

L'ABC de l'Elastografia a les Glàndules Salivars

VII Curs Malalties Autoimmunitàries Sistèmiques
Societat Catalana de Reumatologia

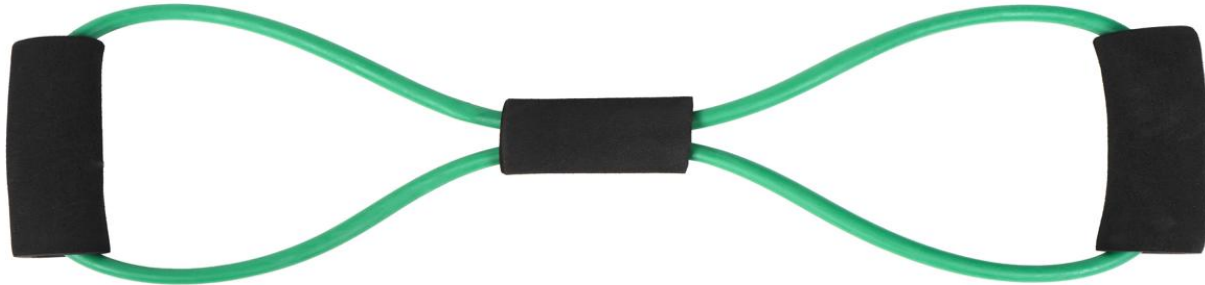
Andrés Ponce
Servei de Reumatologia
Hospital Clínic

AGENDA

- Qué es l'elastografia
- Tipus d'elastografia
- Aplicació de l'elastografia a la Sd Sjögren
- Interpretació dels resultats
- Exemples en pràctica clínica
- Pot integrar-se a la clínica?

ELASTOGRAFIA

- Tècnica que avalua l'**elasticitat** dels diferents teixits



L'elasticitat del teixit patològic es diferent a la del teixit sa

Principis físics

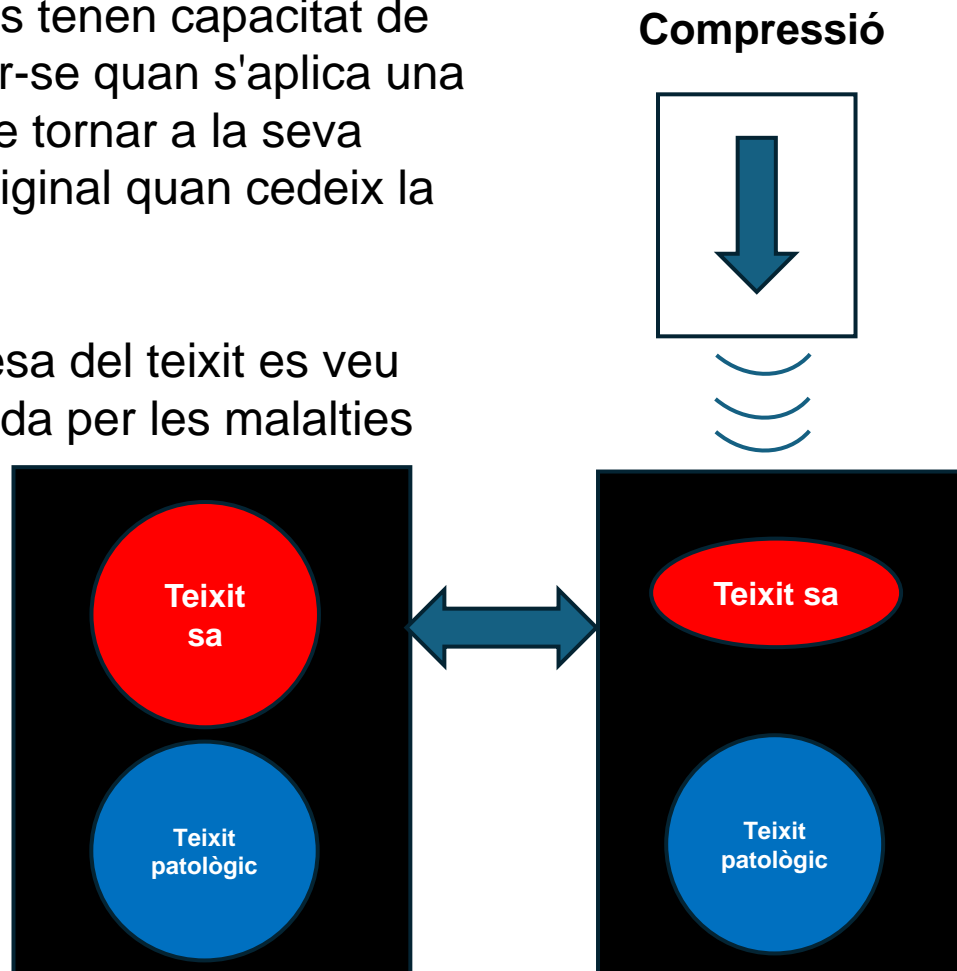
- **Rigidesa**

Resistència d'un cos a deformatar-se per l'acció de forces externes

- **Elasticitat**

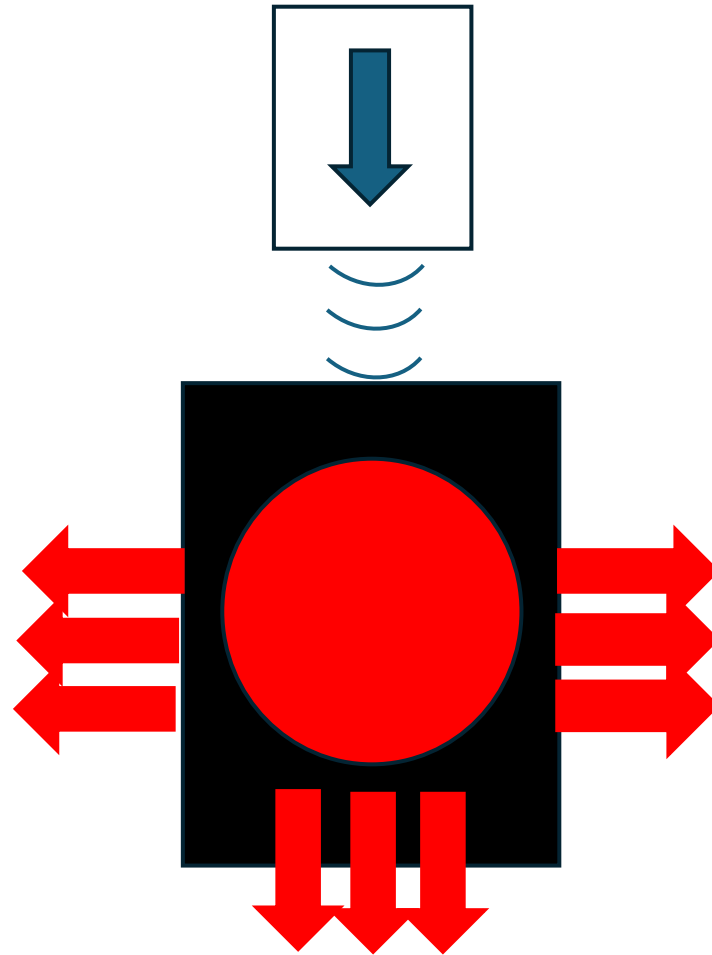
Propietat d'un cos sòlid de recuperar la seva forma original quan s'atura la força que el deforma

- Els teixits tenen capacitat de deformar-se quan s'aplica una força i de tornar a la seva forma original quan cedeix la pressió
- La rigidesa del teixit es veu modificada per les malalties



