

Trattamento percutaneo della patologia benigna tiroidea: tecnica laser

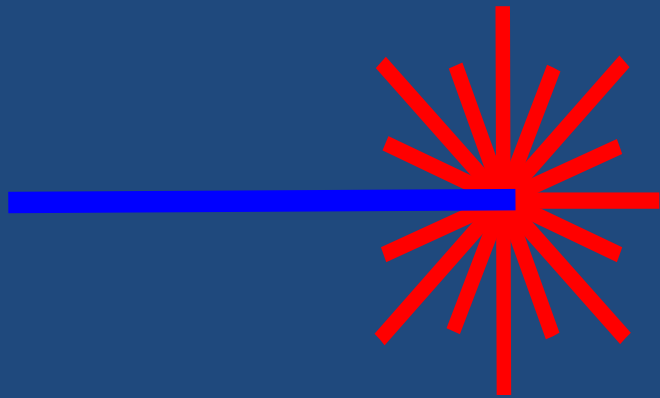
Dott. Giovanni Gambelunghe
Perugia - Italy

It is possible to reduce the size of thyroid nodules using mini-invasive procedures:

- **Percutaneous Etanol Injection (PEI)**

Percutaneous Thermal Procedures:

- Ablation with Radiofrequency
- Ablation with microwaves
- Ablation with Ultrasounds
- **Ablation with Laser (LA)**



L ***Light***
A ***Amplification by***
S ***Stimulated***
E ***Emission of***
R ***Radiation***

La luce laser è costituita da onde della stessa lunghezza d'onda (monocromatica), in fase (coerente) e parallele tra loro (collimata)

Cessione di energia in una piccola e ben determinata area di tessuto attraverso una fibra ottica flessibile di piccolo calibro (dell'ordine di micron) in modo preciso, controllato, e prevedibile

Gli effetti biologici sono dati dall'assorbimento dell'energia luminosa sotto forma di calore con conseguente vaporizzazione, necrosi e coagulazione del tessuto

LASER

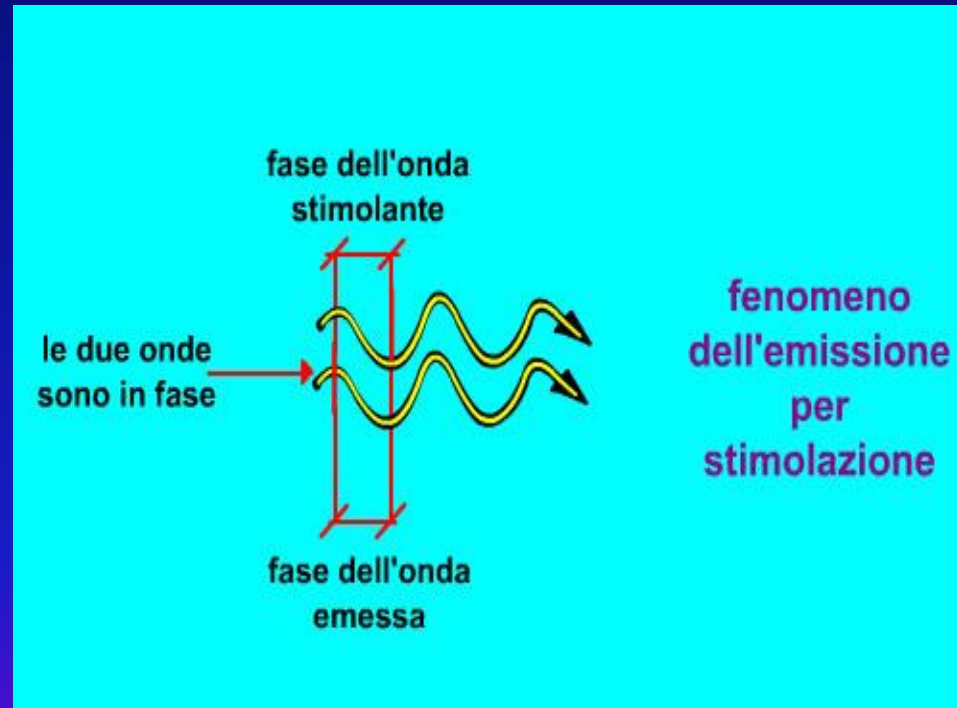
Il fenomeno fisico sul quale si base il suo funzionamento è quello dell'*emissione stimolata*, enunciato da **A. Einstein** nel **1917** e preso in considerazione, a livello applicativo, negli anni '50 nell'ambito della ricerca sugli **orologi atomici**, che portò alla realizzazione del primo **MASER** (**M**icrowave - **A**mplification - **by** **S**timulated - **E**mission - of **R**adiation) ad ammoniaca.

Emissione per stimolazione

Intorno al 1920 Einstein scoprì che irradiando gli atomi eccitati con fotoni di energia ΔE l'emissione di fotoni viene stimolata.

I fotoni emessi hanno le medesime caratteristiche dei fotoni incidenti in direzione e frequenza e viaggiano in fase coi fotoni stimolatori, ovvero, come onde elettromagnetiche, **non c'è sfasamento tra le onde che stimolano l'emissione e le onde emesse.**

*Questo fenomeno prende il nome di **emissione per stimolazione.***



LASER

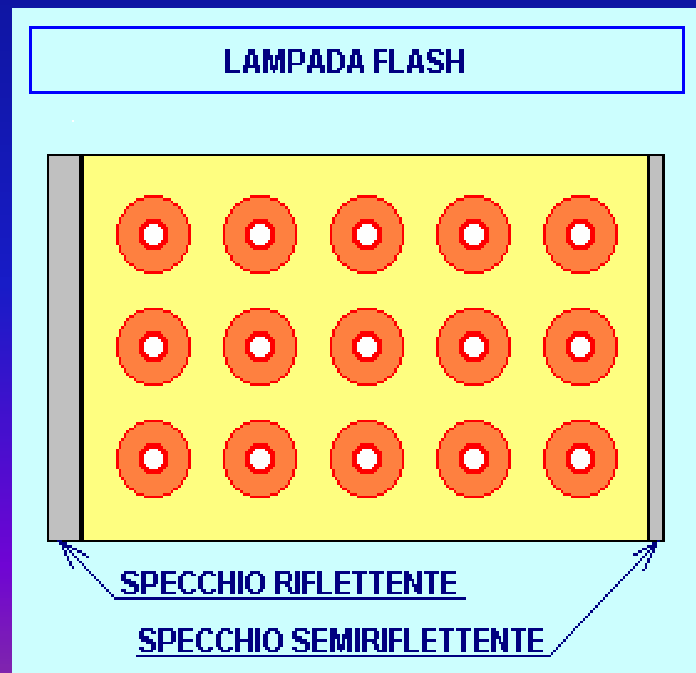
Il LASER è stato inventato, a livello teorico, nel 1958 da uno scienziato americano, Charles H. Townes e realizzato, per la prima volta da due americani, T. H. Maiman e A. Javan, e dai russi N.G. Basov e A.M. Prochorov, negli anni '60.



*Il primo **LASER** realizzato da Maiman nel '60.*

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

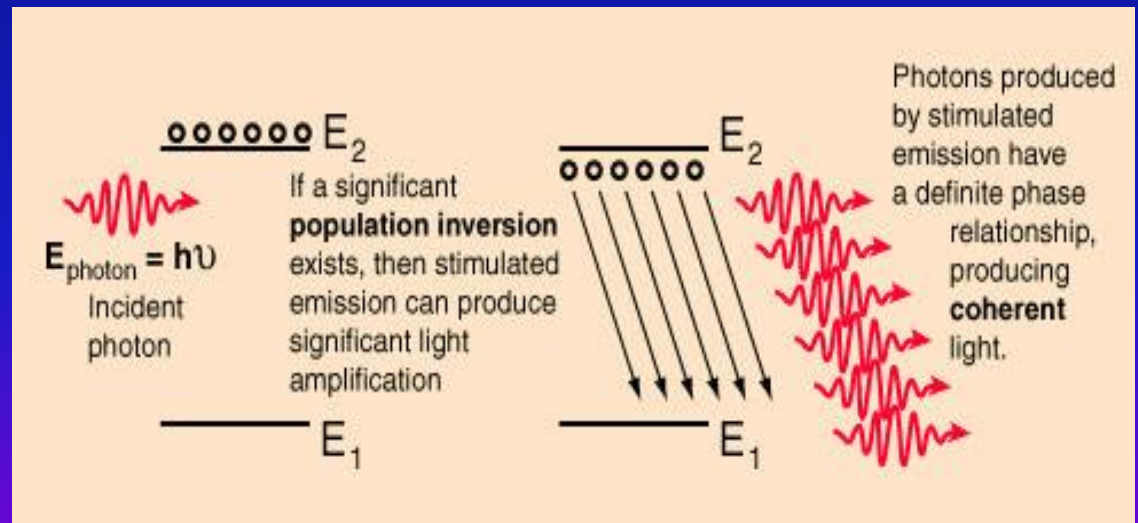
Il LASER, invece, è in grado di produrre *un'emissione stimolata* a seguito della sua struttura di specchi paralleli, di cui uno perfettamente riflettente, ed uno semiriflettente, che detta di **tipo FABRY - PEROT** dal nome degli scienziati che li hanno inventato.



