

# Un essai randomisé en double aveugle, contrôlé par placebo, évaluant la capacité de la thérapie laser de bas niveau pour améliorer l'apparence de la cellulite

Robert F. Jackson, mm,<sup>1</sup> Gregory C. Roche, no,<sup>2</sup> and Steven C. Shanks<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Surgeon's, Inc., Marion, Indiana 46952

<sup>2</sup>Bloomfield Laser and Cosmetic Surgery Center, Bloomfield Hills, Michigan 48302

<sup>3</sup>Erchonia Corporation, McKinney, Texas

**Contexte et objectif :** La cellulite est présente chez 90% des femmes post-adolescentes. Plusieurs technologies ont été développées pour traiter la cellulite ; cependant, elles impliquent toutes un certain degré de massage ou de manipulation mécanique. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'efficacité d'un dispositif de lumière laser à faible niveau utilisant des diodes vertes de 532 nm comme procédure autonome sans massage ni manipulation mécanique pour améliorer l'apparence de la cellulite au niveau des cuisses et des fesses.

**Conception de l'étude/Matériaux et méthodes :** Cette étude en double aveugle a randomisé les sujets pour qu'ils subissent un traitement avec le dispositif LLLT (N = 34) ou un traitement fictif (N = 34). Pendant une phase de traitement de deux semaines, chaque sujet a reçu trois séances de traitement hebdomadaires à deux ou trois jours d'intervalle. Au cours de chaque séance, le devant et l'arrière des hanches, les cuisses et la taille ont été exposés pendant 15 minutes (30 minutes au total).

**Résultats :** Dix-neuf sujets du groupe LLLT ont obtenu une diminution d'un ou plusieurs stades sur l'échelle de notation Nurnberger-Muller (55,88%) contre trois sujets (8,82%) dans le groupe traité de façon fictive (P < 0,0001). Deux sujets traités par LLLT ont obtenu des améliorations à deux niveaux sur l'échelle de Nurnberger-Muller à la fin de l'étude de deux semaines et quatre ont obtenu des améliorations à l'évaluation de suivi de six semaines, contre aucun des sujets traités fictifs à l'un ou l'autre moment. Les sujets traités par LLLT ont obtenu une diminution significative de la circonférence de la cuisse au niveau de base combinée au point d'achèvement de l'étude de 2 semaines et à l'évaluation de suivi de 6 semaines (pour chacun, p < 0,0001 par rapport au niveau de base) par rapport à aucun changement pour les sujets simulés. Les sujets traités par LLLT ont également montré des diminutions significatives du poids corporel moyen de base (P < 0,0005), de l'IMC (P < 0,001) et du pourcentage de BSA affecté par la cellulite (P < 0,0005) par rapport à aucun changement pour aucun paramètre parmi les sujets simulés. La plupart des sujets traités par LLLT (62,1 %) étaient très satisfaits ou assez satisfaits de l'amélioration de la cellulite qu'ils ont reçue contre 25,8 % des sujets simulés. Aucun événement indésirable n'a été signalé.

**Conclusions:** Low-level laser therapy using green 532 nm diodes is safe and effective for improving the La cause de la cellulite semble être multifactorielle et ne fait pas l'unanimité, mais elle est probablement due à des altérations de la matrice intercellulaire du tissu sous-cutané et à des changements dans la microcirculation vasculaire et lymphatique

**Mots clés :** longueur d'onde 532 nm ; thérapie esthétique ; diode verte ; lipodystrophie gynoïde ; thérapie non invasive

## INTRODUCTION

La lipodystrophie gynoïde, ou cellulite, fait référence à des poches superficielles de graisse emprisonnée qui donnent à la peau un aspect irrégulier ou "peau d'orange". Bien que rarement observée chez les hommes, elle est présente chez 90% des femmes post-adolescentes [1]. La cellulite est le plus souvent localisée sur les cuisses, les fesses et le bas du ventre mais n'est pas liée à l'obésité qui est due à une augmentation du nombre et de la taille les adipocytes.

Apparition de cellulite au niveau des cuisses et des fesses. Contrairement à d'autres technologies, la LLLT est efficace en tant que procédure autonome sans nécessiter de massage ou de manipulation mécanique. De futures études évalueront les avantages à long terme de la LLLT pour le traitement de la cellulite. Chirurgie au laser. Med. 45:141-147, 2013. © 2013 Wiley Periodicals, Inc.

Conflict of Interest Disclosures: All authors have completed and submitted the ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of interest and have disclosed the following: [Steven Shanks is owner of the company that manufactures the Erchonia laser used in this study. He also holds patents on the laser and patent pending application for the procedure. Mr. Shanks collaborated with a regulatory consultant during the design of the treatment protocol used in the study; however, at no time did Mr. Shanks have access to the clinical data until the study was completed or have any contact with the patients enrolled in the study].

[ClinicalTrials.gov](http://ClinicalTrials.gov) identifier: NCT01702259.

\*Corresponding to: Steven C. Shanks, Erchonia Corporation, 2021 Commerce Drive, McKinney, TX 75069.

