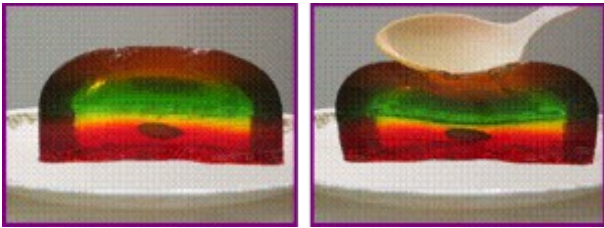


## ELASTOSONOGRAFIA TIROIDEA

L'**elastosonografia** è una nuova metodica, complementare all'ecografia, che fornisce informazioni sull'elasticità dei tessuti esaminati.

Le proprietà meccaniche dei tessuti molli dipendono dalle macromolecole che li compongono e dalla loro organizzazione strutturale.



Una delle proprietà meccaniche è proprio l'**elasticità** che determina la deformazione o distorsione del tessuto in risposta ad una compressione applicata dall'esterno.

Il principio di base dell'elastosonografia risiede proprio nel fatto che la compressione del tessuto esaminato con la sonda dell'ecografo produce una deformazione, valutata come variazione della distanza tra due punti, differente a seconda del suo grado di "**comprimibilità**", minore nei tessuti duri e maggiore nei tessuti soffici, che può essere rilevata e quantificata attraverso software dedicati.

Nel caso dei noduli tiroidei tale distorsione è maggiore per i noduli soffici (elastici) e minore nei noduli anelastici (duri).

Per tale ragione l'**elastografia**, in particolare quando effettuata su organi superficiali, è **attualmente considerata come una sorta di "palpazione elettronica" delle lesioni nodulari.**

I tumori maligni, come è noto, sono fino a 10 volte più rigidi ed incompressibili dei tessuti circostanti.

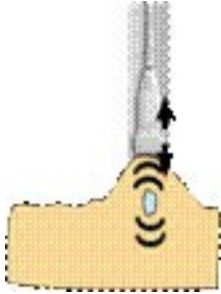
Inizialmente la metodica elastografica è stata utilizzata prevalentemente nello studio della mammella, che normalmente è costituita da strutture molto elastiche ed omogenee, e si presta ad una facile ed omogenea compressione, che consente di evidenziare con chiarezza alterazioni patologiche caratterizzate da ridotta elasticità.

Attualmente l'elastosonografia consente la valutazione dell'elasticità dei noduli anche se posizionati profondamente e non palpabili, pertanto la metodica, inizialmente utilizzata per la diagnosi differenziale dei noduli mammari, recentemente è stata applicata anche allo studio di altri organi come fegato, tiroide, testicolo e linfonodi.

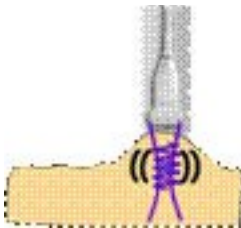
Tale tecnica risulta per il paziente sovrapponibile ad una comune ecografia e richiede, relativamente all'organo in esame, la stessa preparazione di un'ecografia basale.

Sul tessuto oggetto di studio vengono selezionate delle **ROI (regioni di interesse)** di grandezza tale da inserire la struttura da esaminare ed un'ampia zona di tessuto circostante.

Esistono due tipi di **elastosonografia**:



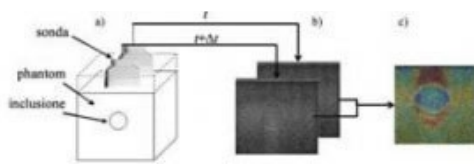
**Elastosonografia a mano libera**, che si avvale della compressione manuale ottenuta imprimendo con il trasduttore ecografico delle leggere compressioni manuali ritmiche sull'organo esaminato. L'esame permette la visualizzazione dell'elastogramma sotto forma di un'immagine sovrapposta a quella in B-mode ed utilizza il confronto dei dati in RF tra l'immagine prima della compressione e quella ottenuta durante compressione per fornire una valutazione della elasticità del tessuto



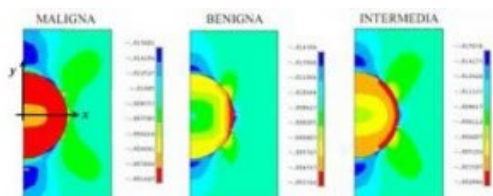
**Elastosonografia con compressione meccanica** ottenuta mediante l'emissione di impulsi a maggiore energia e a bassa frequenza (*transient elastography*), con valutazione della deformazione ottenuta dalla pressione acustica (*strain*).

L'immagine elastografica viene espressa con una scala cromatica (per convenzione, *rosso*: elasticità elevata; *verde*: elasticità intermedia; *blu*: assenza di elasticità) e con dei valori numerici che sono espressione di differenti gradi di elasticità.

Il tipico sistema per l'elastografia è costituito da un tradizionale ecografo, affiancato da un sistema di elaborazione delle immagini e da un dispositivo che consente la rappresentazione dei risultati dell'elaborazione (**modulo elastografico**).



In questo caso la sonda ecografica oltre a permettere di ottenere le immagini tradizionali in B-mode in scala di grigio (*rappresentazione dell'anatomia del distretto in esame*), viene utilizzata anche per produrre uno stimolo meccanico sul tessuto e la risposta a questo stimolo da parte del tessuto in esame sarà rappresentata in scala cromatica di "durezza" e mediante valori numerici.