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

I fotoni, passando vicino agli atomi eccitati, producono il decadimento degli elettroni dall'orbita instabile a maggiore energia, a quella stabile a energia inferiore con conseguente emissione di altri fotoni, tutti rigorosamente della stessa frequenza e della stessa fase, che vengono anche loro costretti a oscillare in avanti e indietro fra i due specchi.

Questi costituiscono una **cavità risonante ottica** poiché la distanza fra i due specchi deve risultare un *multiplo intero di mezza lunghezza d'onda* della radiazione **LASER**



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Raggiunta una certa intensità, i fotoni riescono ad uscire dallo specchio semitrasparente (1%) in un **unico raggio perfettamente monocromatico** e in fase, perché generato dall'*emissione stimolata* di atomi tutti assolutamente eguali, e perfettamente rettilineo, perché prodotto dopo un innumerevole numero di oscillazioni in linea retta che ne garantiscono la direzione rettilinea.

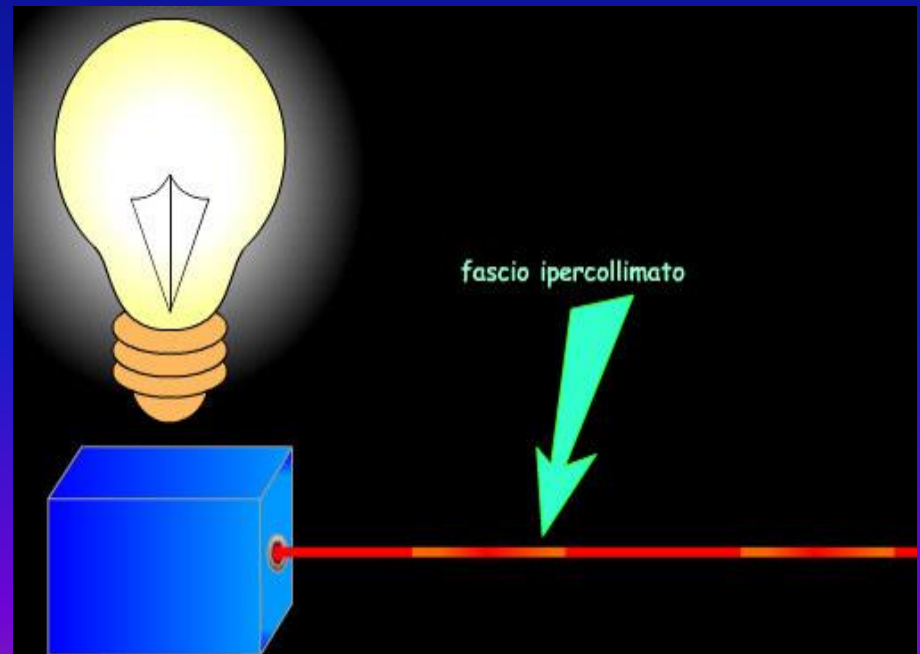


Proprietà della luce laser

Unidirezionalità

La luce Laser si propaga in una direzione ben definita, a differenza della luce di una normale lampadina a incandescenza che emette luce in tutte le direzioni.

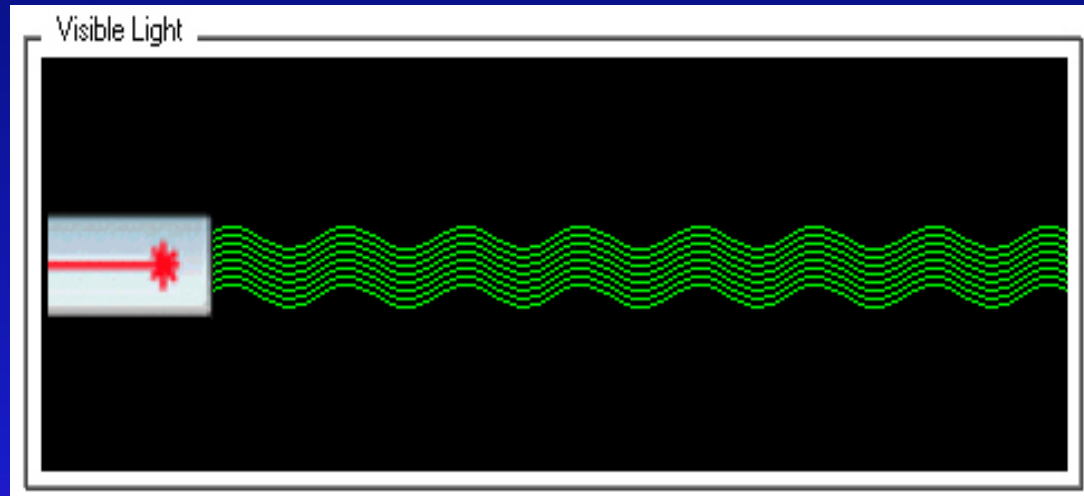
Un fascio Laser a grande distanza diverge in maniera minima: un fascio verde di un laser ad Argo con sezione in partenza di un centimetro di diametro si allarga fino ad una sezione di tre centimetri di diametro dopo un percorso di 500 metri.



Proprietà della luce laser

Monocromaticità

La radiazione laser presenta sempre una stessa frequenza mentre una lampadina a incandescenza emette radiazione composta da fotoni di energie differenti.

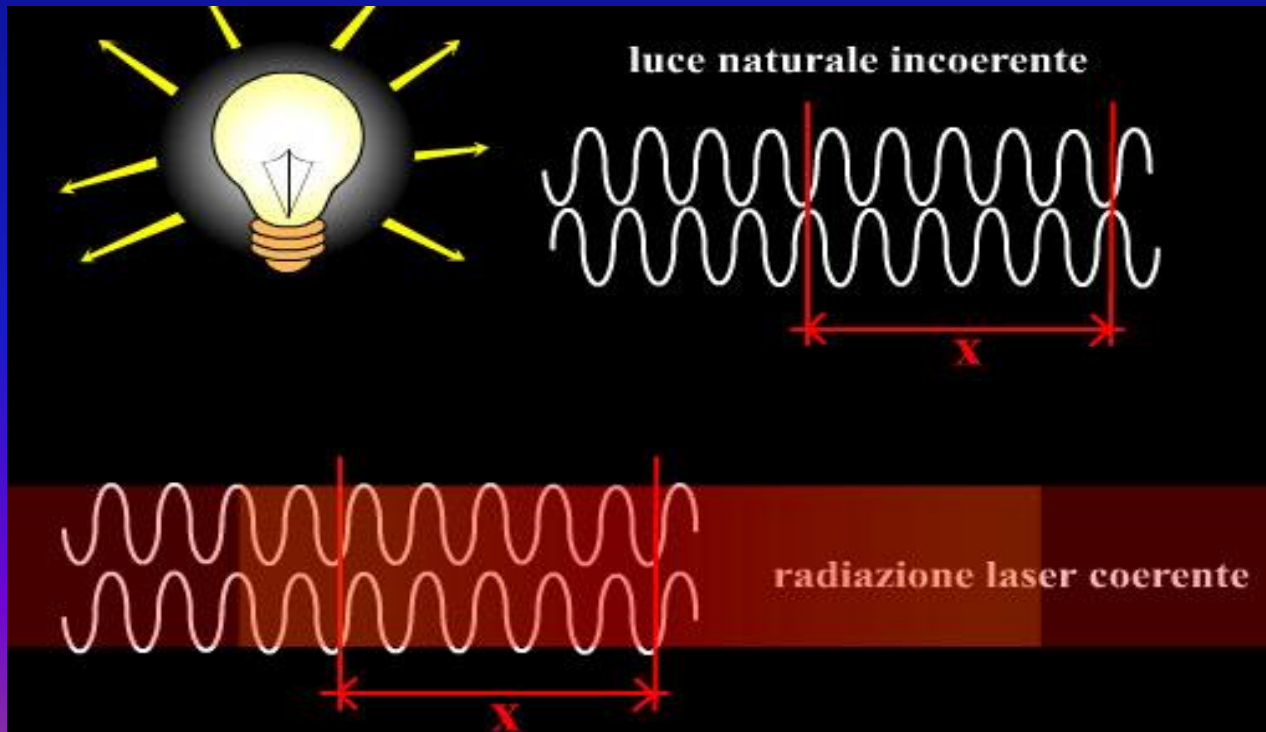


La monocromaticità è legata alla coerenza temporale ed è dovuta al meccanismo dell'emissione stimolata di radiazione da parte del materiale attivo che può essere solido (rubino, Nd-YAG, ecc.), gassoso (CO₂, Argo) o liquido (laser a coloranti).