E-mail: [sshanks@erchonia.com](mailto:sshanks@erchonia.com)

Accepted 14 January 2013  
Published online in Wiley Online Library  
([wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)).  
DOI 10.1002/lsm.22119

[2]. La formation de cellulite est également due à des différences dans l'anatomie structurelle des tissus sous-cutanés chez les femmes, avec une possible influence des oestrogènes [2,3]. Quelle que soit la cause sous-jacente, la hernie graisseuse sous-cutanée se produit au sein du tissu conjonctif fibreux, ce qui donne l'apparence caractéristique de la cellulite.

La cellulite ne représente pas un état pathologique et il n'y a pas de remède à ce problème ; cependant, de nombreux traitements ont été développés pour améliorer l'apparence de la cellulite. Chez les personnes présentant un mauvais retour veineux, un massage vigoureux peut améliorer l'élimination du liquide interstitiel en augmentant la circulation et le drainage lymphatique et en décomposant les adhésions [1]. Un dispositif composé de rouleaux est censé réduire la cellulite en améliorant le retour veineux et en stimulant la lipolyse et la production de collagène et d'élastine [4,5].

D'autres systèmes non invasifs ont été mis au point, qui combinent le massage ou la manipulation mécanique avec diverses technologies, notamment la radiofréquence bipolaire, l'énergie des ultrasons, le laser ou la lumière infrarouge et l'aspiration [6-13]. Les études cliniques réalisées avec tous ces appareils ont fait état de divers degrés d'amélioration de l'amélioration visuelle de la cellulite et de la texture de la peau. De nombreux produits cosmétiques topiques sont également présentés comme des traitements contre la cellulite et contiennent de la caféine ou des méthylxanthines, des rétinoïdes, des acides alpha-hydroxy ou une variété d'extraits de plantes [1]. Bien que certains d'entre eux présentent des résultats bénéfiques [14,15], il existe peu de preuves cliniques que la majorité de ces produits peuvent améliorer l'apparence de la cellulite [16].

Contrairement aux traitements non invasifs, la mésothérapie implique des micro-injections de diverses combinaisons de médicaments, de vitamines et d'extraits naturels dans le mésoderme où ils auraient des effets bénéfiques en provoquant une lipolyse [17,18]. La sécurité et l'efficacité de cette procédure n'ont pas été établies par des études contrôlées randomisées et en double aveugle. Par conséquent, il n'existe pas de préparations de mésothérapie approuvées par la FDA. L'utilisation de la mésothérapie pour le traitement de la cellulite a été associée à une toxicité et à d'autres effets indésirables [19,20].

L'objectif de cette étude randomisée, en double aveugle et contrôlée fictive est de déterminer l'efficacité d'un dispositif de lumière laser à faible niveau utilisant des diodes vertes de 532 nm pour améliorer l'apparence de la cellulite au niveau des cuisses et des fesses. Contrairement à d'autres technologies, la thérapie laser à bas niveau sera utilisée comme une procédure autonome sans masticage ni manipulation mécanique.

## MÉTHODES

### Sujets d'étude

L'étude a porté sur des sujets en bonne santé âgés de 18 à 55 ans qui ont exprimé le désir d'améliorer l'apparence de leur cellulite. Les sujets de l'étude ont été évalués à 1 ou 2 selon le système de classification de l'état physique de l'American Society of Anesthesiologists et présentaient une cellulite bilatérale modérée des cuisses et des fesses de stade II ou III selon l'échelle de Nurnberger-Muller. Chaque sujet a exprimé sa volonté de s'abstenir de participer à tout traitement destiné à améliorer l'apparence de la cellulite, à favoriser la perte de poids ou à améliorer la silhouette pendant l'étude

y compris, mais sans s'y limiter, les crèmes, lotions et gels contre la cellulite ; les médicaments en vente libre et sur ordonnance, y compris les suppléments alimentaires/à base de plantes/les minéraux et les coupe-faim ; les programmes de perte de poids, de régime ou d'exercice physique ; les traitements par la lumière ou la chaleur ; la mésothérapie ; les procédures chirurgicales telles que la liposuccion, l'abdominoplastie, l'agrafage de l'estomac ou les bandes sous-abdominales ; et les thérapies alternatives telles que l'acupuncture, les enveloppements corporels, l'hypnothérapie ou le massage. Chaque sujet a accepté de maintenir son régime alimentaire et son programme d'exercices habituels avant l'étude.

Les raisons de l'exclusion de l'étude comprenaient la cellulite sur les cuisses ou les fesses, classée au stade 0 ou I sur l'échelle de Nurnberger-Muller ; une fluctuation de poids supérieure à 10 livres au cours du mois précédent ; des tentatives antérieures de réduction de la cellulite dans les zones de traitement prévues au cours des six mois précédents ; l'utilisation actuelle de tout médicament connu pour affecter le poids corporel ou provoquer des ballonnements ou des gonflements qui ne pouvait pas être interrompue en toute sécurité pendant l'étude ; un état médical connu pour affecter le niveau de poids corporel ou provoquer des ballonnements ou des gonflements ; des antécédents de syndrome du côlon irritable ; une infection active, une dermatite, des cicatrices importantes ou un traumatisme dans les zones de traitement prévues ; une photosensibilité ou des contre-indications à la lumentherapie ; un diabète sucré nécessitant l'utilisation d'insuline ou d'hypoglycémiques oraux ; une maladie cardiovasculaire ou des antécédents de chirurgie cardiaque, une thrombose veineuse profonde ou une maladie artérielle des jambes ; grossesse, allaitement ou grossesse planifiée avant la fin de l'étude ; maladie mentale, trouble du développement ou déficience cognitive qui pourrait empêcher de donner un consentement éclairé ou compromettre les objectifs de l'étude ; ou participation à une autre étude clinique au cours des 30 jours précédents.