Els teixits tous es deformen més que el teixits rígids

Força de Compressió



**Ones transversals
(Shear Waves)**

Ones longitudinals

L'elastografia mesura la velocitat de propagació de las ones a través del teixit: a més rigidesa major velocitat

Conceptes elastogràfics

- **Mòdul de Young (E o λ)**

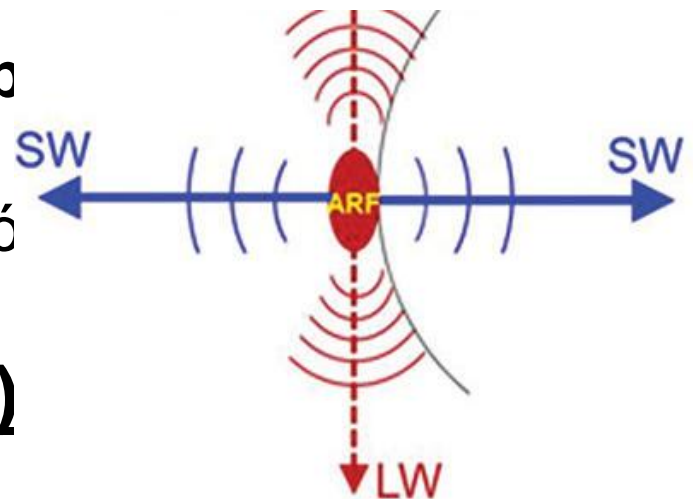
Mòdul d'elasticitat longitudinal

S'expresa en unitats de pressió (Kp)

Elasticitat = Força / Deformació

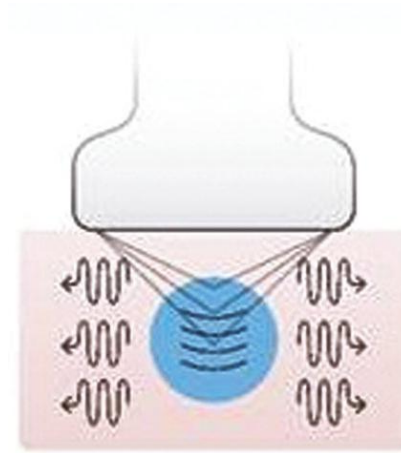
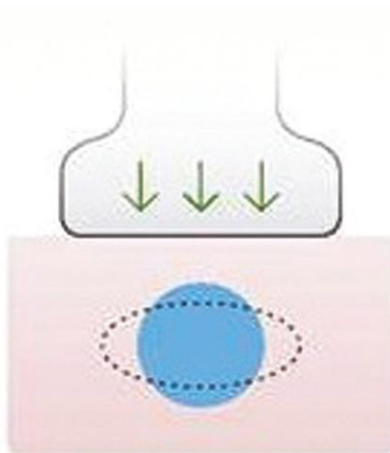
- **Velocitat de l'ona de tall (Vs)**

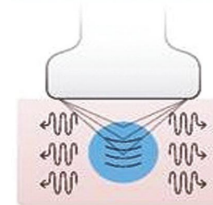
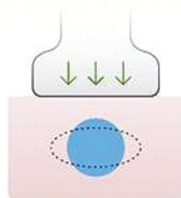
Es la velocitat de propagació de l'ona transversal. Es medeix en m/s



TIPUS D'ELASTOGRAFIA

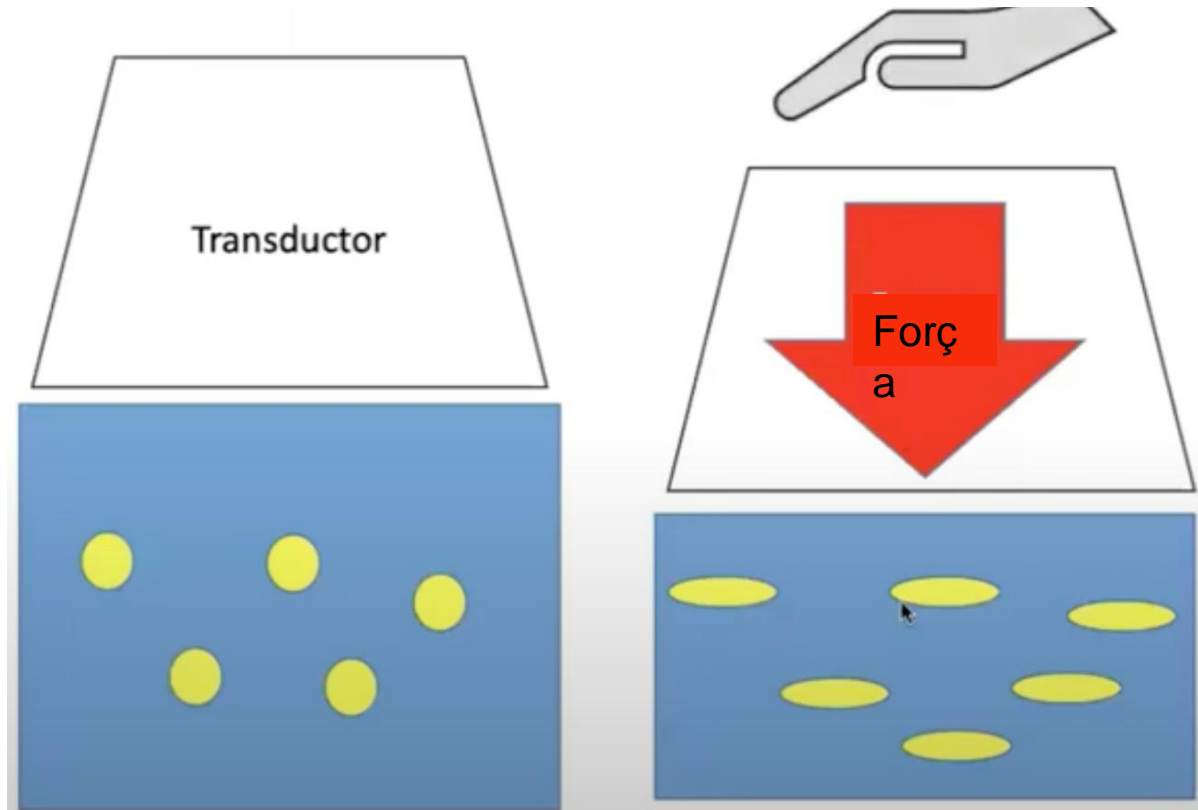
- **QUALITATIVA : PER COMPRESSIÓ (STRAIN)**
- **QUANTITATIVA: PER ONES DE TALL (SHEAR WAVE)**