Esempio di **Procedura Elastografica**: a) interazione sonda-fantoccio; b) immagini B-mode; c) ricostruzione della deformazione (S.Celi, et al., AIAS XXXVII Congresso Nazionale, Roma, 2008)

*Mappe di deformazione in tre tipi di lesioni (S.Celi, et al., AIAS XXXVII Congresso Nazionale, Roma, 2008)*

**L'elastasonografia o elastografia, applicata alla tiroide, consente quindi di dare informazioni sulla durezza di un nodulo tiroideo e quindi sulle sue potenzialità maligne.**

Fino ad oggi la consistenza e la "durezza" di un nodulo tiroideo veniva valutata dal medico in modo grossolano, solo mediante la semeiotica palpatoria del collo.

Oggi, invece, grazie all'elastasonografia è possibile oggettivare e quantificare in modo preciso la durezza di un nodulo tiroideo definendone il potenziale di malignità.

**Per tale motivo l'elastasonografia è attualmente considerata, come già detto, una specie di "palpazione elettronica" delle lesioni nodulari tiroidee.**

Il principio sui cui si fonda l'elastasonografia consiste, come già detto, nel fatto che la compressione del tessuto esaminato con la sonda dell'ecografo produce una distorsione, inversamente proporzionale alla consistenza dei noduli: minore nei tessuti duri e maggiore nei tessuti soffici, che può essere rilevata e quantificata attraverso una rielaborazione di dati effettuata dall'ecografo.

Mentre prima per porre indicazioni all'agoaspirato ci basavamo solo sui criteri ecografici sospetti (*marcata ipoecogenicità, contorni irregolari e spiculati, microcalcificazioni puntate, "taller than wide", etc*), oggi è possibile selezionare quelli con connotazioni elastografiche sospette.

**In pratica se un nodulo è elastograficamente rosso o verde, quindi soffice, ed ha, al colorpowerdoppler una vascolarizzazione perinodulare non va necessariamente indagato con esame citologico su agoaspirato.**

Se invece un nodulo ha caratteristiche ecografiche sospette, ha un pater elastosonografico "blu" (duro) e vascolarizzazione peri e intranodulare al colorpower doppler va attenzionato ed indagato con esame citologico su agoaspirato.

Studi recenti, hanno infatti dimostrato l'utilità della metodica elastosonografica nella diagnosi della patologia neoplastica tiroidea.

**Per tale motivo l'elastasonografia è stata proposta come uno degli strumenti migliori non invasivi per individuare il carcinoma tiroideo.**

Studi ancora più recenti hanno indicato come l'elastasonografia possa essere utile anche nel predire la presenza di tumore in quei noduli tiroidei che, sottoposti ad agoaspirato, hanno ancora una diagnosi citologica dubbia (TIR 1 o TIR 3) che non consente di affermare o di escludere la presenza di tumore anche se tale argomento è ancora oggetto di dibattito.

Grazie ai numerosi studi che hanno validato tale metodica, l'elastosonografica ha di recente fatto il suo ingresso nella diagnostica della patologia nodulare tiroidea, anche se non è ancora eseguita

routinariamente in quanto non tutti gli ecografi hanno in dotazione questo software molto sofisticato e costoso.

Inoltre, se in passato l'esecuzione di un esame elastosonografico richiedeva la registrazione di tutte le immagini e quindi molto tempo (*off-line*), attualmente, invece, la metodica è molto più rapida e viene effettuata in tempo reale (*real-time*) consentendo una notevole riduzione del tempo di esecuzione ed una maggior praticità dell'esame.

In pratica per un paziente che effettua una elastosonografia tiroidea è come se effettuasse un classico esame ecografico della tiroide. Come per una normale ecografia tiroidea, infatti, a paziente sdraiato su un lettino, la sonda dell'ecografo viene posizionata sul collo, si esercita una lieve pressione e si seleziona il nodulo da analizzare inquadrandolo con un apposito box che appare sul monitor dell'ecografo. Il **software** produce, così, un'immagine elastosonografica in cui il nodulo inquadrato nel box viene colorato in base alla durezza mediante una scala di colori.

I colori utilizzati possono essere diversi a seconda del tipo di ecografo e del software utilizzato, ma la scala di colori solitamente varia dal rosso/verde per gli elementi dotati di una maggior deformabilità (**noduli soffici**) al blu per quelli con minima o nulla distorsione (**noduli duri ed anelastici**).

L'apparecchiatura utilizzata (**Hitachi Preirus**) fornisce contemporaneamente l'immagine ecografica real time nella parte destra dello schermo e l'immagine elastografica sovrapposta a quella ecografica nella parte sinistra dello schermo.

Questo accorgimento permette di controllare costantemente che il nodulo esaminato sia correttamente compreso nel piano di scansione durante la compressione.