### Dispositif laser à faible niveau

Le dispositif LLLT utilisé dans cette étude (Erchonia® GL Scanner ; Erchonia Corporation, McKinney, TX ; GLS) est fondamentalement identique à un dispositif LLLT décrit dans des études précédentes [21] mais utilise six diodes vertes de 532 nm au lieu de cinq diodes rouges de 635 nm (Fig. 1). Quatre diodes montées dans le dispositif de balayage sont positionnées à 120° les unes des autres et titrées à un angle de 30°. Les deux autres diodes sont positionnées à 4° du centre et inclinées à un angle de 15°. La mécanique interne du GLS collecte la lumière émise par chaque diode et la traite à travers une lentille propriétaire qui redirige le faisceau avec un réfracteur linéaire. La lumière réfractée de chaque diode est courbée en un motif aléatoire en spirale indépendant des autres diodes. Le chevauchement des motifs lumineux assure une couverture totale de la zone de traitement. La zone cible est d'environ 8" x 10" in. (80 in.2 ou environ 516 cm2). Chaque diode a une puissance moyenne de 17 mW et la puissance totale des six diodes est de 102 mW.

Le dispositif LLLT utilisé dans l'essai clinique pourrait être activé à l'aide de deux boutons : selon le calendrier de randomisation, l'enquêteur appuierait sur le bouton qui active le laser réel de 17 mW, 532 nm ou sur le bouton qui active une diode électroluminescente (DEL) verte fictive de 1,25 mW, 532 nm. Lorsqu'elle est activée, la lumière de la LED fictive ne peut pas être distinguée de la lumière du laser vert. Les sujets ont reçu des lunettes de sécurité lors de chaque procédure.

## LLLT AMÉLIORE L'APPARENCE DE LA CELLULITE

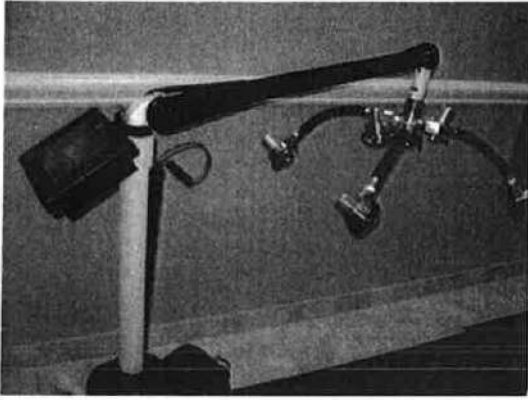


Fig. 1. Le prototype d'appareil LLLT utilisé dans cette étude utilisait six diodes vertes de 532 nm. Chaque diode avait une puissance moyenne de 17 mW et la puissance totale des six diodes était de 102 mW. Sur la base du traitement randomisé pour chaque patient, l'enquêteur a appuyé sur un bouton de l'appareil qui a mis en marche le laser actif de 17 mW, 532 nm ou le bouton qui a activé une diode électroluminescente (DEL) verte fictive de 1,25 mW, 532 nm. Lorsqu'elle est activée, la lumière de la LED fictive ne peut pas être distinguée de la lumière du laser vert.

### Procédure

En utilisant une méthodologie de séquence générée par ordinateur, les sujets ont été randomisés pour subir une LLLT ou un traitement fictif. Au cours de la phase de traitement de deux semaines, chaque sujet a reçu trois séances de traitement hebdomadaires à un intervalle d'au moins deux jours mais pas plus de trois jours. Allongé sur le dos, chaque sujet était confortablement positionné sur la table de traitement. La diode centrale du GLS était placée à 4 pouces au-dessus de l'abdomen, centrée sur la ligne médiane du corps et centrée sur le nombril. L'appareil a été activé pendant 15 minutes. Ensuite, le sujet s'est retourné sur le ventre et le GLS a été à nouveau positionné 4 pouces au-dessus du dos, centré le long de la ligne médiane du corps et focalisé au-dessus du nombril. Le GLS a de nouveau été activé pendant 15 minutes.

### Mesure du résultat primaire

Au cours des discussions sur l'exemption des dispositifs de pré-investigation (IDE), les représentants de la Food and Drug Administration ont déterminé que la principale mesure de l'efficacité pour cette étude devrait être la différence dans la proportion de sujets ayant subi un LLLT et un traitement fictif qui ont obtenu une diminution bilatérale d'un ou plusieurs stades sur l'échelle de notation Nurnberger-Muller, un outil largement utilisé pour mesurer la cellulite [12,22] :

- Stade 0 : Pas de fossettes ou d'altérations visibles apparentes à la surface de la peau en position debout ou couchée ou en cas de pincement de la peau.
- Stade I : Pas de capitonnage ou d'altération visible de la surface de la peau en position debout ou couchée. Les capitons apparaissent avec le test du pincement ou de la contraction musculaire.
- Stade II : Les capitons apparaissent spontanément en position debout, mais pas en position non couchée.

L'aspect peau d'orange de la peau est visible à l'œil nu, sans qu'il soit nécessaire de la manipuler.