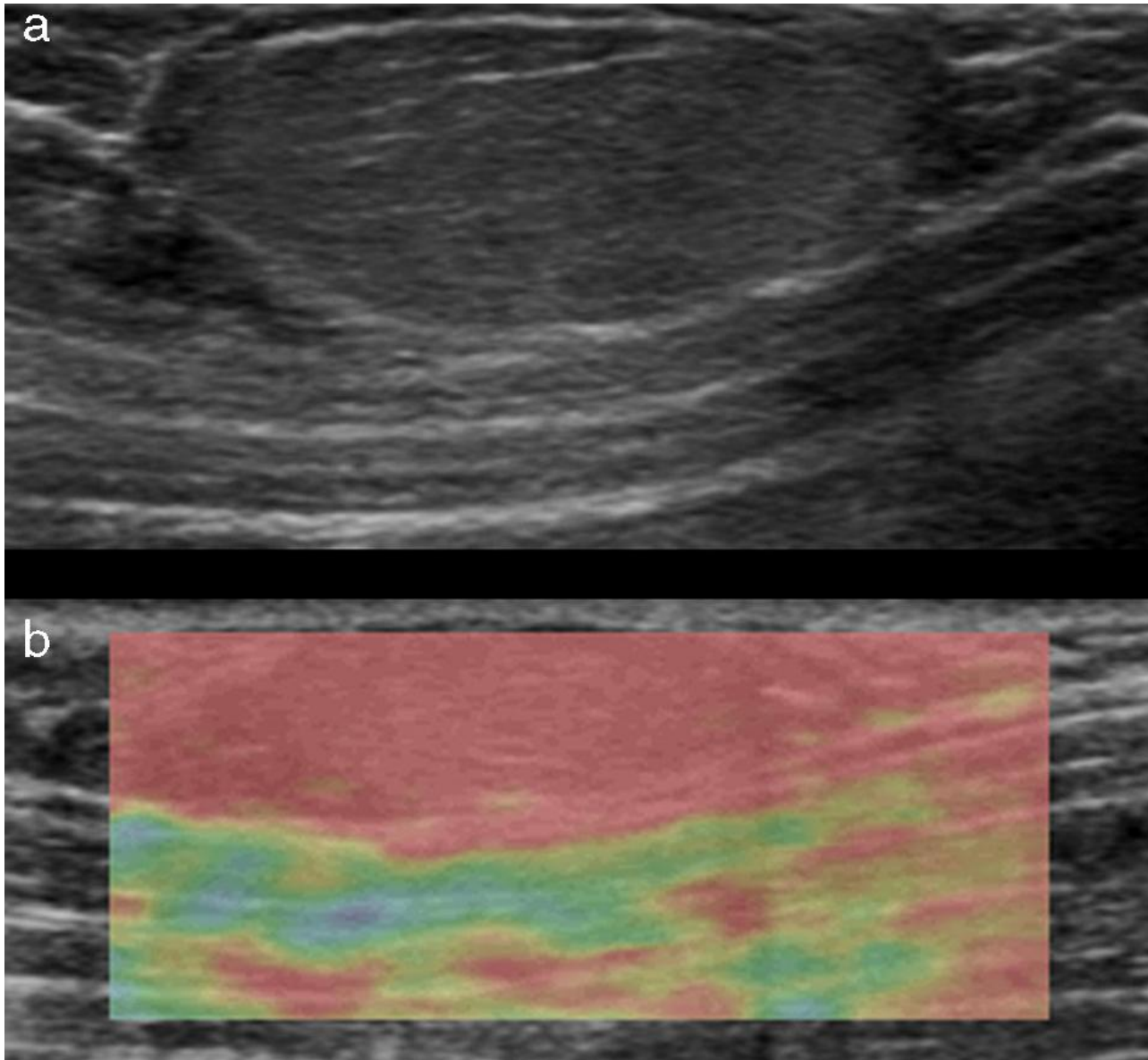
	Elastografia Qualitativa	Elastografia Quantitativa
Descripció	Proporciona una imatge visual de la rigidesa del teixit (elastograma)	Proporciona valor numèric de la rigidesa del teixit
Avantatges	Fàcil d'interpretar visualment Resultat depen pressió aplicada	Ofereix dades precises i reproduïbles No depen de la pressió aplicada
Inconvenients	Alta dependència de l'operador menys reproduïble Subjectiva	Precisa equips especialitzats i pot ser més costosa
Tipus	Elastografia per Compresió	Elastografia Shear Wave (SWE) Elastografia per Impuls de Radiació Acústica (ARFI)