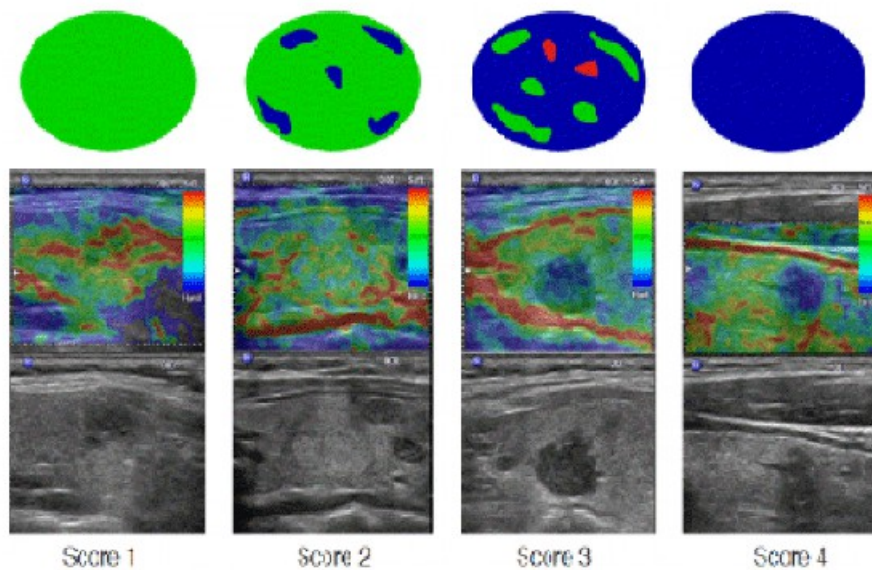
L'apparecchiatura consente l'archiviazione dei filmati elastografici in tempo reale che per essere attendibili devono dimostrare una costanza del cromatismo elastosonografico in tutta l'aria di campionamento per un tempo di almeno 5 secondi.

## **CLASSIFICAZIONE**

Al fine di valutare la durezza dei noduli, il pattern elastosonografico di ciascun nodulo viene confrontato con quello del tessuto tiroideo circostante ed in base a questo le lesioni possono essere classificate in diverse classi di durezza (**classi di durezza o di elasticità, Elasticity Score, ES**).

Alcuni utilizzano una classificazione in 3 o in 5 classi di durezza, ma la classificazione attualmente più utilizzata è quella in 4 classi di durezza che prevede che:

- ai noduli che presentano elasticità in tutta l'area esaminata (*nodulo omogeneamente verde*) si attribuisca un **Elasticity Score 1**;
- ai noduli che presentano elasticità nella maggior parte dell'area esaminata (*nodulo prevalentemente verde*) si attribuisca un **Elasticity Score 2**;
- ai noduli che presentano durezza nella maggior parte dell'area esaminata (*nodulo prevalentemente blu*) si attribuisca un **Elasticity Score 3**;
- ai noduli completamente anelastici (*nodulo omogeneamente blu*) si attribuisca un **Elasticity Score 4**.



Per ultimo va segnalato, tuttavia, che **non tutti i noduli possono essere indagati con l'elastosonografia.**

Infatti i noduli con prevalente componente liquida "anecogena" o quelli completamente calcifici o con grossolane calcificazioni intraparenchimali, non sono efficacemente valutabili dalla metodica elastosonografica.

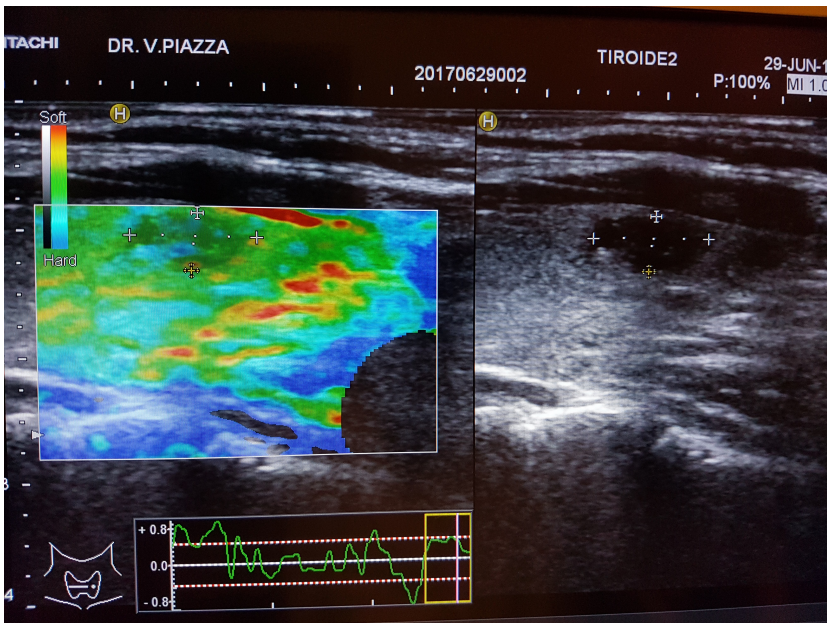
In conclusione, salvo le eccezioni prima menzionate, si può affermare con che **l'elastosonografia, associata all'esame ecografico tradizionale della tiroide, e alla valutazione della vascolarizzazione nodulare colorpower-doppler, è sicuramente uno strumento innovativo e molto utile nell'integrare e completare la diagnosi del tumore tiroideo.**

Anche nello studio dei linfonodi, come riportato in letteratura, il confronto tra diagnosi elastosonografica e diagnosi citologica e/o istologica ha dimostrato sensibilità, specificità e accuratezza rispettivamente del 75%,80% e 77% con VPP e VPN di 80% e 70%.

Sempre in letteratura sono riportati casi clinici di linfonodi con connotazioni ecografiche di malignità (*rotondi con perdita dell'ilo ecogeno etc*) che all'elastosonografia avevano un pattern 1/2 e che all'esame istologico sono risultati essere linfonodi reattivi.