- Stade III : Le capitonnage est spontanément présent en position debout et couchée, visible à l'œil nu, sans qu'aucune manipulation ne soit nécessaire. La surface de la peau d'orange présente une apparence avec des zones en relief et des nodules.

Outre la classification de la gravité de la cellulite, l'échelle de Nurnberger-Muller peut être utilisée pour évaluer les changements de gravité après le traitement. Les évaluations utilisant l'échelle de Nurnberger-Muller ont été effectuées à la ligne de base, 2 semaines (après la dernière session de traitement) et 6 semaines (4 semaines après la dernière session de traitement).

### Autres évaluations

D'autres évaluations avant et après le traitement comprenaient des mesures de la circonférence de la cuisse droite et gauche, l'indice de masse corporelle (IMC) et la surface corporelle couverte par la cellulite (BSA) [23,24]. Les mesures de la circonférence des cuisses ont été effectuées alors que le sujet se tenait debout, son poids étant uniformément réparti sur les deux pieds, avec les jambes légèrement écartées. La circonférence de chaque cuisse a été mesurée 1 cm en dessous de la ligne ou du pli fessier (pli des fesses). Le ruban à mesurer sensible à la pression enregistrait la circonférence à 1 mm près. Toutes les mesures ont été prises par l'enquêteur aveugle.

D'autres évaluations ont porté sur la présence et la localisation des irrégularités existantes sur les cuisses et les fesses, telles que les cicatrices, les asymétries, les vergetures, la décoloration, les caractéristiques cliniques associées à la cellulite, y compris la gravité de la "peau d'orange", les taches blanches sub-cyanotiques, la douleur à la palpation de la peau, l'hypothermie, les paresthésies et les télangiectasies, ou la formation de séromes. Les sujets inscrits ont été interrogés sur tout changement dans l'utilisation courante des médicaments en vente libre et sur ordonnance ou d'autres thérapies et régimes alimentaires et régimes d'exercice signalés lors des évaluations de base.

À la fin de la deuxième semaine de l'étude, chaque sujet a été invité à évaluer son degré de satisfaction quant à l'évolution globale de l'apparence de la cellulite au niveau des cuisses et des fesses, en utilisant l'échelle de cinq points suivante :

- Très satisfait
- Plutôt satisfait
- Ni satisfait, ni insatisfait
- Pas très satisfait
- Pas du tout satisfait

### Sécurité

Les évaluations de la sécurité ont porté sur les événements indésirables signalés par les sujets au cours de l'étude et sur tout effet indésirable observé par les chercheurs dans la zone de traitement.

## Analyse statistique

Le principal critère d'évaluation était la proportion de sujets obtenant une diminution de plus d'un degré de la cuisse les groupes traités au LLLT et les groupes simulés. Un test unilatéral a été appliqué avec une valeur alpha de 0,05. Les changements dans les mesures de résultats secondaires ont été évalués dans et entre les groupes de traitement en utilisant le test t, l'ANOVA, l'ANCOVA et l'analyse de régression linéaire.

## Éthique

Le protocole utilisé dans cette étude a été approuvé par un conseil d'examen institutionnel indépendant (Ethical & Independent Review Services, Corte Madera, CA). Chaque sujet a fourni un consentement éclairé avant de participer à toute activité liée au traitement.

## RÉSULTATS

### Démographie

L'étude a recruté 34 sujets dans chaque groupe de traitement (tableau 1). Les 68 sujets ont tous terminé l'étude. Il n'y a pas eu de différences significatives entre les groupes en ce qui concerne les stades de base moyens de la balance Nurnberger-Muller, le poids corporel, l'IMC, les mesures de la circonférence des cuisses ou la quantité de BSA affectée par la cellulite.

### Mesure du résultat primaire

Dix-neuf sujets du groupe LLLT ont atteint les critères de réussite individuels (55,88%) contre trois sujets (8,82%) du groupe simulé ( $P < 0,0001$ ; tableau 2).

### Mesures des résultats secondaires

L'analyse par protocole des changements bilatéraux au stade de l'échelle de Nurnberger-Muller est basée sur 52 sujets. Deux sujets traités par LLLT ont obtenu une amélioration en deux étapes sur l'échelle de Nurnberger-Muller à la fin des deux semaines de l'étude

et quatre l'ont fait lors de l'évaluation de suivi à six semaines, contre aucun des sujets simulés à aucun des deux moments (tableau 3). La majorité des sujets ayant subi un traitement fictif n'ont pas montré de changement sur l'échelle de Nurnberger-Muller lors des évaluations à 2 et 6 semaines (88 % et 79 %, respectivement).

Les sujets traités par LLLT ont montré une diminution significative du tour de cuisse combiné au début de l'étude à 2 semaines et à l'évaluation de suivi à 6 semaines (pour chacun,  $P < 0,0001$  par rapport au début de l'étude) alors que les sujets soumis à un traitement fictif n'ont montré aucun changement (Tableau 4 ; Fig. 2). De même, les sujets traités par LLLT ont montré des diminutions significatives du poids corporel moyen de base ( $P < 0,0005$ ), de l'IMC ( $P < 0,001$ ) et du pourcentage de BSA affecté par la cellulite ( $P < 0,0005$ ) alors qu'aucun changement n'a été observé pour ces paramètres chez les sujets traités par simulation (tableau 5). Parmi les participants ayant répondu à l'enquête de satisfaction, 62,1 % des sujets traités par LLLT étaient très satisfaits ou assez satisfaits de l'amélioration de la cellulite

droite et gauche et des fesses sur l'échelle de Nurnberger-Muller. Le test exact de Fisher a été utilisé pour comparer