ELASTOGRAFIA STRAIN

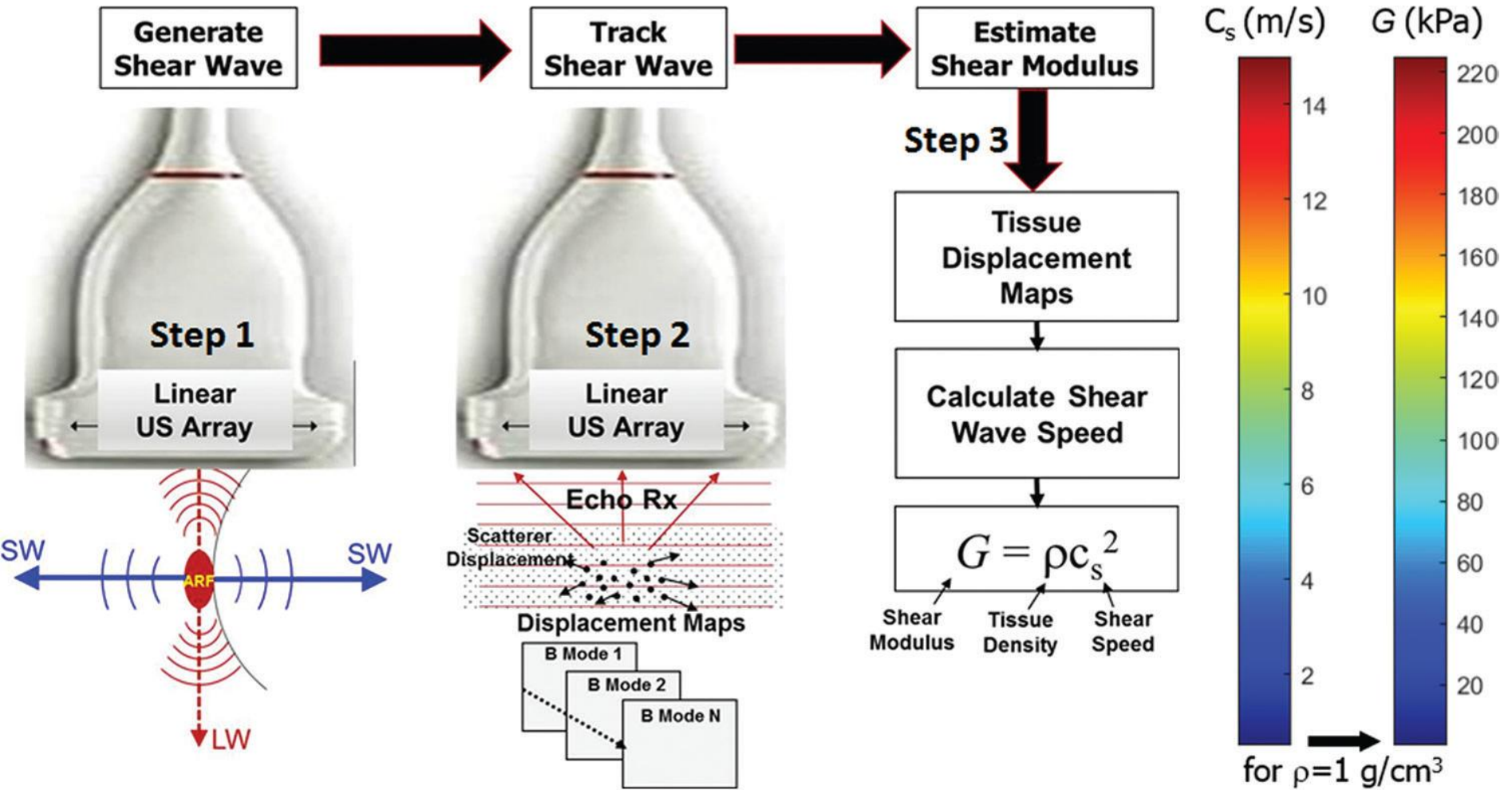


Aplicació manual de la força compressiva amb el transductor

Tumoració parts toves: lipoma



ELASTOGRAFIA SHEAR WAVE



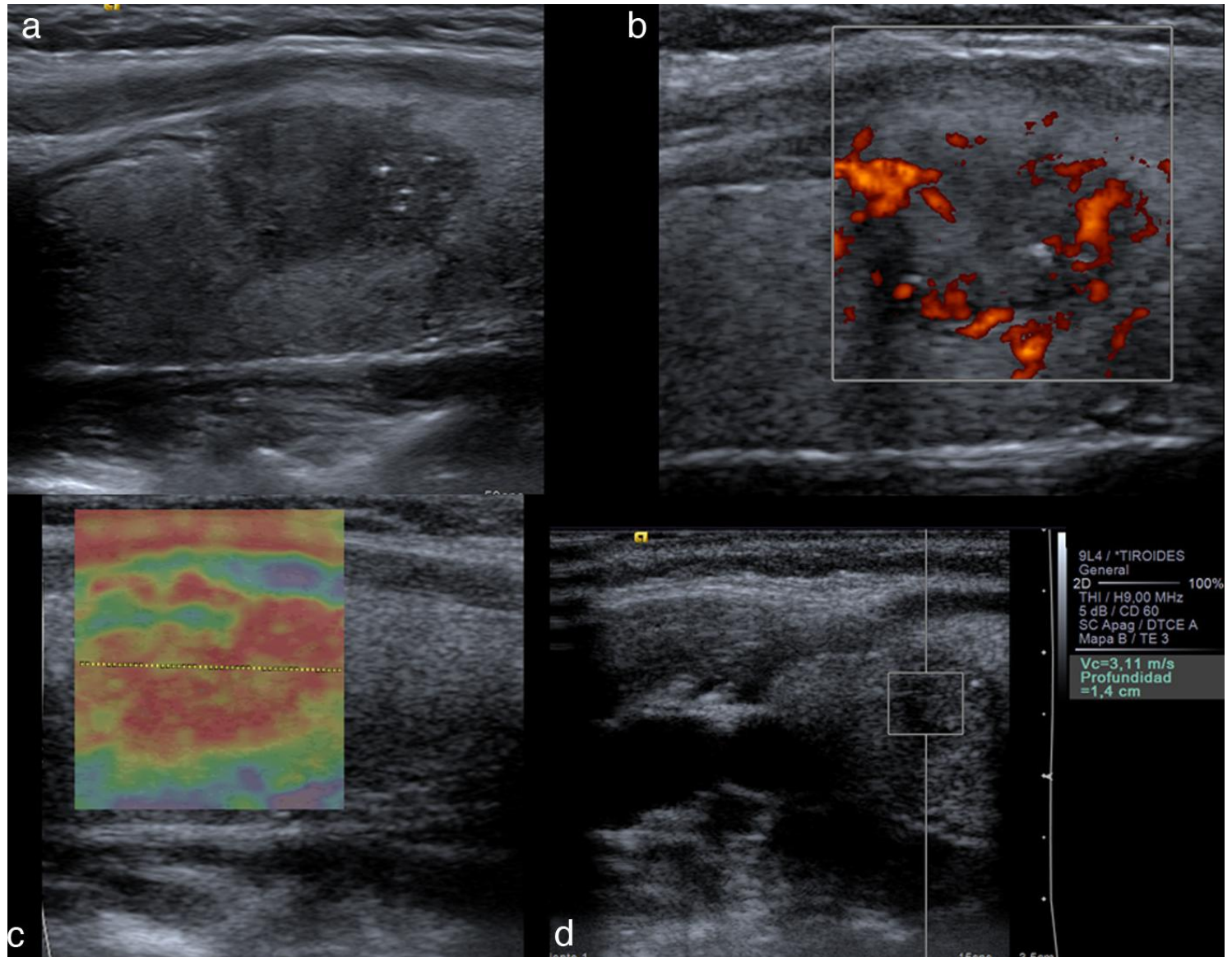
ELASTOGRAFIA SHEAR WAVE

- Visualització en temps real de l'**elastograma quantitatiu superposat al mode B** (informació anatòmica i de la rigidesa del teixit)
- El resultats sonoelastogràfics es poden expressar en dues unitats de **mesura numèrica**:

Metres/segon (m/s): medeix la velocitat de l'ona de cisallament en el seu desplaçament

Kilopascals (Kpa): es defineix com la pressió que ejerceix una força de 1 Newton sobre una superfície de 1 m²

Tumoració tiroidea: Ca. Papilar tiroides



Avantatges Elastografia

- Mesura adicional a l'ecografia convencional
- Bona correlació amb US
- Més sensible que l'ecografia convencional
- Obté valors quantitius (SWE) en m/s o KPa
- Reproductibilitat
- Menys operador dependència
- Menor variabilitat Inter operador

Limitacions Elastografia

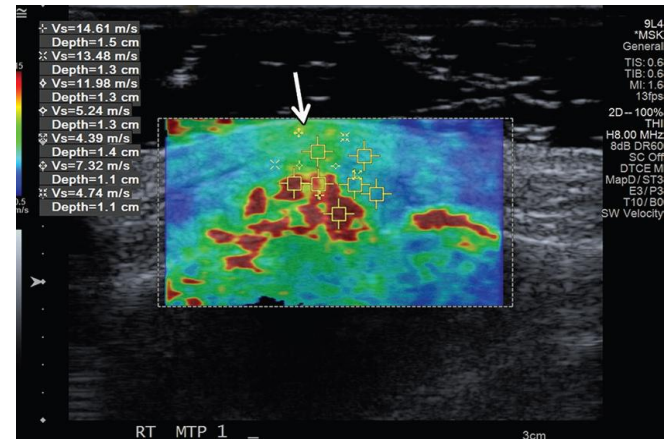
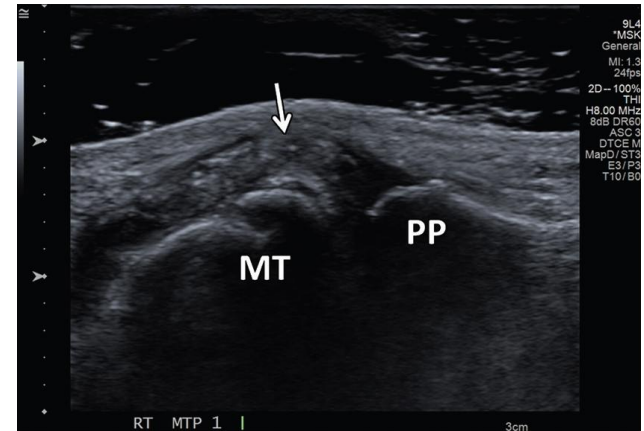
- Requereix equips especialitzats i pot ser costosa
- Profunditat de penetració limitada (1-6 cm)
- Els fluids no generen ones de cisallament
- Artefactes d'imatge: estructures no deformables (os, gas)
- Calibració i configuració equip correcte (pot variar entre màquines i centres)
- Ens dona una mesura de només una part del teixit diana, que pot no representar el teixit sencer

APLICACIONES EN MEDICINA

- Fetge
- Mama
- Tiroides
- Renal
- Estudi de tumoracions

APLICACIONES EN ECOGRAFIA MUSCULOESQUELETICA i REUMATOLOGICA

- Tendó
- Lligament
- Múscul
- Articulació
- **Glàndula salival**



Gota tofacea, Vcs 7.32 m/s

Elastografia i
Sjögren?