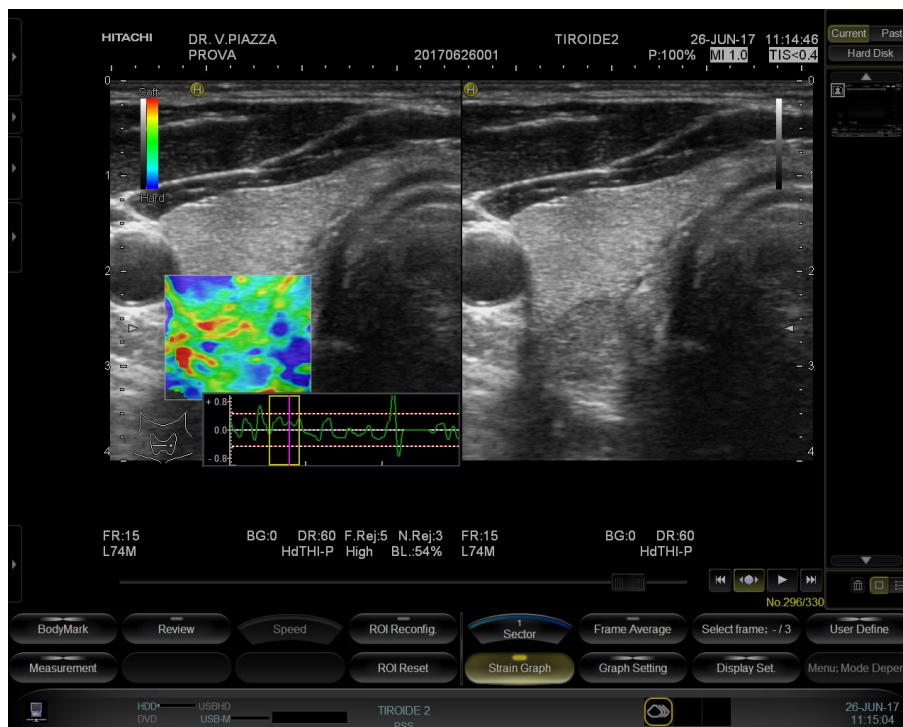
Dalle esperienze tratte dalla letteratura, in base alla classificazione in pattern precedentemente descritta e considerando i pattern 1 e 2 indicativi di benignità e i pattern 3 e 4 indicativi di malignità, sono stati ottenuti valori di sensibilità, specificità e accuratezza globale rispettivamente di circa 82%, 87,5%, 86,2% e di VPN e VPP di 90% e 64%.

Questi risultati si dimostrano certamente superiori a quelli dell'ecografia convenzionale, ma, il riscontro in un gruppo di pazienti di alcuni falsi negativi per malignità entrambi con pattern 2 impone cautela nel trarre conclusioni assolutistiche.

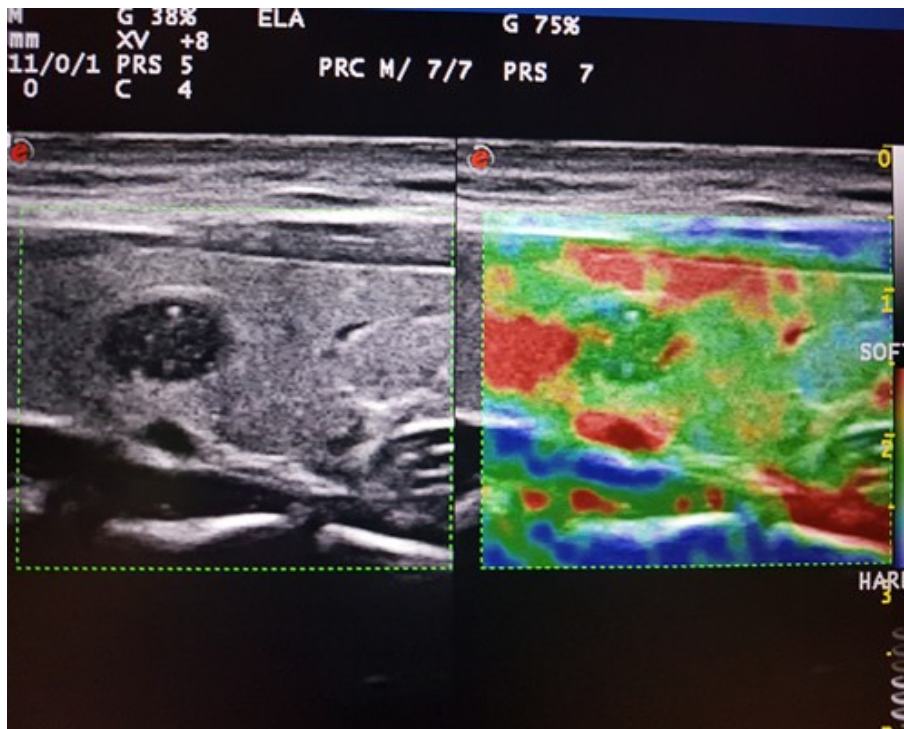


Però è da sottolineare, infine, che il pattern ES 1 (*nodulo verde completamente elastico e soffice*) è stato riscontrato soltanto in noduli benigni e questo reperto, qualora venisse ulteriormente confermato in esperienze sempre più ampie, potrebbe escludere il ricorso immediato all'esame citologico su agoaspirato, da riservarsi soltanto ai casi nei quali si verificassero modificazioni dimensionali ed ecografiche del nodulo stesso.