**TABLEAU 1. Démographie des sujets**

	Traitement- LLLT (N = 30) <sup>a</sup>	Traitement-fictif (N = 33) <sup>a</sup>
Genre féminin	30 (100%)	33 (100%)
Age, moyenne (SD)	39.87 (10.01)	39.94 (10.72)
Race/ethnicity, N (%)		
Caucasien	27 (90%)	31 (94%)
Afro-Américain	1 (3%)	
Moyen-Orient	2 (7%)	2 (6%)

Les données étaient manquantes pour quatre sujets du groupe LLLT et un du groupe Sham.

**TABLEAU 2. Sujets Réussite individuelle**

	Traitement- LLLT	Traitement- fictif	Importance <sup>"</sup>
Sujets (%)	19 (55.88)	3 (8.82)	$P < 0.0001$

Le test exact de Fischer pour deux proportions indépendantes.

**TABLEAU 3 Évolution des stades de l'échelle de Nurnberger-Muller, population par protocole**

	LLLT- Traitement (N = 23)	Fictif- Traitement (N = 29)
Semaine 2, n (%)		
Diminution du 2 stages	2(9%)	
Diminution du 1 stage	13(56%)	1 (3%)
No change	8(35%)	27 (94%)
Increase of 1 stage		1 (3%)
Semaine 6, n (%)		
Diminution du 2 stages	4(17%)	
Diminution du 1 stage	13(57%)	4 (14)
Pas de changement	6(26%)	27 (83%)
Augmentation d'une étape	11	1 (3%)

qu'ils avaient obtenue grâce au traitement, contre 25,8 % des sujets simulés (tableau 6 ; figure 3).

### Autres évaluations

Aucun des sujets participants n'a signalé d'écart par rapport au régime alimentaire de base, à l'exercice ou à la prise de médicaments pendant l'étude qui aurait un impact sur les mesures de l'étude. Non

**TABLEAU 4. Évolution du tour de cuisse combiné, population par protocole**

	LLLT- Traitement (N = 23)	Fictif- Traitement (N = 29)
Changement (en.) Pre- Traitement Post- Traitement (Semaine2) Suivi (Semaine6)	Signifie (SD) 47.13 (4.16) 45.27 (4.34)* 44.77 (4.76)	Signifie (SD) 45.59 (4.36) 45.22 (4.35) 45.18 (4.44)

\* $P < 0,0001$  par rapport à la ligne de base.

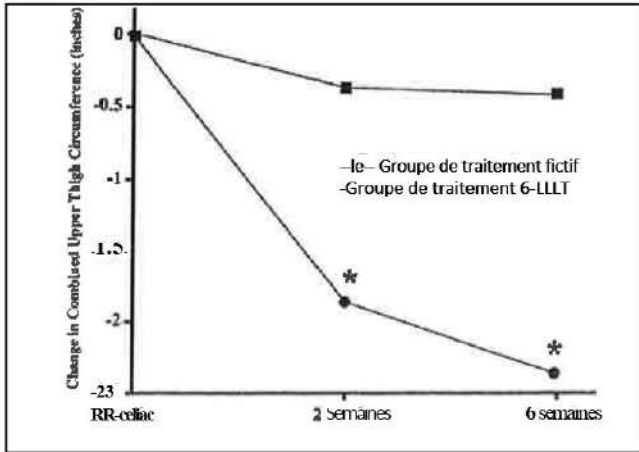


Fig. 2. Les sujets traités par LLLT ont montré une diminution significative du tour de cuisse combiné au début de l'étude de 2 semaines et lors de l'évaluation de suivi après 6 semaines, tandis que les sujets soumis à un traitement fictif n'ont montré aucun changement. \*P < 0,0001 par rapport à la ligne de base.

Les changements de n'importe quel marqueur cutané de base enregistré lors de l'une des trois visites d'évaluation de l'étude ont été notés pour n'importe quel sujet de l'étude. Aucun événement indésirable n'a été signalé.

**DISCUSSION**

Les résultats de cette étude indiquent que la LLLT utilisant une diode verte de 532 nm est une méthode autonome efficace pour améliorer l'apparence de la cellulite. Ces résultats contrastent avec d'autres technologies qui nécessitent un massage ou une manipulation mécanique pour obtenir des effets bénéfiques. On pourrait avancer que le massage pourrait même jouer un rôle dans

**TABLEAU 5. Variations du poids corporel, de l'IMC et de la BSA affectées par la cellulite**

	LLLT-traitement (N = 23)	Sham-traitement (N = 29)
<b>Poids corporel (lb), moyenne</b>		
Prétraitement (base de référence)	154.55 (25.53)	<b>154.34 (28.78)</b>
Post-traitement (Semaine 2)	153.00 (25.26)*	<b>154.05 (28.70)</b>
Suivi (Semaine 6)	152.77 (24.86)*	<b>153.62 (28.45)</b>
<b>IMC (kg/m²), moyenne (ET)</b>		
Prétraitement (base de référence)	25.99 (3.04)	<b>24.90 (2.69)</b>
Post-traitement (Semaine 2)	25.73 (2.98)t	<b>24.85 (2.66)</b>
Suivi (Semaine 6)	25.70 (2.95)t	<b>24.79 (2.62)</b>
<b>BSA (%), moyenne (SD)</b>		
Prétraitement (base de référence)	16.65 (6.23)	<b>14.74 (6.92)</b>
Post-traitement (Semaine 2)	12.76 (6.47)*	<b>14.08 (6.55)</b>
Suivi (Semaine 6)	12.33 (6.77)*	<b>13.58 (6.59)</b>

\*P < 0,0005, ANOVA à sens unique pour les échantillons corrélés. P < 0,001, ANOVA à sens unique pour les échantillons corrélés.