CRITERIOS DE CLASIFICACION SS

CRITERIOS ACR/EULAR 2016	
1. Biopsia GSLM positiva \geq 1 foco	3
2. Anti-Ro/SSA positivo	3
3. Índice de tinción ocular (OSS) \geq 5, o índice van Bijsterveld \geq 4 (en al menos un ojo)	1
4. Test de Schirmer \geq 5mm/min (en al menos un ojo)	1
5. Flujo salival no estimulado \leq 0,1ml/mn	1
TOTAL	9 puntos
CRITERIOS DE EXCLUSION	
1. Radiación previa cabeza-cuello 2 .Hepatitis activa (confirmada por PCR) 3. SIDA. 4. Sarcoidosis 5. Amiloidosis 6. Enfermedad injerto contra huésped 7. Enfermedad IgG4	
DIAGNOSTICO SS 1ºrio	
Puntuación \geq 4 y ningún criterio de exclusión	

US EN EL DIAGNÒSTIC SS

Arthritis Care & Research

Vol. 72, No. 4, April 2020, pp 583–590
DOI 10.1002/acr.24017

© 2020, The Authors Arthritis Care & Research published by Wiley Periodicals, Inc. on behalf of American College of Rheumatology
This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

AMERICAN COLLEGE
of RHEUMATOLOGY
Empowering Rheumatology Professionals

Incorporation of Salivary Gland Ultrasonography Into the American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism Criteria for Primary Sjögren's Syndrome

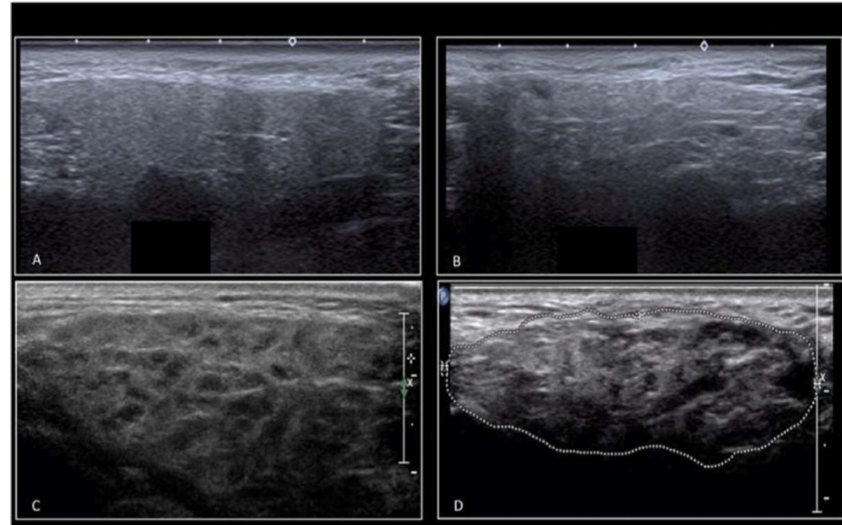
Jolien F. van Nimwegen,  Esther Mossel, Konstantina Delli,  Martha S. van Ginkel, Alja J. Stel, Frans G. M. Kroese, Fred K. L. Spijkervet, Arjan Vissink , Suzanne Arends, and Hendrika Bootsma

Table 2. Original and modified ACR/EULAR criteria incorporating salivary gland ultrasound*

Item	Weight, points
Original ACR/EULAR criteria	
Focal lymphocytic sialadenitis and FS ≥ 1	3
Anti-SSA positive	3
OSS ≥ 5 in at least 1 eye	1
Schirmer's test ≤ 5 mm/5 minutes in at least 1 eye	1
UWS flow rate ≤ 0.1 ml/minute	1
Modified ACR/EULAR criteria: addition of ultrasound	
Focal lymphocytic sialadenitis and FS ≥ 1	3
Anti-SSA positive	3
OSS ≥ 5 in at least 1 eye	1
Schirmer's test ≤ 5 mm/5 minute in at least 1 eye	1
UWS flow rate ≤ 0.1 ml/minute	1
Average SGUS score for hypoechogenic areas ≥ 1.5	1

US en el diagnòstic SS

- Sensibilitat : 45.8 - 91.6%
- Especificitat : 73 - 98.6%
- Semiquantitatiu i subjectiu operador-depenent
- Les glàndules poden tenir aspecte US normal en SS (30.1% paròtida; 26.4% la submandibular)



Shear wave elastography as a potential additional diagnostic tool in primary Sjögren's syndrome: an observational study

Marta Świecka¹ · Łukasz Paluch² · Piotr Pietruski³ · Maria Maślińska¹ · Jakub Zakrzewski² · Brygida Kwiatkowska¹

45 SS vs 108 no sicca, Schirmer - 50a
ROI 1x1 cm; 5 x glândula

Examined salivary gland	Variable	pSS group n=45	Control group n=108	p value
Right parotid	Median [IQR]	25.00 [21.00–35.00]	12.50 [11.67–13.53]	<0.001
	Mean (SD)	29.09 (14.33)	12.68 (1.72)	
	Min–Max	8.9–65.0	1.6–15.8	
Left parotid	Median [IQR]	25.00 [21.00–41.00]	9.10 [8.57–10.00]	<0.001
	Mean (SD)	28.44 (14.08)	9.33 (1.12)	
	Min–Max	9.2–56.0	6.0–12.3	
Right submandibular	Median [IQR]	26.00 [16.00–38.00]	12.50 [11.90–14.00]	<0.001
	Mean (SD)	28.77 (14.15)	12.84 (1.44)	
	Min–Max	7.4–61.0	10.0–15.6	
Left submandibular	Median [IQR]	26.00 [18.00–31.00]	8.80 [8.30–9.60]	<0.001
	Mean (SD)	28.58 (13.26)	9.01 (1.13)	
	Min–Max	7.0–61.0	7.0–12.3	
Mean result of SWE values of 4 salivary glands in each patient	Median [IQR]	25.50 [18.82–36.25]	10.93 [10.65–11.30]	<0.001
	Mean (SD)	28.72 (13.66)	10.93 (0.64)	
	Min–Max	8.1–58.0	9.2–13.2	

Cut-off SWE total: 13.19 KPa

SS valors SWE significativament més alts que controls

Shear-Wave Elastography Evaluation of Major Salivary Glands in Primary Sjögren's Syndrome