**ELASTICITY SCORE 1 ( VERY SOFT)**

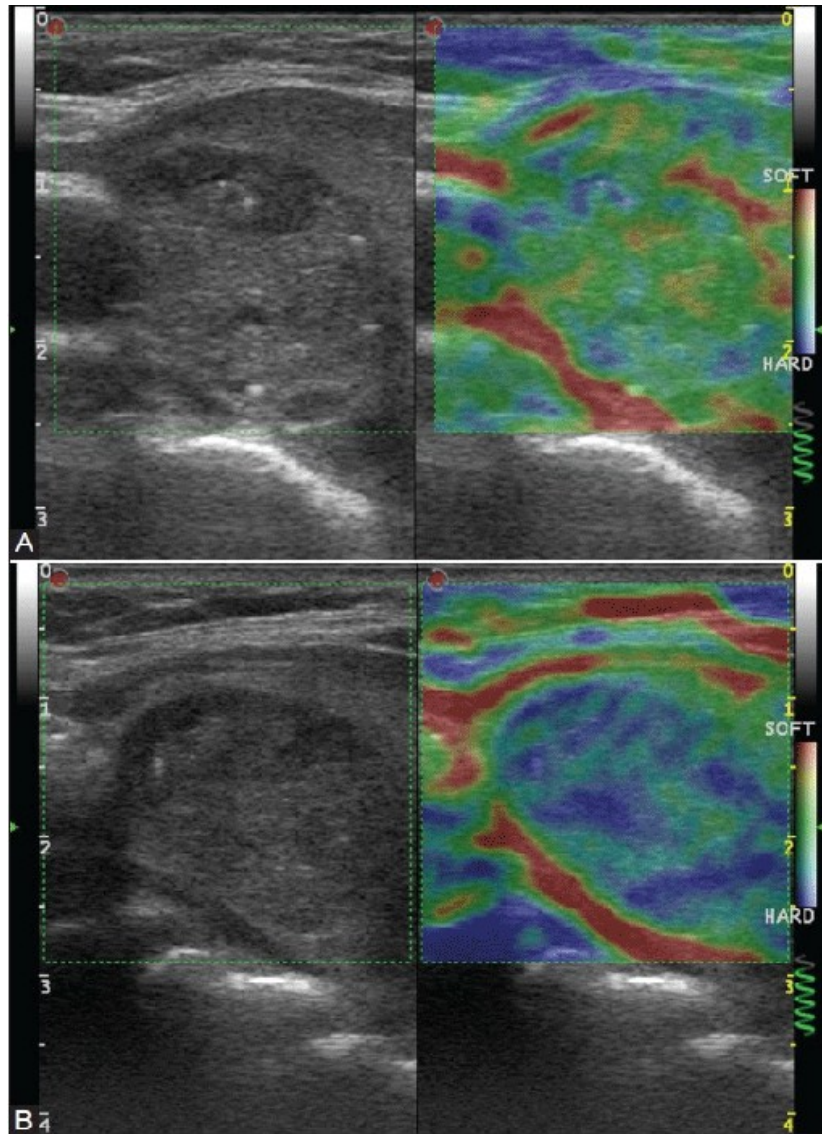


**ELASTICITY SCORE 1 ( VERY SOFT)**



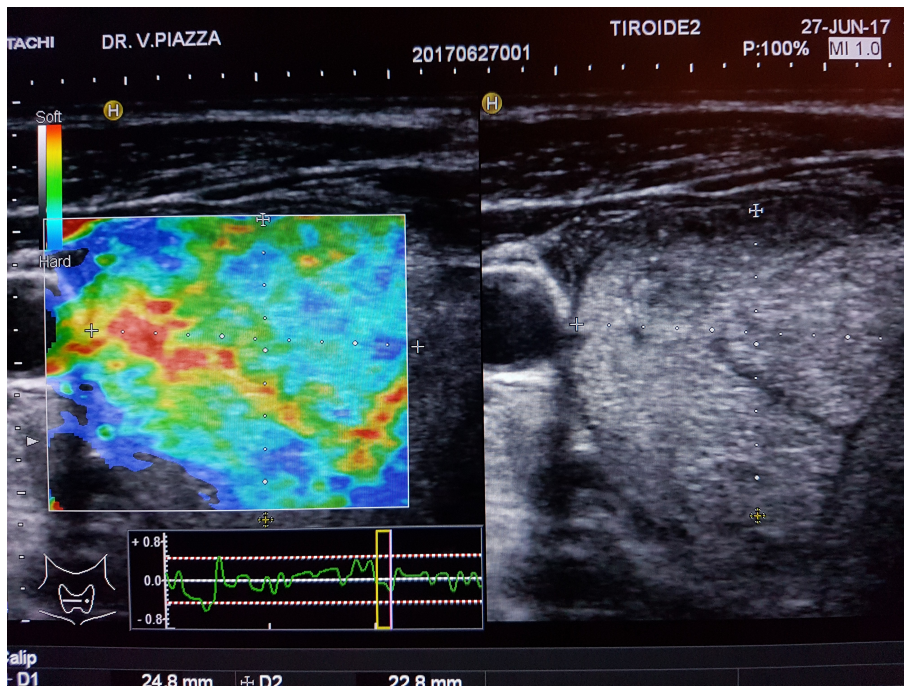
**ELASTICITY SCORE 1 (VERY SOFT) - NODULO