- Ahmad J, Eaves FF 3rd, Rohrich RJ, Kenkel JM. The American Society for Aesthetic Plastic Surgery (ASAPS) survey: current trends in liposuction. *Aesthet Surg J*. 2011;31(2):214-24 DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1090820X10395508>
- Leclère FM, Trelles M, Moreno-Moraga J, Servell P, Unglaub F, Mordon SR. 980-nm laser lipolysis (LAL): About 674 procedures in 359 patients. *J Cosmet Laser Ther*. 2012;14(2):67-73. DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/14764172.2012.670704>
- Mordon SR, Wassmer B, Reynaud JP, Zemmouri J. Mathematical modeling of laser lipolysis. *BioMedical Engineering OnLine*. 2008; 7:10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1475-925X-7-10>
- Kim KH, Geronemus RG: Laser lipolysis using a novel 1,064 nm Nd:YAG Laser *Dermatol Surg*. 2006;32(2):241-48; discussion 247.
- Beyer, William H. *Standard Mathematical Tables*. Florida:CRC Press;1987.
- Klein JA. The tumescent technique. Anesthesia and modified liposuction technique. *Dermatol Clin*. 1990;8(3):425-37.
- Narins RS, Brandt F, Leyden J, Lorenc ZP, Rubin M, Smith S: A randomized, double-blind, multicenter comparison of the efficacy and tolerability of Restylane versus Zyplast for the correction of nasolabial folds. *Dermatol Surg*. 2003;29(6):588.
- Apfelberg DB. Results of multicenter study of laser-assisted liposuction. *Clin Plast Surg*. 1996;23(4):713-9. PMID: 8906399
- Badin AZD, Moraes LM, Gondek L, Chiaratti MG, Canta L. Laser Lipolysis: Flaccidity Under Control. *Aesth Plast Surg*. 2002;26:335-339. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-002-1510-3>
- Badin AZED, Gondek LBE, Garcia MJ, Valle LCD, Flizikowski FBZ, Noronha LD. Analysis of laser lipolysis effects on human tissue samples obtained from liposuction. *Aesthetic Plastic Surg*. 2005;29(4):281-286. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-004-0102-9>
- Brañas EB, Moraga JM. Laser lipolysis using a 924- and 975-nm laser diode in the lower extremities. *Aesthetic Plast Surg*. 2013;37(2):246-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-012-0027-7>
- Centurión P, Cuba JL, Noriega A. Liposucción con diodo láser 980-nm (LSDL 980-nm): optimización de protocolo seguro en cirugía de contorno corporal. *Cir Plást Iberolatinoam*. 2011;37(4):355-364. DOI: <http://dx.doi.org/10.4321/S0376-78922011000400007>
- Chia CT, Theodorou SJ. 1,000 consecutive cases of laser-assisted liposuction and suction-assisted lipectomy managed with local anesthesia. *Aesthetic Plast Surg*. 2012;36(4):795-802. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-012-9885-2>
- Goldman A, Schavelzon DE, Blugerman GS. Laserlipolysis: Liposuction using Nd-Yag laser. *Rev Soc Bras Cir Plast*. 2002;17(1):17.
- Neira R, Arroyave J, Ramirez H, et al. Fat liquefaction: Effect of low-level laser energy on adipose tissue. *Plast Reconstr Surg*. 2002;110(3):912-922. PMID: 12172159 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00006534-200209010-00030>
- Reynaud JP, Skibinski M, Wassmer B, Rochon P, Mordon S. Lipolysis Using a 980-nm Diode Laser: A Retrospective analysis of 534 Procedures. *Aesth Plast Surg*. 2009;33:28-36 DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-008-9262-3>
- Thomsen S. Pathologic analysis of photothermal and photomechanical effects of laser-tissue interactions. *Photochem Photobiol*. 1991;53(6):825-835. PMID: 1886941 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-1097.1991.tb09897.x>
- Trelles M, Bonanad E, Moreno-Moraga J, Alcolea J, Mordon S, Leclère FM. Lipólisis láser y liposucción en ginecomastia: retracción cutánea eficaz y segura. *Rev Col Bras Cir*. 2013;40(1):23-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912013000100005>
- Blum CA, Sasser CG, Kaplan JL. Complications from laser-assisted liposuction performed by noncore practitioners. *Aesthetic Plast Surg*. 2013;37(5):869-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-013-0153-x>
- Benito-Ruiz J, de Cabo F. Ultrasonography: a useful tool for plastic surgeons. *Aesthetic Plast Surg*. 2014;38(3):561-71. PMID:24643897 DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-014-0300-z>

***Autor correspondente:**

Williams Erik Bukret

1848 Alicia Moreau de Justo Avenue, Floor 2, Suite 6, Puerto Madero, Buenos Aires, Argentina.

Zip Code: C1107AFL

E-mail: drbukret@drbukret.com