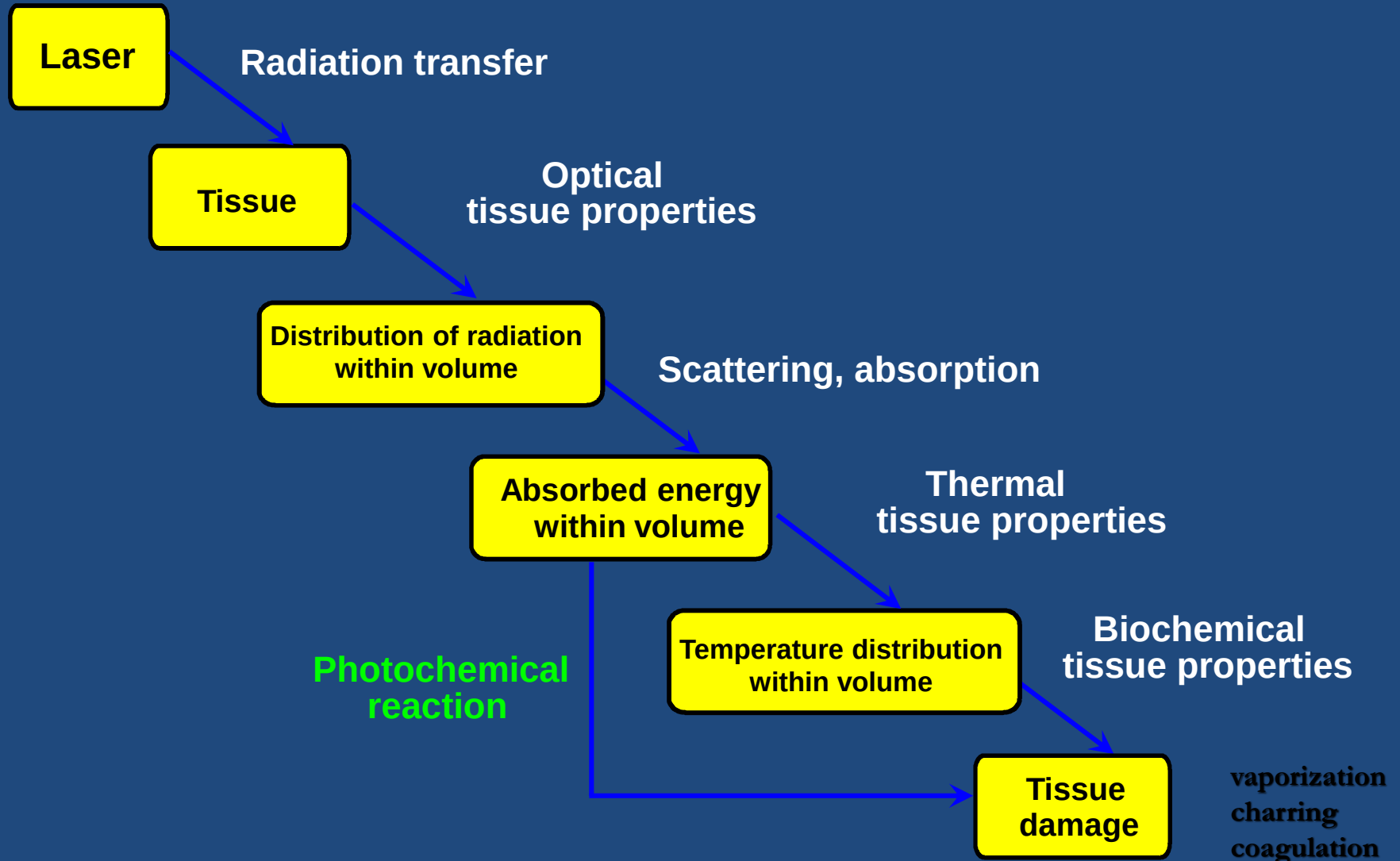
Proprietà della luce laser

Coerenza

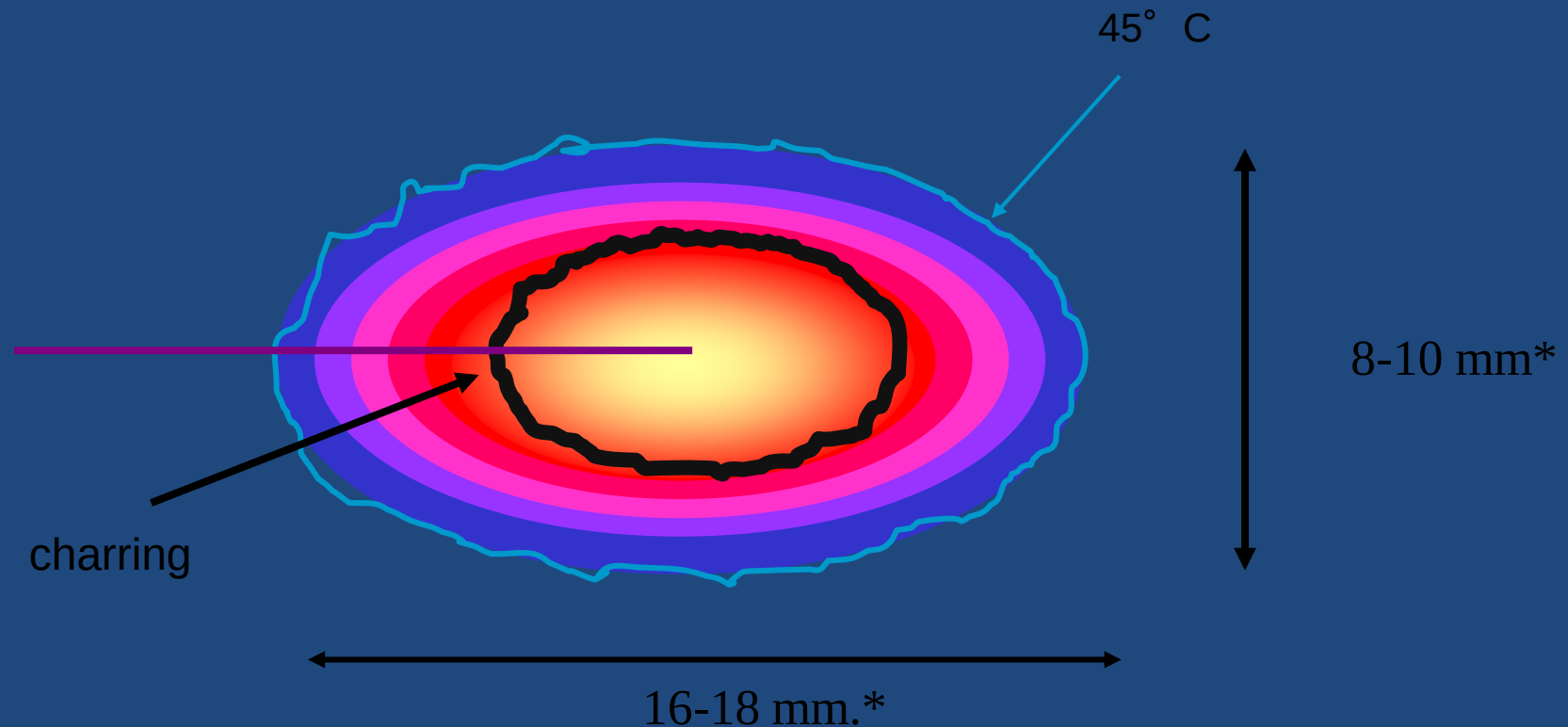
La proprietà di unidirezionalità dei fasci laser è legata alla **coerenza spaziale** ed è una conseguenza della struttura della cavità risonante del laser formata da due specchi paralleli che creano in uscita un fascio di fotoni con direzione esattamente perpendicolare alla loro superficie.