**TABLEAU 6. Enquête sur la satisfaction des sujets, population par protocole**

	LLLT-traitement (N = 29)		Sham-traitement (N = 31)	
Réponse, N (%)				
Très satisfait	10	(34.5)	2	(6.5)
Assez satisfait	8	(27.5)	6	(19.4)
Ni satisfait, ni insatisfait	8	(27.5)	14	(45.2)
Pas très satisfait	1	(3.5)	<b>9</b>	<b>(29.0)</b>
Pas du tout satisfait	2	(7.0)		

les améliorations constatées suite à l'application de produits topiques pendant 4 et 12 semaines [14,15]. L'application répétée d'une crème ou d'un gel consiste à faire pénétrer le produit dans la peau par frottements répétés et le fait de masser les zones affectées avec des produits topiques peut être responsable de ces résultats [1].

Un nombre important et croissant de recherches révèle la réponse biologique unique et diversifiée qui se produit à la suite de l'application d'une lumière laser de faible intensité sur des tissus vivants. Il a été démontré que la LLLT modifie l'expression des gènes [25], la prolifération cellulaire [26-30], l'équilibre du pH intracellulaire [31], le potentiel membranaire des mitochondries [32], la génération d'espèces réactives transitoires d'oxygène [33-36], les levées d'ions calcium [33,37,38], les gradients de protons [39] et la consommation d'oxygène cellulaire [40].

Bien que le mécanisme exact reste inconnu, des travaux antérieurs réalisés par d'autres chercheurs ont montré que les lasers de 532 nm induisent une cascade biologique au niveau cellulaire, entraînant des effets cliniques observables, notamment la promotion de la synthèse du collagène [41-47]. Nous proposons que l'utilisation de la lumière à 532 nm puisse corriger le modèle irrégulier de tissu conjonctif associé au collagène et induire un resserrement de la peau en stimulant la synthèse de nouveau collagène. L'application du laser vert pourrait donc être un moyen efficace d'améliorer la qualité de la peau.

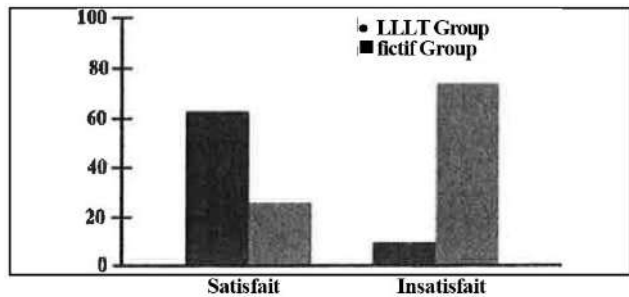


Fig. 3. Parmi les participants ayant répondu à l'enquête sur l'interaction avec les sujets, 62,1 % des sujets traités par LLLT étaient très satisfaits ou assez satisfaits de l'amélioration de la cellulite qu'ils avaient obtenue grâce au traitement, contre 25,8 % des sujets ayant subi un traitement fictif.

Méthode pour diminuer l'apparence de la cellulite en resserrant la peau.

Les sujets de l'étude ont obtenu une amélioration significative de l'apparence de la cellulite sur les cuisses et les fesses après six séances de traitement de 30 minutes sur une période de deux semaines. Ces améliorations ont persisté pendant un minimum de 4 semaines après le dernier traitement. Le nombre de sujets ayant obtenu une amélioration en deux étapes sur l'échelle de Nurnberger-Muller est passée de deux à la fin de l'étude de deux semaines à quatre lors de l'évaluation de suivi de six semaines, ce qui suggère que des améliorations cliniques pourraient même continuer à se produire après le traitement. De futures études permettront d'évaluer plus en détail les avantages à long terme de la LLLT pour le traitement de la cellulite.

## CONCLUSION

La thérapie laser à bas niveau utilisant des diodes vertes de 532 nm est sûre et efficace pour améliorer l'apparence de la cellulite dans les fesses et les cuisses et les fesses après 2 semaines. Contrairement à d'autres technologies, la LLLT est efficace en tant que procédure autonome sans massage ni manipulation mécanique. Les résultats de l'étude actuelle indiquent que les effets bénéfiques de la LLLT sur la cellulite persistent pendant 4 semaines. Les études futures évalueront les avantages à long terme de la LLLT pour le traitement de la cellulite.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Elvira Walls, Regulatory Insight, Inc. et le Dr. Carl Hornfeldt, Apothekon, Inc. pour leur aide lors de la préparation de ce manuscrit.