COLLOIDEO CISTICO**

**ELASTICITY SCORE 2(SOFT)**

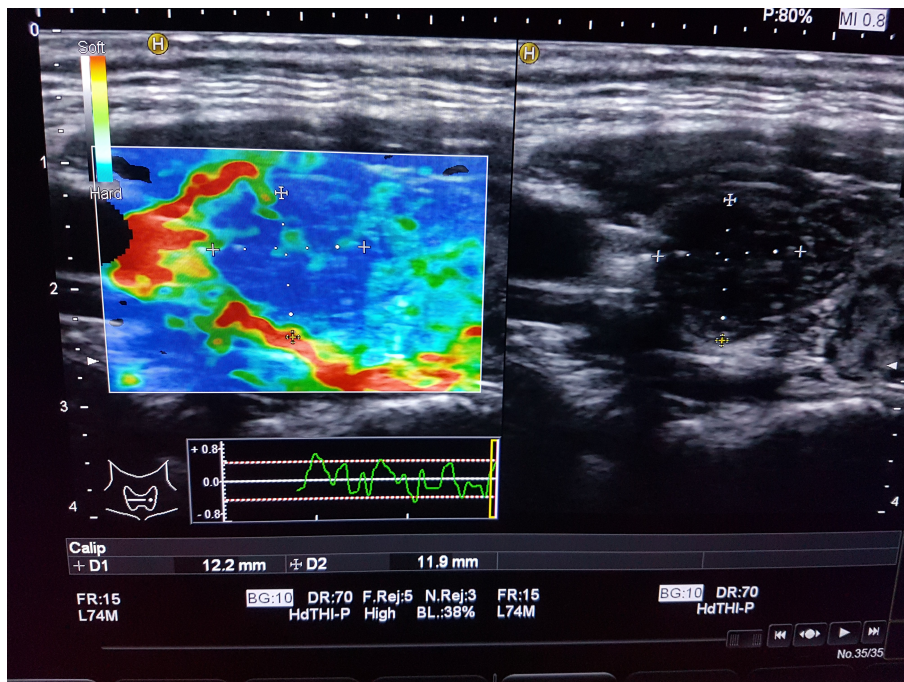


**ELASTICITY SCORE 3**





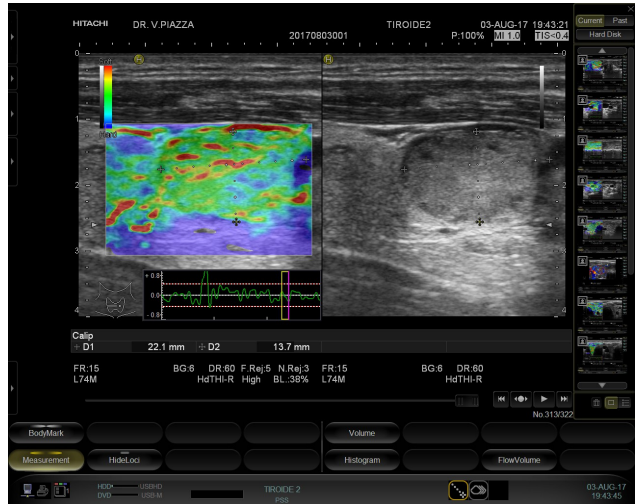
**ELASTICITY SCORE 2/3 (LITTLE STIFFNESS)**