laser irradiation & local tissue interaction



Early experience showed that thermal ablation by means of Laser, RF or PMCT energy could reliably create foci of tissue necrosis no larger than 1.6 cm in diameter



*single ablation diameter with continuous operating Nd-YAG laser at 2 W-1000 J with 21G needles and 600 μ m flap tip fibreoptics (*Amin et al. Radiology 1995*)

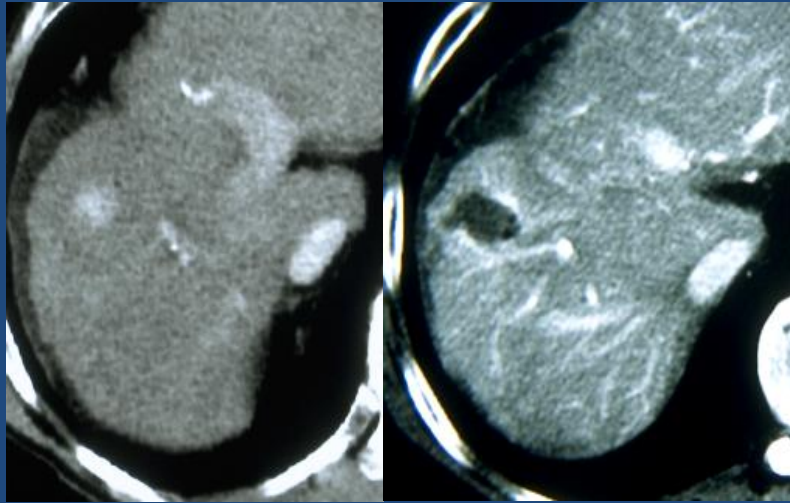
LTA : Multifiber technique



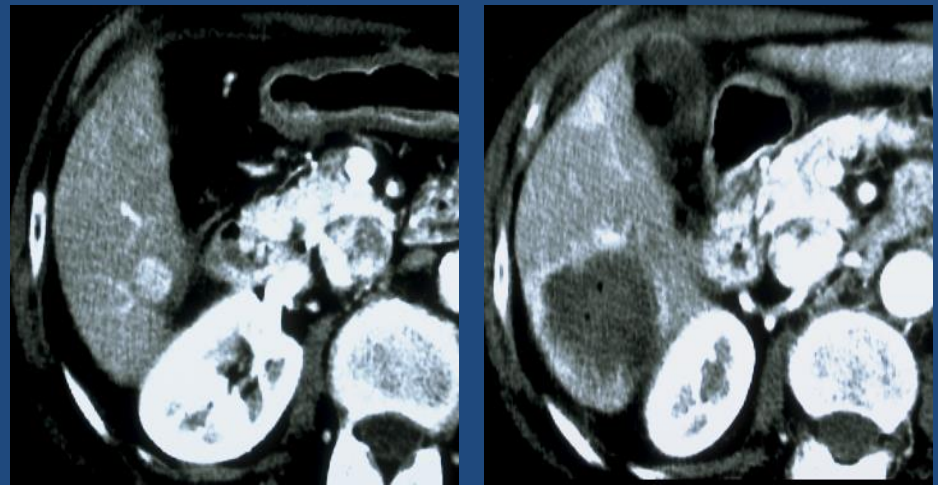