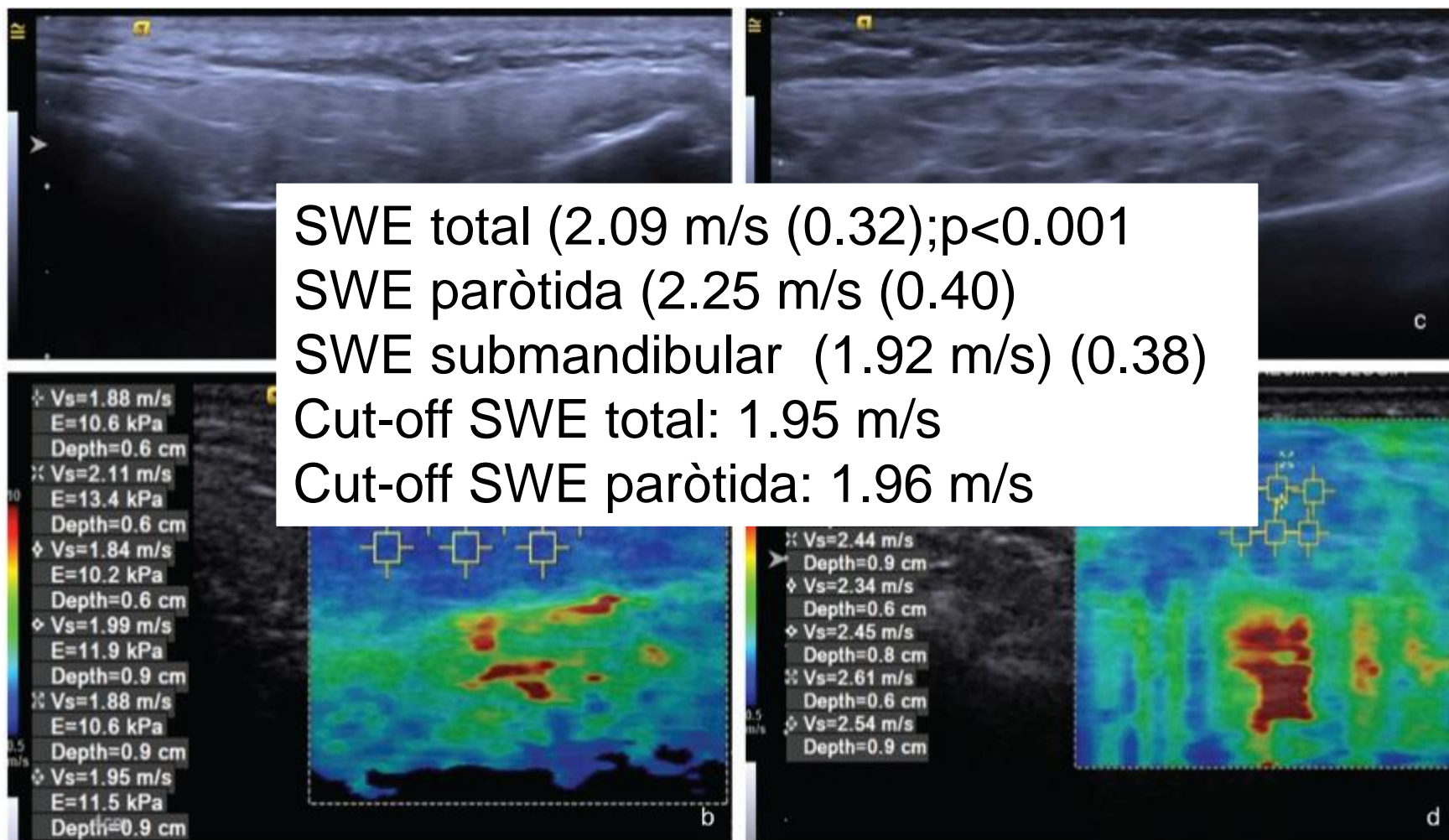
Prata AR¹, Freitas JP¹, Marques ML^{1,2}, Campos Cosca F³, Santiago M^{1,4}, Serra S¹, Coutinho M^{1,4}, Santiago T^{1,4}, Rovisco J^{1,4}, da Silva JAP^{1,4}

50 pSS vs 25 sans
56a
ROI 3 perifèrics/3
centrals

Control

SS

SWE total (2.09 m/s (0.32)); $p < 0.001$
SWE paròtida (2.25 m/s (0.40))
SWE submandibular (1.92 m/s) (0.38)
Cut-off SWE total: 1.95 m/s
Cut-off SWE paròtida: 1.96 m/s



SS valors SWE significativament més alts que controls

Two-Dimensional Shear Wave Elastography in the Assessment of Salivary Gland Involvement in Primary Sjögren's Syndrome

Serdar Arslan, MD, Mehmet Sedat Durmaz, MD, Hasan Erdogan, MD, Serpil Ergulu Esmen, MD, Bekir Turgut, MD, Mehmet Sinan Iyisoy, MSc

N: 53 SS vs 30 sans
49a
ROI 1-shot scan
mode

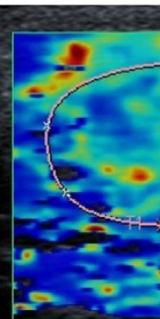
Table 1. Comparison of Quantitative 2D SWE Parameters Between Patients With pSS and the Control Group

Parameter	Patients	Controls	P
Right parotid gland			
E_{mean} , kPa	32.2 ± 16.1 (12.4-75.8)	14.4 ± 5.7 (7.2-32.4)	<.000
E_{SD} , kPa	12.2 ± 9.6 (2.1-40)	3.7 ± 2.1 (0.9-11.2)	
E_{mean} , m/s	3.1 ± 0.8 (2-4.9)	2.1 ± 0.3 (1.5-3.2)	
E_{SD} , m/s	0.6 ± 0.3 (0.1-1.5)	0.3 ± 0.1 (0.1-0.9)	
Left parotid gland			
E_{mean} , kPa	379 ± 191 (8.2-89)	13.2 ± 4.1 (6.4-25.3)	<.000
E_{SD} , kPa	15.8 ± 10.8 (1.1-40.1)	3.2 ± 2 (0.9-9.7)	
E_{mean} , m/s	3.4 ± 0.9 (1.6-5.4)	2 ± 0.3 (1.4-2.8)	
E_{SD} , m/s	0.7 ± 0.4 (0.1-2)	0.2 ± 0.1 (0.1-0.5)	
Right submandibular gland			
E_{mean} , kPa	30 ± 10.2 (15.6-55.6)	18.3 ± 3.9 (11.9-27)	<.000
E_{SD} , kPa	12.5 ± 5.9 (3.5-28.7)	4.8 ± 1.7 (1.8-8.7)	
E_{mean} , m/s	2.9 ± 0.4 (2.1-4.2)	2.3 ± 0.2 (1.9-2.7)	
E_{SD} , m/s	0.7 ± 0.3 (0.2-1.4)	0.3 ± 0.1 (0.1-0.7)	
Left submandibular gland			
E_{mean} , kPa	35.2 ± 12.6 (15.9-67.9)	17.1 ± 3.7 (10.1-25)	<.000
E_{SD} , kPa	13.4 ± 6.5 (3.8-27.2)	5.4 ± 2.3 (0.7-13.2)	
E_{mean} , m/s	2.9 ± 0.5 (2.1-4.9)	2.2 ± 0.2 (1.2-2.8)	
E_{SD} , m/s	0.9 ± 0.3 (0.2-1.9)	0.4 ± 0.1 (0.1-0.7)	

Table 2. Comparison of Diagnostic Performance

Parameter	Cutoff Value
Parotid glands	
E_{mean} , kPa	18.5
E_{SD} , kPa	6.8
E_{mean} , m/s	2.48
E_{SD} , m/s	0.46
Submandibular glands	
E_{mean} , kPa	21
E_{SD} , kPa	7.6
E_{mean} , m/s	2.59
E_{SD} , m/s	0.52