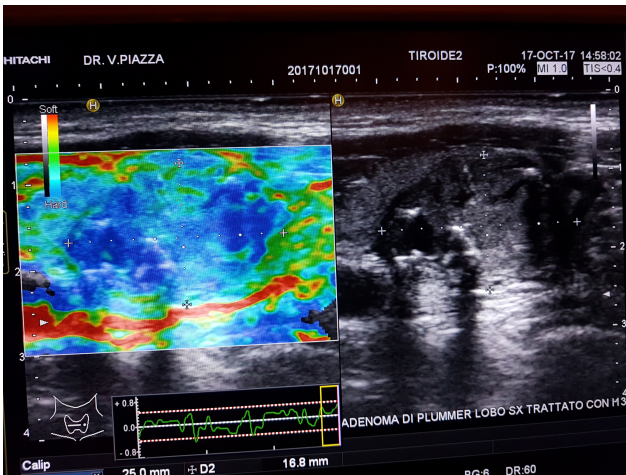
**ELASTICITY SCORE 4 (VERY STIFFNESS)**



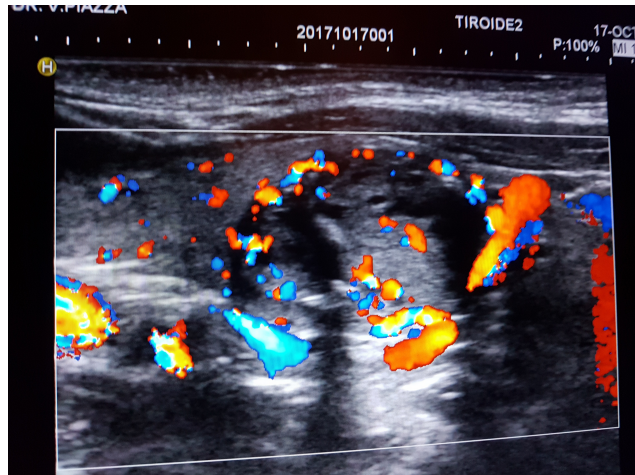
**NODULO ALL'FNA TIR 3a-VASCOLARIZZAZIONE PERINODULARE**

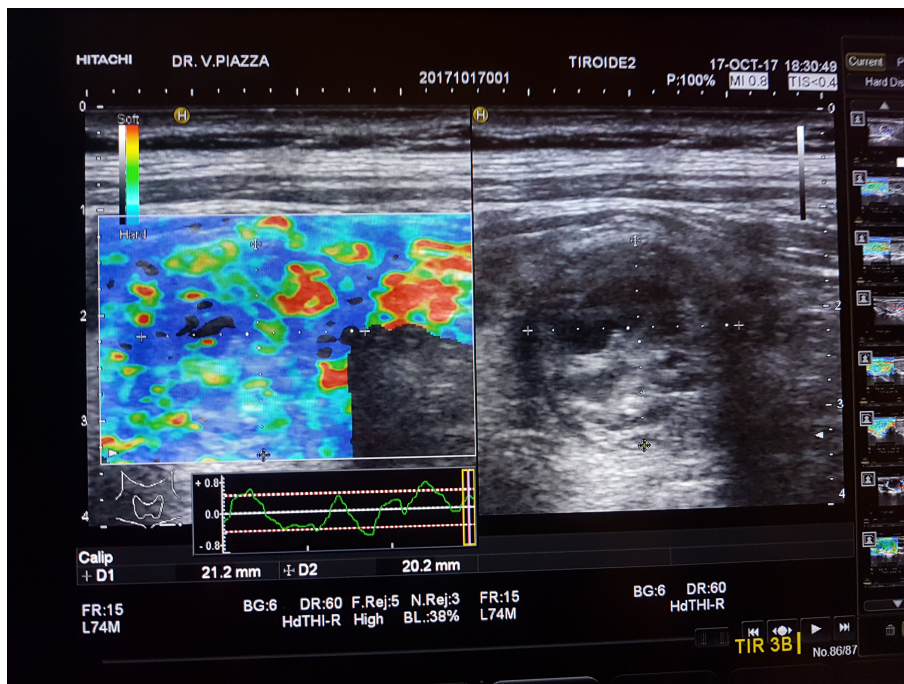


**NODULO ALL'FNAB TIR3a-ES 1-2**

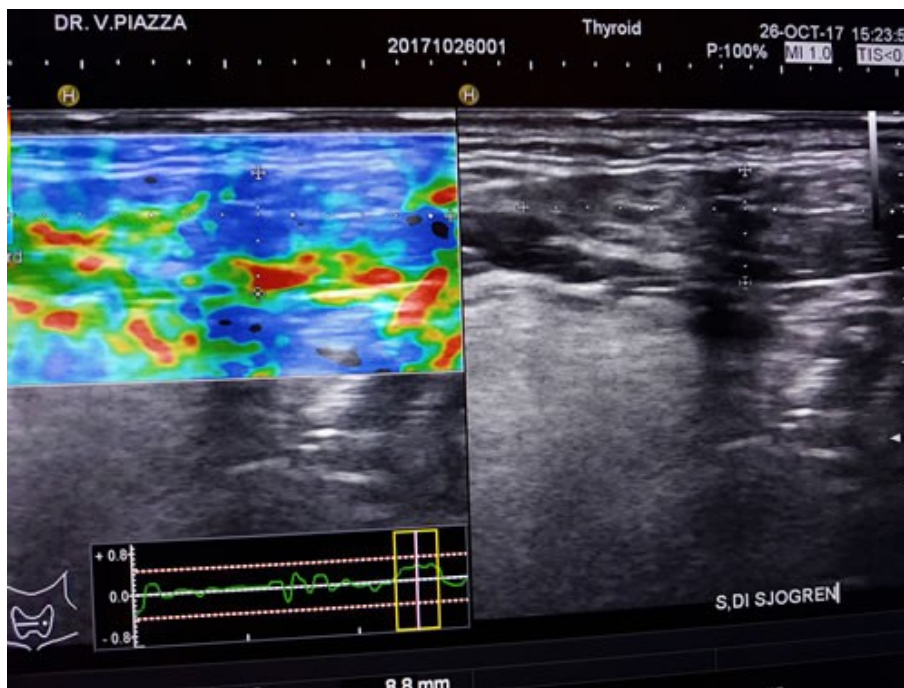


**ADENOMA DI PLUMMER LOBO SX TRATTATO CON I-131**

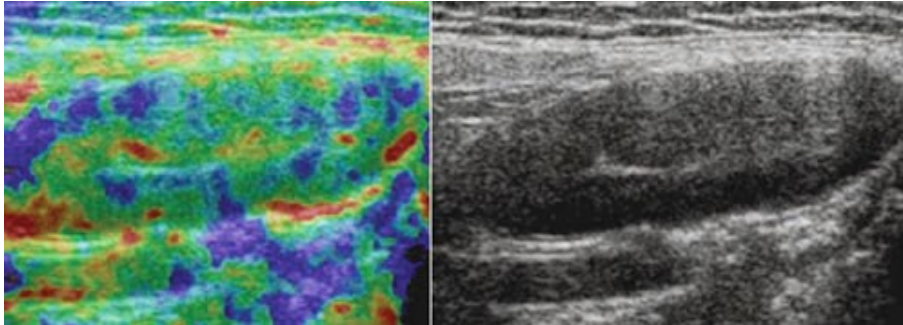




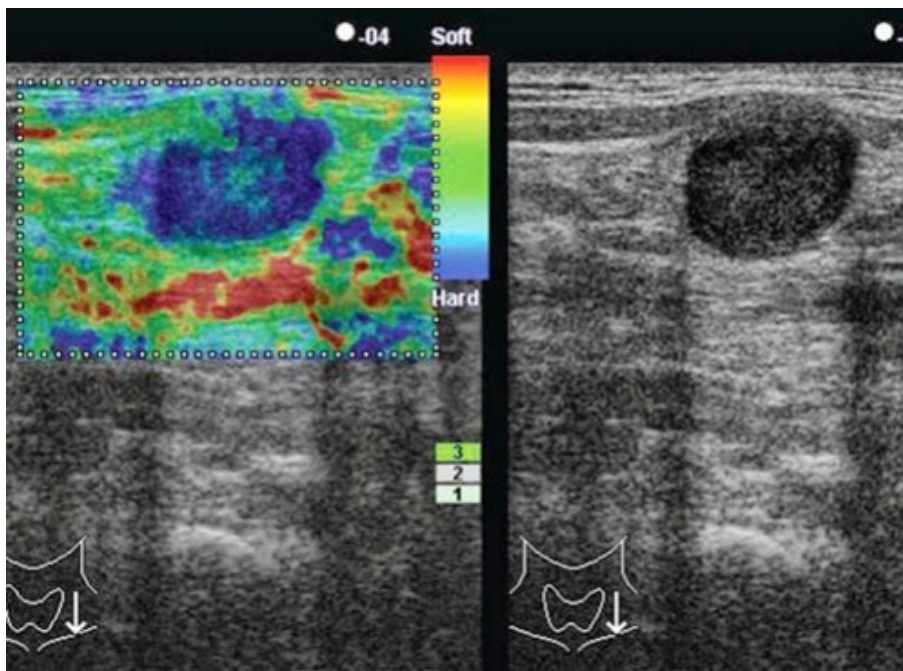
**NODULO TIR 3B IN FOLLOW UP DA 3 ANNI**



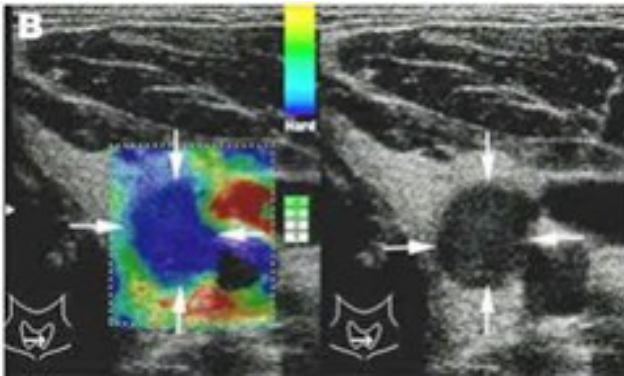
**S. DI SJOGREN GH. SALIVARE SOTTOMANDIBOLARE**



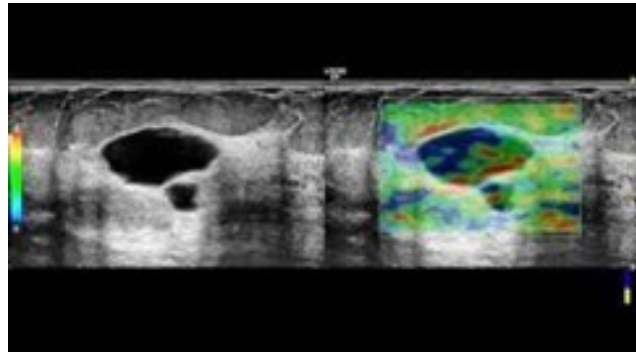
**LINFONODO REATTIVO (INFIAMMATORIO)**



**NODULO TIROIDEO MALIGNO: ELASTICITY SCORE 4**



**NODULO TIROIDEO MALIGNO  
ELASTICITY SCORE 4**



**CISTI: ASPETTO  
ELASTOSONOGRAFICO TRISTRATIFICATO**

## **BIOGRAFIA**

- 1) **Ultrasound elastography for thyroid nodules: recent advances** - Jin Young Kwak, Eun-Kyung Kim  
Department of Radiology, Research Institute of Radiological Science, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea. *Ultrasonography* 2014; 33(2): 75-82.
- 2) **Ultrasound elastography for thyroid nodules: recent advances** - Jin Young Kwak and Eun-Kyung Kim  
*Ultrasonography*. 2014 Apr; 33(2): 75–82.
- 3) **Sonographic Elastography of the Thyroid Gland** Mehmet Sait Menzilcioglu, Mahmut Duymus, and Serhat Avcu *Pol J Radiol*. 2016; 81: 152–156.
- 4) **Ecografia con ecoamplificatore ed elastosonografia nella valutazione del nodulo tiroideo solitario**. Risultati preliminari. F.S.Ferrari. A Megliola, F.Pacini et al *Dip Radiologia ed Endocrinologia Univ Siena*
- 5) **Elastography of Thyroid Masses** Manjiri K. Dighe, *Ultrasound Clin*. 2014 Jan; 9(1): 13–24.