LTA : Multifiber technique



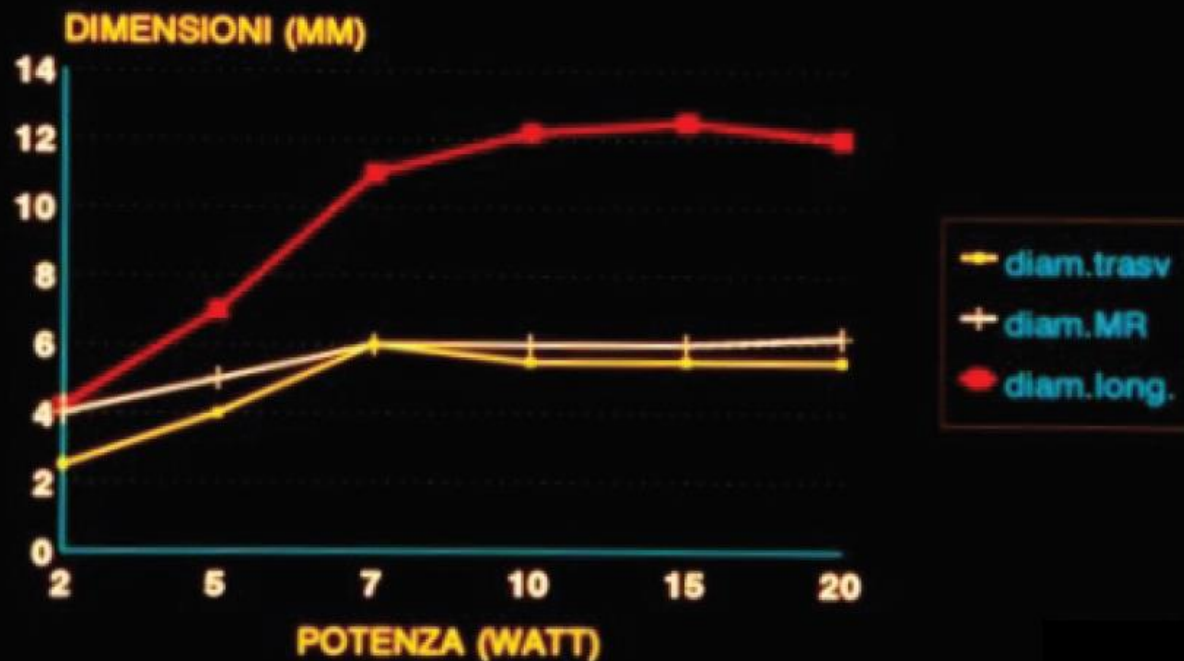
with single source



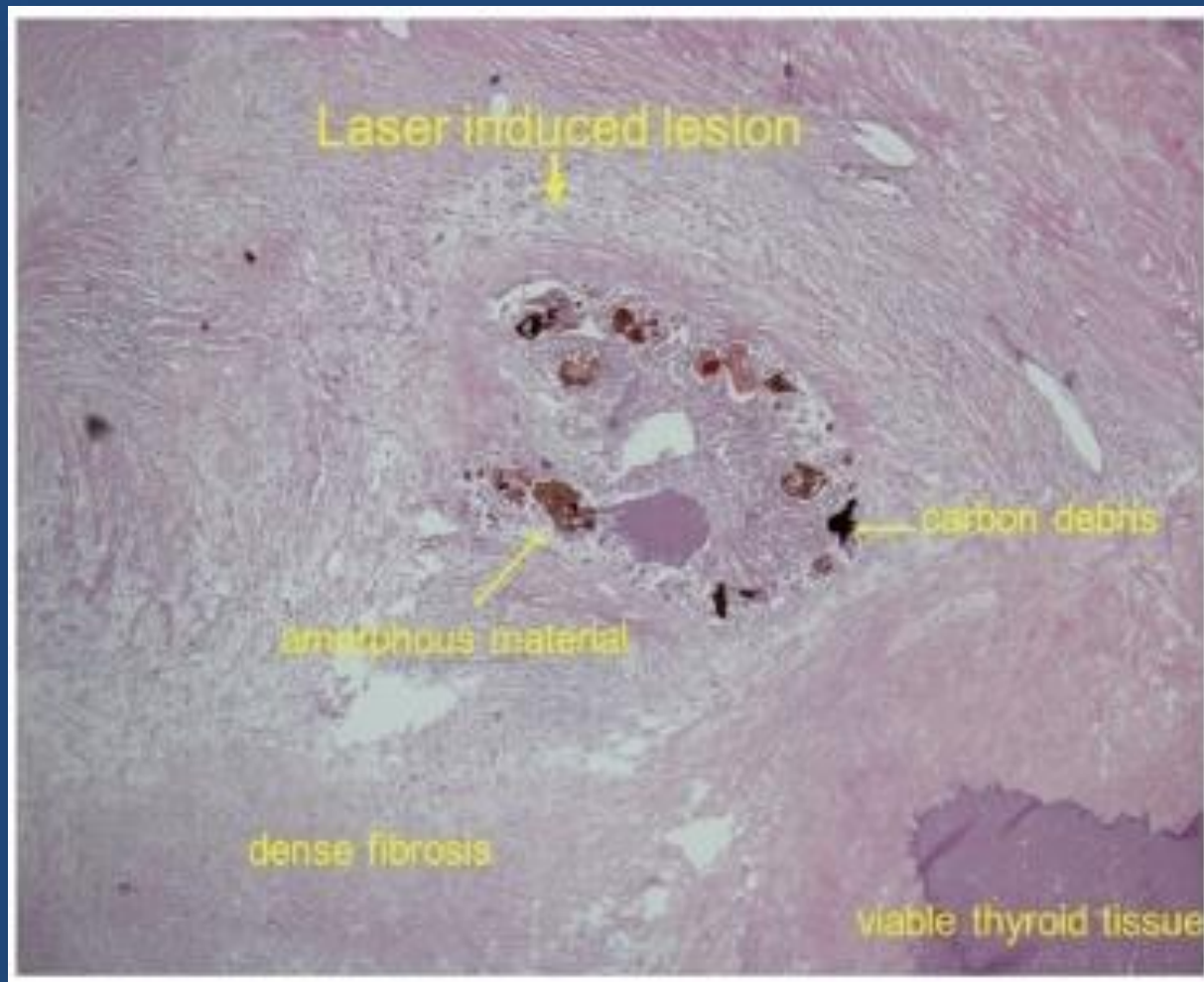
with four sources



DIMENSIONI DELLA LESIONE INDOTTA IN RAPPORTO ALLA POTENZA USATA

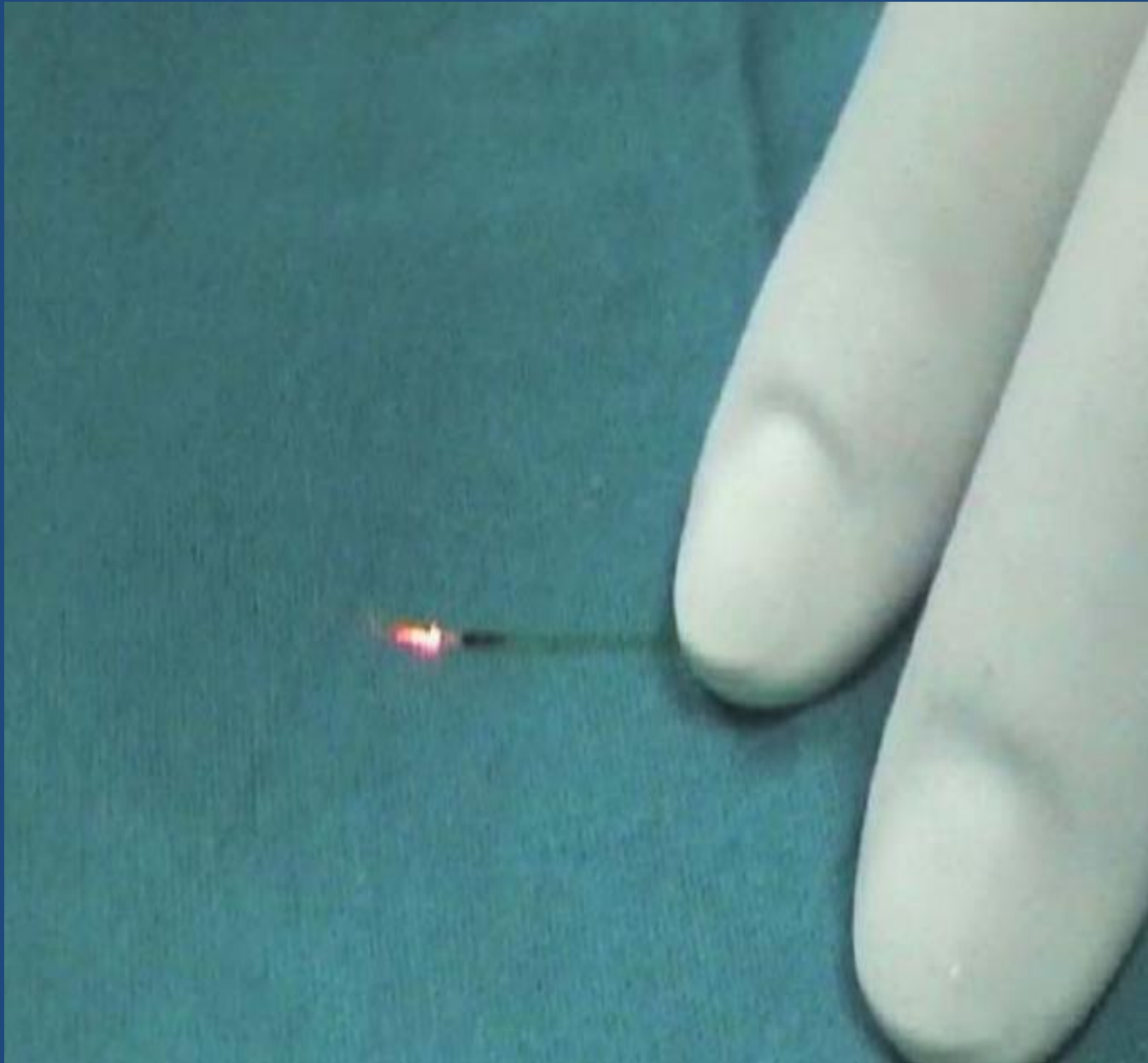


HIGUCHI ET AL., Invest.Radiol, 1992



Microscopic changes occurring in benign thyroid nodule resected two years after laser ablation.

Korean J Radiol. 2011 Sep-Oct; 12(5): 525–540.