C

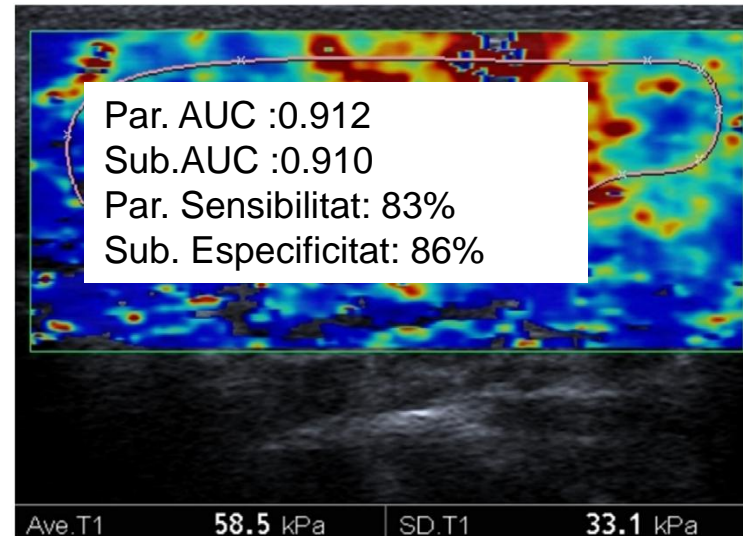


Ave. T1

4.30 m/s

SD. T1

1.35 m/s



Ave. T1

58.5 kPa

SD. T1

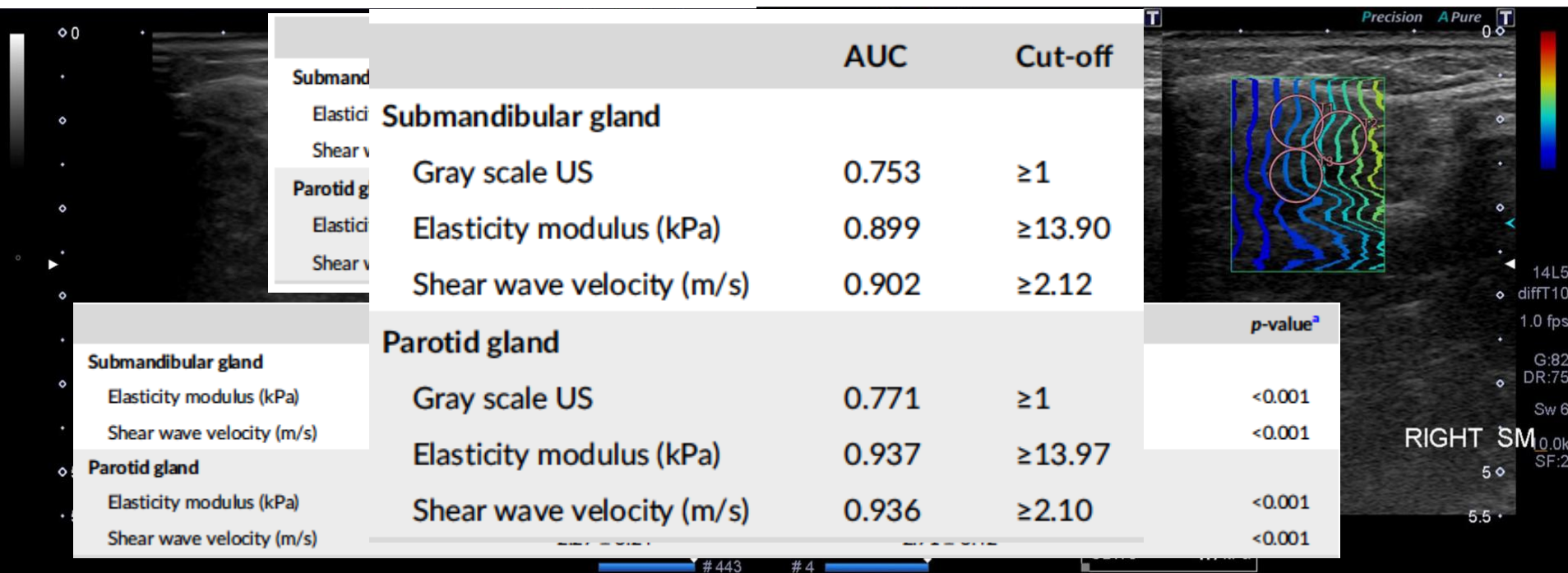
33.1 kPa

SS valors SWE significativament més alts que controls
SWE bon rendiment diagnòstic

Diagnostic performance of gray-scale ultrasound and shear wave elastography in assessing salivary gland involvement in patients with primary Sjögren's syndrome

Halil Özer MD¹ | Dilek Tezcan MD² | Selda Hakbilen MD² |
 Semral Gülcemal MD² | Ömer Faruk Topaloğlu MD¹ | Merve Yazol MD³ |
 Sema Yılmaz MD²

N: 72 SS vs 72 sans
 49a
 ROI 1 cm; 3 part central glàndula

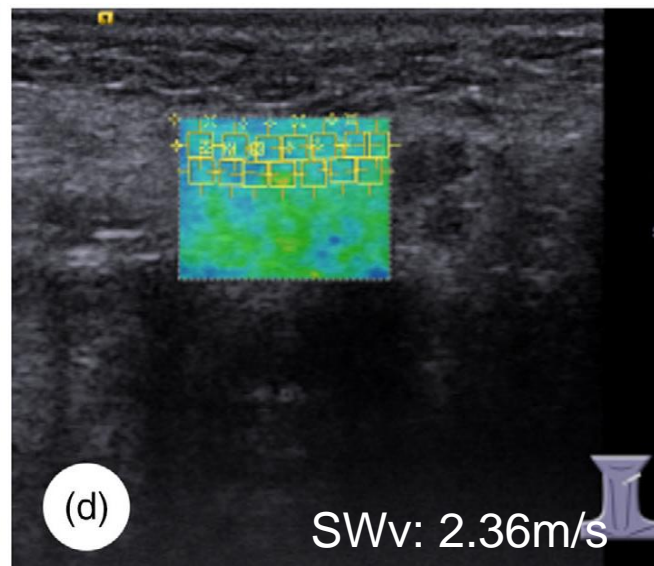
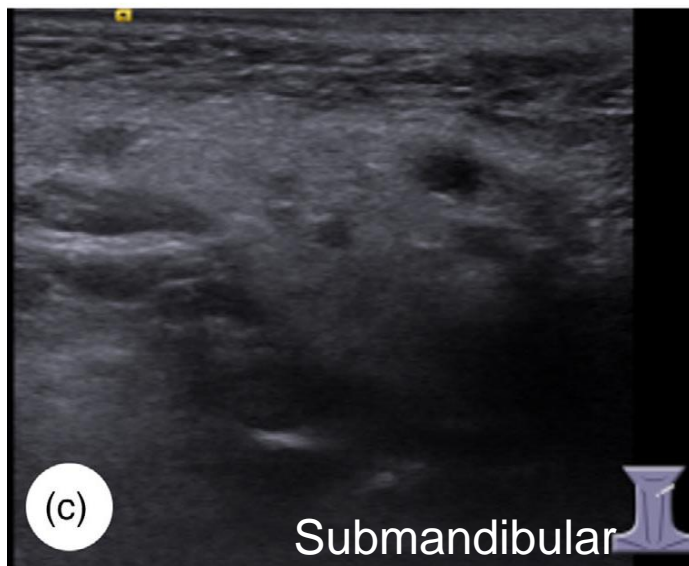
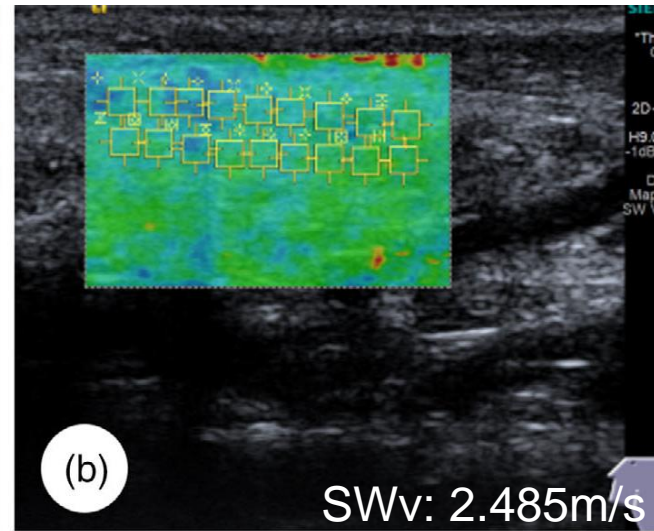