## REFERENCES

1. Rawlings AV, Cellulite its treatment. *Int J Cosmet Sci* 2006;28:175-190.
2. Rossi AB, Vergnanini AL. Cellulite: A review. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2000;14:251-262.
3. Terranova F, Berardesca E, Maibach H. Cellulite: Nature and aetiopathogenesis. *Int J Cosmet Sci* 2006;28:157-167.
4. Chang P, Wiseman J, Jacoby T, Salisbury AV, Ersek RA. Noninvasive mechanical body contouring: (Endermologie) a one-year clinical outcome study update. *Aesthetic Plast Surg* 1998;22:145-153.
5. GÜleg AT. Treatment of cellulite with LPG endermologie. *Int J Dermatol* 2009;48:265-270.
6. Sadick NS, Mulholland RS. A prospective clinical study to evaluate the efficacy and safety of cellulite treatment using the combination of optical and RF energies for subcutaneous tissue heating. *J Cosmet Laser Ther* 2004;6:187-190.
7. Sadick N, Magro C. A study evaluating the safety and efficacy of the VelaSmooth system in the treatment of cellulite. *J Cosmet Laser Ther* 2007;9:15-20.
8. Hexsel DM, Siega C, Schilling-Souza J, Porto MD, Rodrigues TC. A bipolar radiofrequency, infrared, vacuum and mechanical massage device for treatment of cellulite: A pilot study. *J Cosmet Laser Ther* 2011;13:297-302.
9. Gold MH, Khatri KA, Hails K, Weiss RA, Fournier N. Reduction in thigh circumference and improvement in the appearance of cellulite with dual-wavelength, low-level laser energy and massage. *J Cosmet Laser Ther* 2011;13:1320.
10. Kulick MI. Evaluation of a noninvasive, dual-wavelength laser-suction and massage device for the regional treatment of cellulite. *Plast Reconstr Surg* 2010;125:1788-1796.
11. Foster KW, Kouba DJ, Hayes J, Freeman V, Moy RL. Reductions in thigh and infrabumeral circumference following treatment with a novel device combining ultrasound, suction, and massage. *J Drugs Dermatol* 2008;7:113-115.
12. Nootheti PK, Magpantay A, Yosowitz G, Calderon S, Goldman MP. A single center, randomized, comparative, prospective clinical study to determine the efficacy of the VelaSmooth system versus the Triactive system for the treatment of cellulite. *Lasers Surg Med* 2006;38:908-912.
13. Bousquet-Rouaud R, Bazan M, Chaintreuil J, Echague AV. High-frequency ultrasound evaluation of cellulite treated with the 1064 nm Nd:YAG laser. *J Cosmet Laser Ther* 2009; 11:34-44.
14. Roure R, Oddos T, Rossi A, Vial F, Bertin C. Evaluation of the efficacy of a topical cosmetic slimming product combining tetrahydroxypropyl ethylenediamine, caffeine, carnitine, forskolin and retinol, In vitro, ex vivo and in vivo studies. *Int J Cosmet Sci* 2011;33:519-526.
15. Rao J, Gold MH, Goldman MP. A two-center, double-blinded, randomized trial testing the tolerability and efficacy of a novel therapeutic agent for cellulite reduction. *J Cosmet Dermatol* 2005;4:93-102.
16. Hexsel D, Soirefmann M. Cosmeceuticals for cellulite. *Semin Cutan Med Surg* 2011;30:167-170.
17. Rotunda AM, Avram MM, Avram AS. Cellulite: Is there a role for injectables? *J Cosmet Laser Ther* 2005;7:147-154.
18. Kutlubay Z. Evaluation of mesotherapeutic injections of three different combinations of lipolytic agents for body contouring. *J Cosmet Laser Ther* 2011;13:142-153.
19. Ramos-e-Silva M, Pereira AL, Ramos-e-Silva S, Pifheiro-Maceira J. Oleoma: Rare complication of mesotherapy for cellulite. *Int J Dermatol* 2012;51:162-167.
20. Vukcevic NP, Babie G, Segrt Z, Ercegovic GV, Jankovic S, Aemovie L. Severe acute caffeine poisoning due to intradermal injections: Mesotherapy hazard. *Vojnosanit Pregl* 2012; 69:707-713.
21. Nestor MS, Zarraga MB, Park H. Effect of 635 nm low-level laser therapy on upper arm circumference reduction: A double-blind, randomized, sham-controlled trial. *J Clin Aesthet Dermatol* 2012;5:42-48.
22. Sasaki GH, Oberg K, Tucker B, Gaston M. The effectiveness and safety of topical PhotoActiv phosphatidylcholine-based anti-cellulite gel and LED (red and near-infrared) light on Grade II-III thigh cellulite: A randomized, double-blinded study. *J Cosmet Laser Ther* 2007;9:87-96.
23. Mertens DM, Jenkins ME, Warden GD. Outpatient burn management. *Nurs Clin North Am* 1997;32:343-364.
24. Lund C, Browder N. The estimation of areas of burns. *Surg Gynecol Obstet* 1944;79:352-358.
25. Byrnes KR, Wu X, Waynant RW, Ilev IK, Anders JJ. Low power laser irradiation alters gene expression of olfactory ensheathing cells in vitro. *Lasers Surg Med* 2005;37:161171.
26. Snyder SK, Byrnes KR, Borke RC, Sanchez A, Anders JJ. Quantification of calcitonin gene-related peptide mRNA and neuronal cell death in facial motor nuclei following axotomy and 633 nm low power laser treatment. *Lasers Surg Med* 2002;31:216-222.
27. Broadley C, Broadley KN, Disimone G, Reinisch L, Davidson JM. Low energy helium-neon laser irradiation and the tensile strength of incisional wounds in the rat. *Wound Rep Reg* 1995;3:512-517.
28. Allendrof JDF, Bessler M, Huang J, Kayton ML, Laird D, Nowygrod R, Treat MR. Helium-neon laser irradiation at fluences of 1,2 and 4 J/cm<sup>2</sup> failed to accelerate wound