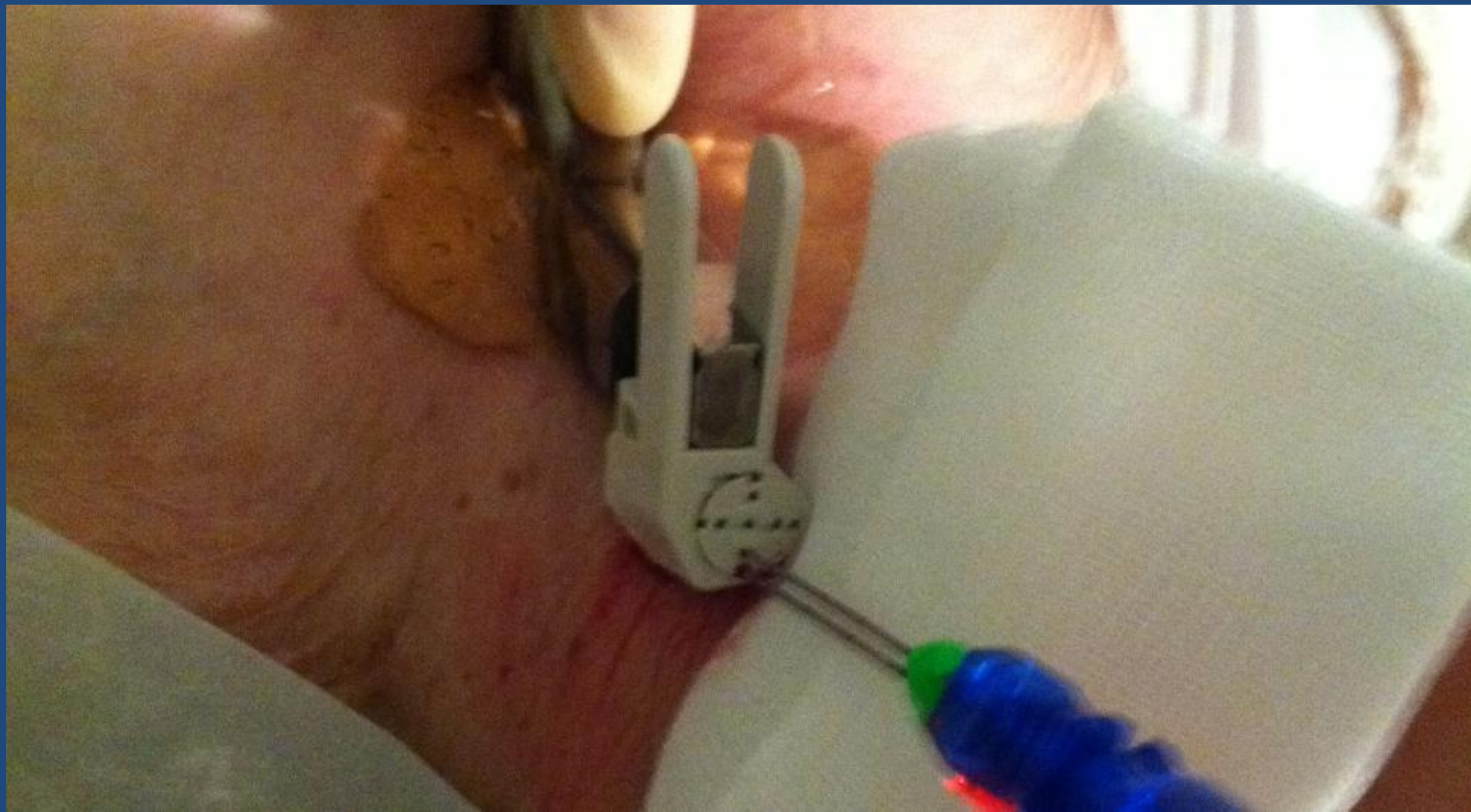




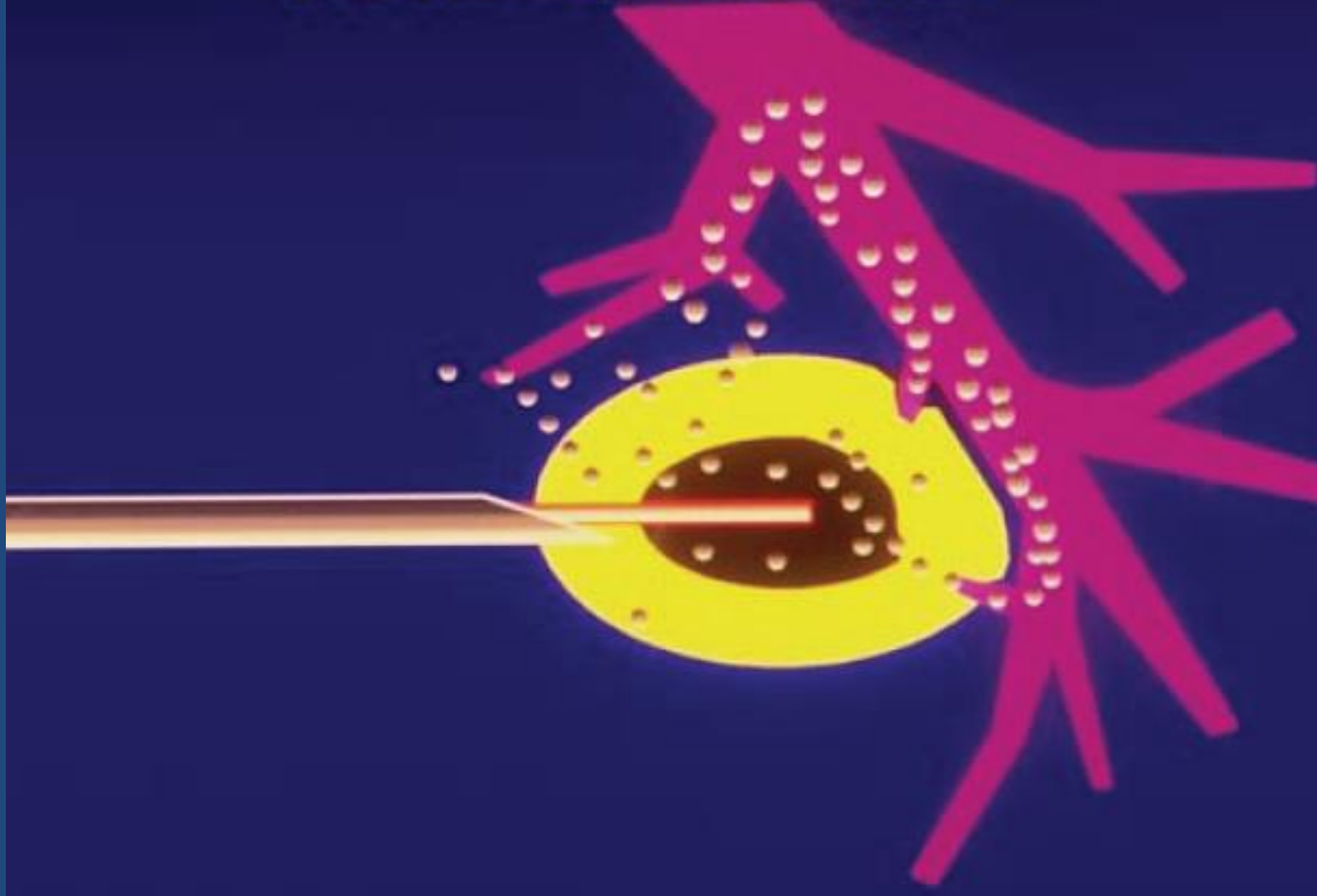
Termoablazione laser

Tecnica

- Vengono inserite da 1 a 4 fibre ottiche Nd:YAG laser all'interno della lesione sotto guida ecografica;
- Le fibre convogliano l'energia della sorgente laser nel tessuto da trattare con notevole precisione ed in tempi brevi;
- Il laser produce un'area di necrosi coagulativa che viene circondata da un anello di tessuto iperemico e poi fibroso;
- La procedura permette di trattare una lesione di diametro fino a 5 cm con 4 fibre a 1800 Joule l'una in circa 10 minuti.

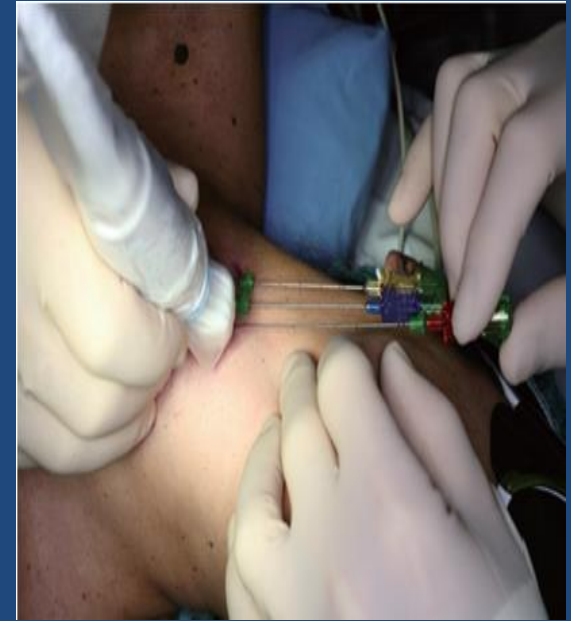


GAS BUBBLES PRODUCTION

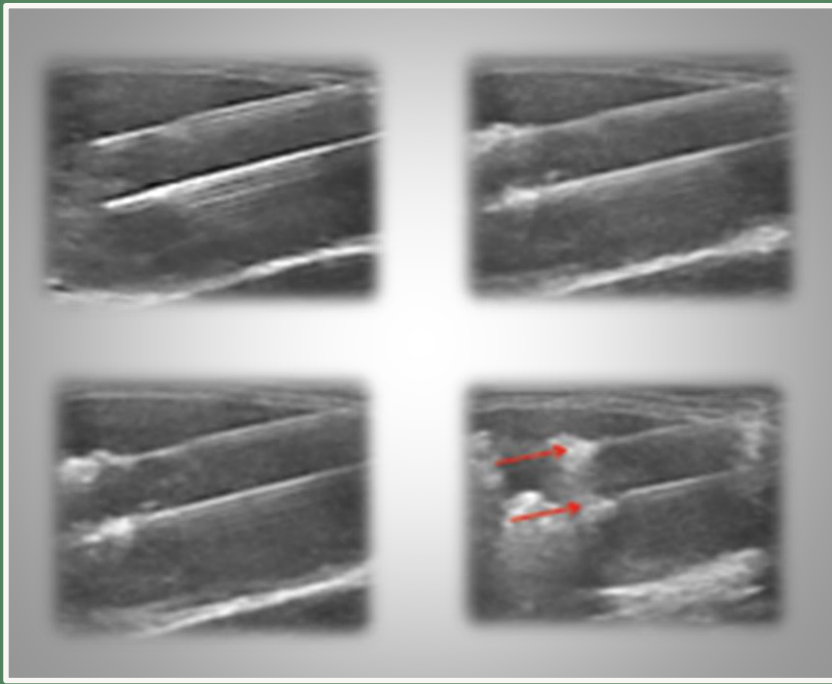


Procedure of LA

- ✓ During the LA, the patient is in the clinostatic position with hyperextended neck. We do not use any anesthetics and/or sedation
- ✓ The target nodule is monitored with ultrasound scan.
- ✓ The energy delivered reaches the tissue through the optical fiber inserted in one or more needles and is proportional to the size of the lesion (from 1600 to 6000 Joules per fiber, with powers of 2-5 Watts).
- ✓ Dispensing of energy is stopped once a suitable portion of the nodular tissue has been destroyed, but it can be interrupted at any time, if pain, discomfort is reported or if the needle/s have to be repositioned.

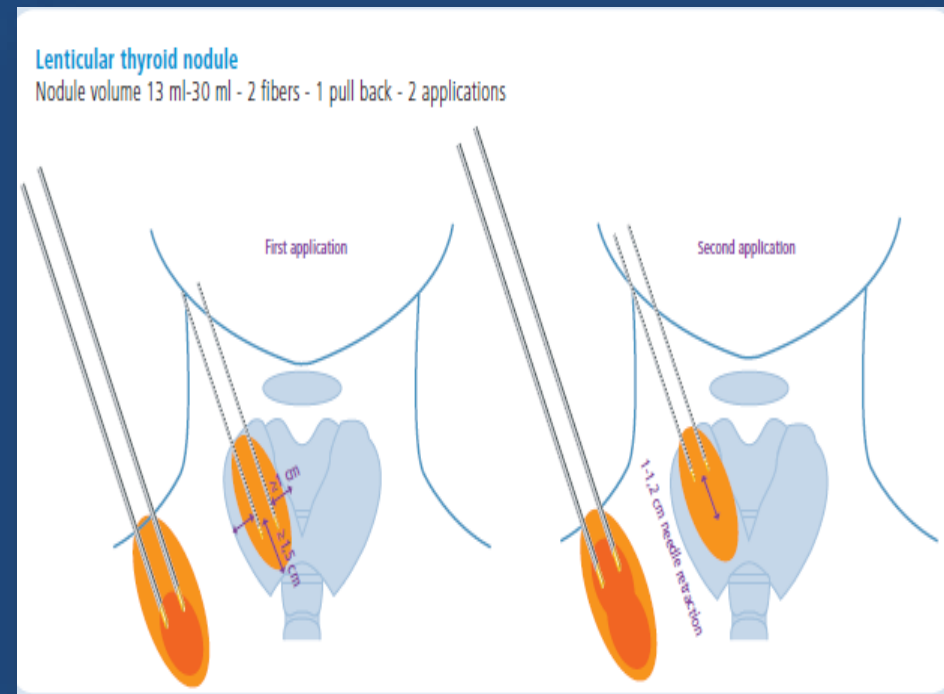


Pull-Back technique

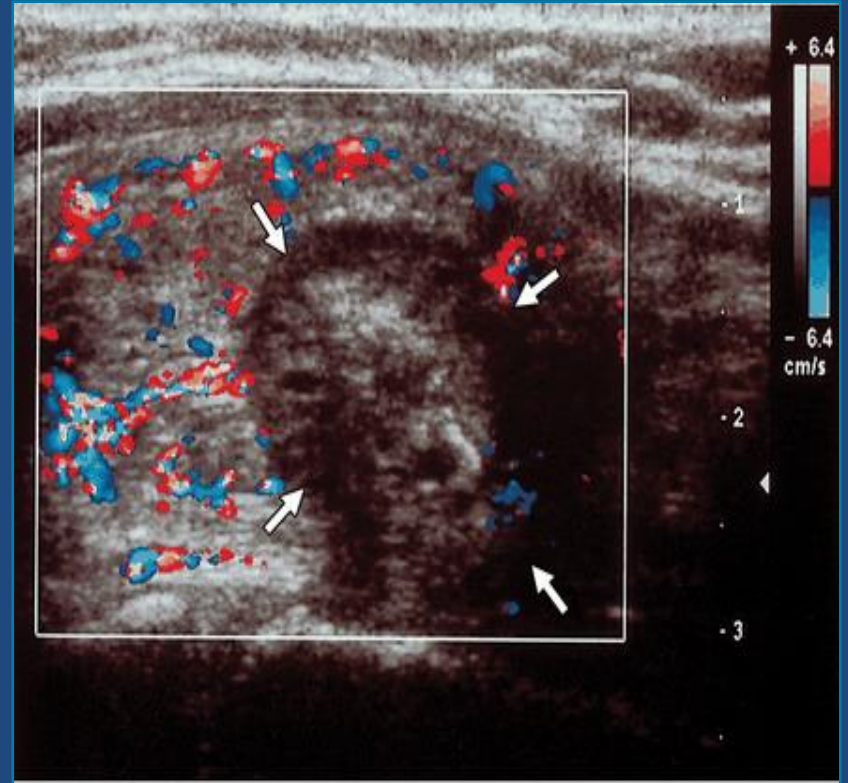
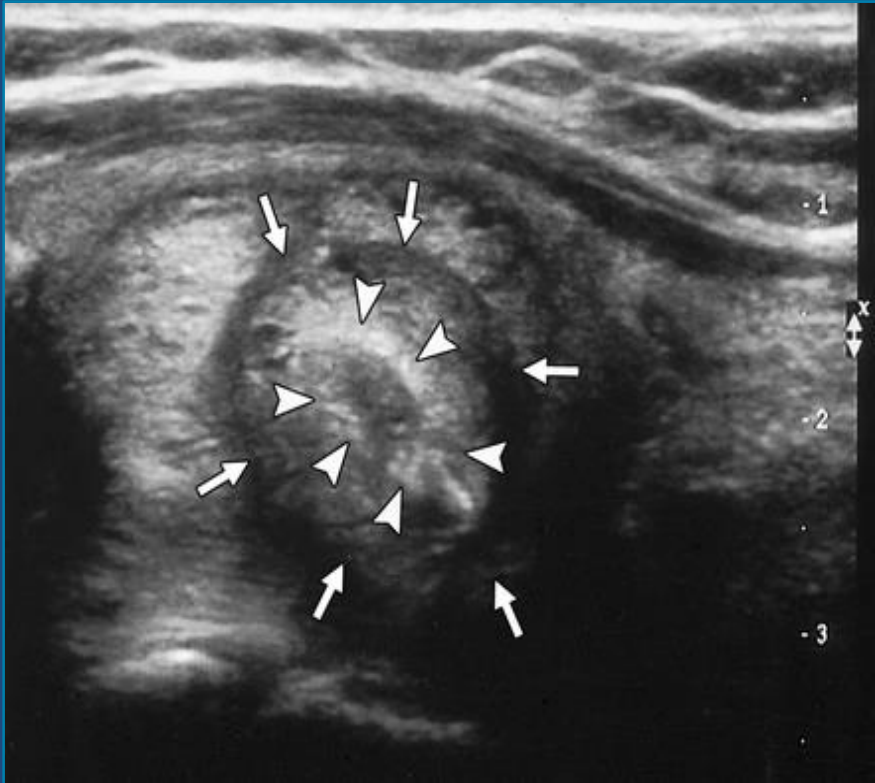


In the case of very bulky lesions, up to 3 applications can be performed by performing a "pull-back".

By retracting the fiber and the needle by 1-1.2 cm along the axis, it is possible to treat the area that had not been damaged by laser energy.