- healing as assessed by both wound contracture rate and tensile strength. *Lasers Surg Med* 1997;20:340-345.
29. Lowe AS, Walker MD, O'Byrne M, Baxter GD, Hirst DG. Effect of low intensity monochromatic light therapy (890 nm) on a radiation impaired, wound-healing model in murine skin. *Lasers Surg Med* 1998;23:291-298.
  30. Walker MD, Rumpf S, Baxter GD, Hirst DG, Lowe AS. Effect of low-intensity laser irradiation (660 nm) on a radiation-impaired wound-healing model in murine skin. *Lasers Surg Med* 2000;26:41-47.
  31. Lubart R, Wollman Y, Friedman H, Rochkind S, Laulicht I. Effects of visible and near-infrared lasers on cell culture. *J Photochem Photobiol* 1992;12:305-310.
  32. Moore P, Ridgway TD, Higbee RG, Howard EW, Lucroy MD. Effect of wavelength on low-intensity laser irradiation-stimulated cell proliferation in vitro. *Lasers Surg Med* 2005;36:8-12.
  33. Alexandratou E, Yova D, Handris P, ICletsas D, Loukas S. Human fibroblasts alterations induced by low power laser irradiation at the single cell level using confocal microscopy. *Photochem Photobiol Sci* 2002;1:547-552.
  34. Grossman N, Schneid N, Reuveni H, Halevy S, Lubart R. 780 nm low power diode laser irradiation stimulates proliferation of keratinocyte cultures: Involvement of reactive oxygen species. *Lasers Surg Med* 1998;22:212-218.
  35. Lubart R, Eichler M, Lavi R, Friedman H, Shainberg A. Low-energy laser irradiation promotes cellular redox activity. *Photomed Laser Surg* 2005;1:3-9.
  36. Lin Y, Berg All, Iyengar P, Lam TKT, Giacca A, Combs TP, Rajala MW, Du X, Rollman B, Li W, Hawkins M, Barzilai N, Rhodes CJ, Fantus IG, Brownlee M, Scherer PE. The hyperglycemia-induced inflammatory response in adipocytes: The role of reactive oxygen species. *J Biol Chem* 2005;280:46174626.
  37. Lubart R, Friedman H, Levinshal T, Lavie R, Breitbart H. Effect of light on calcium transport in bull sperm cells. *J Photochem Photobiol* 1992;15:337-341.
  38. Tong M, Liu YF, Zhao XN, Yan CZ, Hu ZR, Zhang ZH. Effects of different wavelengths of low level laser irradiation on marine immunological activity and intracellular  $Ca^{2+}$  in human lymphocytes and cultured cortical neurogliaocytes. *Lasers Med Sci* 2000;15:201-206.
  39. Gordon SA, Surrey K. Red and far-red action on oxidative phosphorylation. *Radiat Res* 1960;12:325-339.
  40. Passarella S, Casamassima E, Molinari S, Pastore D, Quagliariello E, Catalano IM, Cingolani A. Increase of proton electrochemical potential and ATP synthesis in rat liver mitochondria irradiated in vitro by helium-neon laser. *FEBS Lett* 1984;175:95-99.
  41. Seaton ED, Mouser PE, Charakida A, Alam S, Seldon PM, Chu AC. Investigation of the mechanism of action nonablative pulsed-dye laser therapy in photorejuvenation and inflammatory acne vulgaris. *Br J Dermatol* 2007;152: 409.
  42. Rostan E, Bowes LE, Iyer S, Fitzpatrick RE. A double-blind, side-by-side comparison study of low fluence long pulse dye laser to coolant treatment for wrinkling of the cheeks. *J Cosmet Laser Ther* 2001;3:129-136.
  43. Goldberg D, Tan M, Dale-Sarradet M, Gordon M. Nonablative dermal remodeling with a 585 nm, 350-microsec, flash-lamp pulsed dye laser: Clinical and ultrastructural analysis. *Dermatol Surg* 2003;29:161-164.
  44. Moody Br, McCarthy JE, Hruza GJ. Collagen remodeling after 585 nm pulsed dye laser irradiation: An ultrasonographic analysis. *Dermatol Surg* 2003;29:997-999.
  45. Hsu TS, Zelickson B, Dover JS, Kilmer S, Burns J, Hruza G, Brown DB, Bernstein EF. Multicenter study of the safety and efficacy of a 585 nm pulsed-dye laser for the nonablative treatment of facial rhytides. *Dermatol Surg* 2005;31:1-9.
  46. Michel JL. ED 2000: 585 nm collagen remodeling pulsed dye laser. *J Cosmet Laser Ther* 2003;5:201-203.
  47. Bjerring P, Clement M, Heickendorff L, Lybecker H, Kiernan M. Dermal collagen production following irradiation by dye laser and broadband light source. *J Cosmet Laser Ther* 2002;4:39-43.