DAMAGE 24 HOURS AFTER LA



- ✓ *Vaporization zone: central hypoecho of endonodular destruction*
- ✓ *Carbonization zone: surrounding hyperechogenic (destroyed tissue + combustion gas)*
- ✓ *Necrosis zone: external hypoechoic (necrotic tissue in reabsorption)*

@saote MyLab

SSD MALATTIE TIROIDE E PARATIROIDI

LUIGI,

05 FEB 2013 09:08



B	RES-L	G	---
D	44mm	XV	C1
PRC	11/1/2	PRS	4
PST	0	C	0

4 13
PLAC19

IOE323



esaote MyLab

SSD MALATTIE TIROIDE E PARATIROIDI

LUIGI,

05 FEB 2013 09:17



B RES-L G ---
D 44mm XV C1
PRC 11/1/2 PRS 4
PST 0 C 0

4
PLAC19

13
IOE323



@saote MyLab

SSD MALATTIE TIROIDE E PARATIROIDI

LUIGI,

05 FEB 2013 09:37



B	RES-L	G ---
D	67mm	XV 2
PRC	11/1/2	PRS 4
PST	0	C 0

4 GENERAL 13

LA523



Clinical Report

The Administration of Anesthetic in the Thyroid Pericapsular Region Increases the Possibility of Side Effects During Percutaneous Laser Photocoagulation of Thyroid Nodules

Giovanni Gambelunghe, M.D.,^{1*} Vittorio Bini, PHSc,¹ Massimo Monacelli, M.D.,² Nicola Avenia, M.D.,² Michele D'Ajello, M.D.,² Renato Colella, M.D.,³ and Pierpaolo De Feo, M.D.¹

¹*Department of Internal Medicine, Section of Internal Medicine and Metabolic and Endocrine Diseases, University of Perugia, 06100 Perugia, Italy*

²*A.F.O.I. Endocrine Surgery, Azienda Ospedaliera di Perugia and Terni, Perugia, Italy*

³*Institute of Pathological Anatomy, University of Perugia, Perugia, Italy*

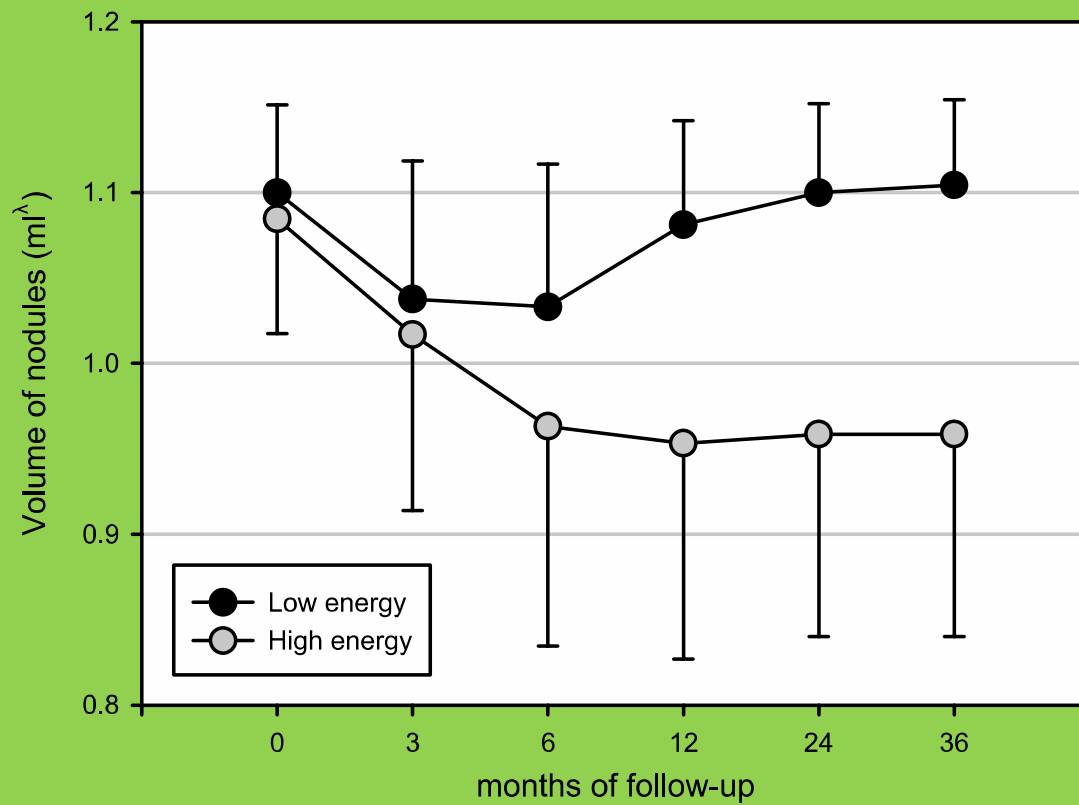
	Group A	Group B	OR	<i>P</i>
Fever	30/50 (60%)	12/50 (24%)	4.75	0.0003
Pain	21/50 (42%)	5/50 (10%)	6.51	0.0006
Dysphonia	1/50 (2%)	0/50		NS

Ultrasound-Guided Interstitial Laser Ablation for Thyroid Nodules Is Effective Only at High Total Amounts of Energy: Results From a Three-Year Pilot Study

Giovanni Gambelunghe, MD, PhD¹, Raffaella Fede, MD¹, Vittorio Bini, PHSc¹, Massimo Monacelli, MD², Nicola Avenia, MD³, Michele D'Ajello, MD², Renato Colella, MD¹, Giovanni Nasini, MD¹, and Pierpaolo De Feo, MD, PhD¹

Surgical Innovation
XX(X) 1–6
© The Author(s) 2012
Reprints and permission:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/1553350612459276
<http://sri.sagepub.com>





RESEARCH ARTICLE

Thyroid nodule morphology affects the efficacy of ultrasound-guided interstitial laser ablation: A nested case-control study

Giovanni Gambelunghe¹, Vittorio Bini¹, Elisa Stefanetti¹, Renato Colella³, Massimo Monacelli², Nicola Avenia² and Pierpaolo De Feo¹

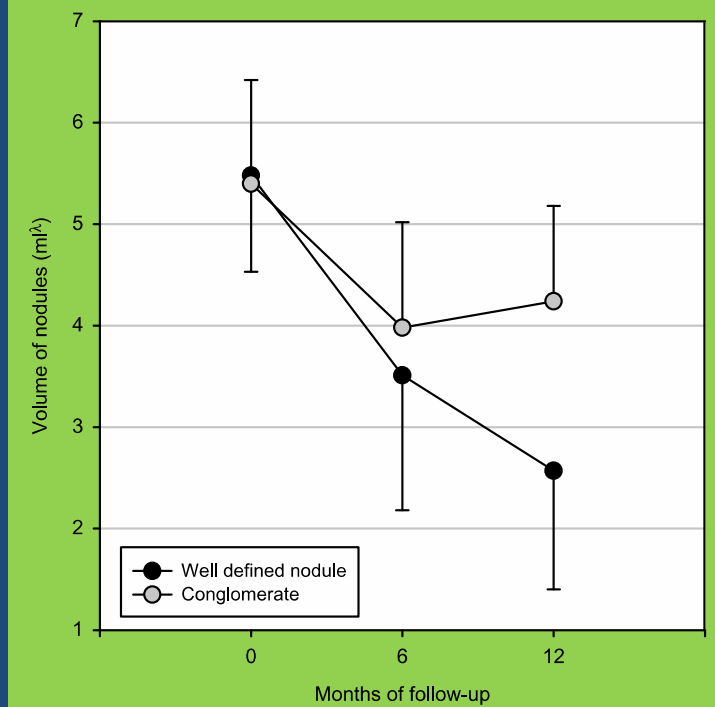
¹Department of Internal Medicine, Section of Internal Medicine and Metabolic and Endocrine Diseases, University of Perugia, Perugia,

²Endocrine Surgery, Azienda Ospedaliera di Perugia e Terni, Perugia, and ³Institute of Pathological Anatomy, University of Perugia, Perugia, Italy

	Group 1	Group 2	<i>p</i> Value
<i>n</i>	20	20	–
Volume of nodules (mL) at baseline	17.7 (11.5–32.5)	17.6 (10.2–32)	0.779*
Volume of nodules (mL) at 6 months	8.7 (2.4–23)	10.2 (6–21)	0.220*
Volume of nodules (mL) at 1 year	5.3 (1.8–12.5)	11.4 (6.3–23)	<0.0001*

Data are expressed as median (min–max).

*Student's *t*-test.



NON TOXIC THYROID NODULES:

Our experience in Perugia

Volume (ml)	Pre-T.	3 months	6 months	1 year	3 years
<u><i>N = 633</i></u>					
Median	16	7,5 (- 53 %)	5,8 (- 64%)	5,8 (- 64%)	5,9 (- 64%)
Minimum	10	4	2,4	2,4	2,2
Maximum	289	197	114	44*	31*

* II° treatment

Complications

Mild fever	12%
Modest local pain	10%
Subcutaneous hematoma	0,5 %

TOXIC THYROID NODULES:

Our experience in Perugia

Volume	Pre-T.	3 months	6 months	1 year	3 years
<u><i>N = 92</i></u>					
Median	12	7,5	5,1	5,1	5
Minimum	5	1,1	1,2	1,2	1,2
Maximum	278	191	107	42*	30*

* II° treatment



GRAZIE
PER L'ATTENZIONE