SS mostra valors SWE significativament més alts que controls
 SWE pot demostrar afectació glandular en SS amb EG normal/sospitosa

SWE te una rendiment diagnòstic significativament més alt que modo
 B

Performance of salivary glands ultrasonography, shear wave elastography and their combined use for the diagnosis of primary and secondary Sjögren's syndrome

N: 41 SSp; 26 SSs; 27 sicca
56a
ROI 1x1 cm; minim 5 x
glàndula



Performance of salivary glands ultrasonography, shear wave elastography and their combined use for the diagnosis of primary and secondary Sjögren's syndrome

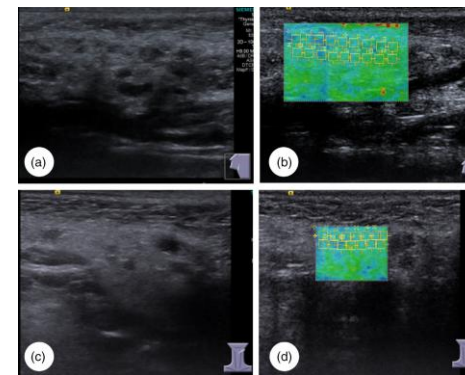
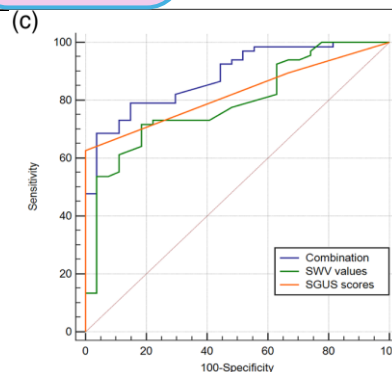
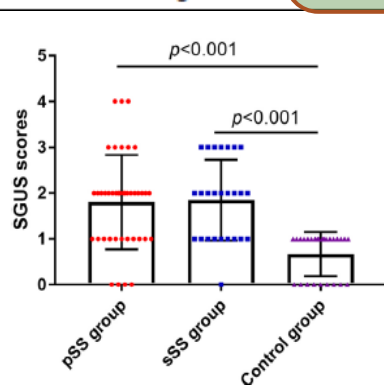


TABLE 3 Shear-wave elastography results in the study population (SWV, m/s).

Examined salivary gland	Item	pSS group (n = 41)	sSS group (n = 26)	Control group (n = 27)	p-value
Left submandibular gland	Mean ± SD	2.00 ± 0.40 ^a	2.01 ± 0.40 ^a	1.59 ± 0.33	<0.001
	Range	1.40–2.81	1.40–2.81	0.83–2.20	
Right submandibular gland	Mean ± SD	2.03 ± 0.38 ^a	2.00 ± 0.32 ^a	1.61 ± 0.39	<0.001
	Range	1.38–3.30	1.38–2.75	0.82–2.30	
Left parotid gland	Mean ± SD	2.11 ± 0.34 ^a	2.21 ± 0.31 ^a	1.66 ± 0.51	<0.001
	Range	1.63–2.94	1.71–2.73	0.58–3.00	
Right parotid gland	Mean ± SD	2.10 ± 0.33 ^a	2.21 ± 0.37 ^a	1.71 ± 0.46	<0.001
	Range	1.59–3.20	1.59–3.20	0.41–2.24	



SS mostra valors SWE significativament més alts que controls, sense diferències entre SSp i SS2^ari

La millor eficàcia diagnòstica (AUC) la te la combinació de la US + SWE

BMJ Open Accuracy of two-dimensional transverse wave elastography of salivary glands in diagnosis of Sjögren's disease: a systematic review and meta-analysis

Table 2 Main effect sizes of the included studies

Study	Year	Country	pt of SS/ total pt	Age range (pt of SS/pt of controls)	Diagnostic point (Young's modulus)	TP	FP	FN	TN
Wang <i>et al</i> ¹⁶	2019	China	76/140	49.8±12.2/49.2±11.8	9.9 kPa	57	3	19	61
Arslan <i>et al</i> ¹²	2019	Turkey	53/83	49±11.4/33.9±10.5	21 kPa	44	4	9	26
Bădărănză <i>et al</i> ¹¹	2020	Romania	35/70	57.09±12.14/57.09±12.14	6.45 kPa	20	7	15	28
Moisoiu <i>et al</i> ⁶	2020	Romania	31/53	56±12/50±12	6.65 kPa	20	4	11	18
Tang <i>et al</i> ¹⁵	2021	China	47/98	48.3±14.0	10.2 kPa	37	11	10	40
Zhang <i>et al</i> ¹³	2022	China	112/142	56.760/55.260	9.72 kPa	88	8	24	22
Zhao <i>et al</i> ¹⁴	2022	China	110/173	46.86±10.54/46.86±10.54	22.00 kPa	53	5	57	58
Świecka <i>et al</i> ⁷	2022	Poland	45/153	50.0 (39.0–62.0)/51.0 (45.8–56.2)	12.9 kPa	43	2	2	106

The sensitivity and specificity of the included literature were calculated based on the specific number of cases so the sensitivity and specificity of the conclusions were not consistent with those of some studies.

FN, false negative; FP, false positive; pt, patient; TN, true negative; TP, true positive.

Gran variabilitat en el punts de tall en els diferents estudis

Cas Clínic

- Dona de 53a
- SS seronegatiu (Ro60/Ro52/La) FR+ títol baix

Es remet per ECO + BGSM:

- BGSM grau 3



- Ecografia EG Grau 0 (màxim grau 1)

A Pure Precision+

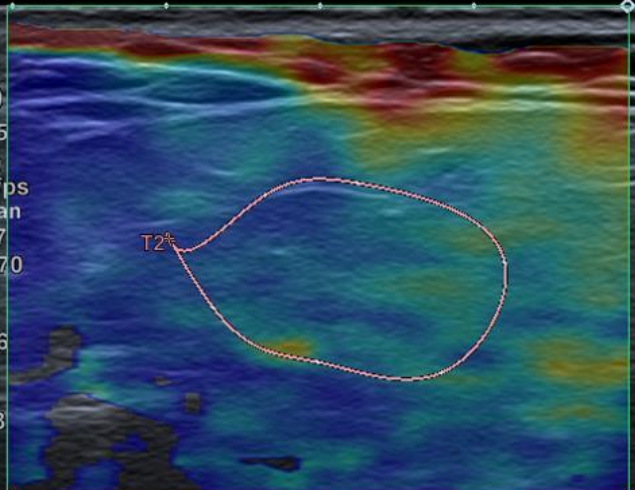
T

Precision+ A Pure T

65.0



MI (1.0)
 14L5
 d8.0
 0.7 fps
 Qscan
 G:77
 DR:70



T2

0.0 kPa

Sw 6
 SF:3

14L5
 d8.0
 0.7 fps
 Qscan
 G:77
 DR:70

A:1
 P:5

T2

Parotid Right

T2 prom	20.8kPa
SD.T2	5.0kPa

8

A Pure Precision+

Precision+ A Pure

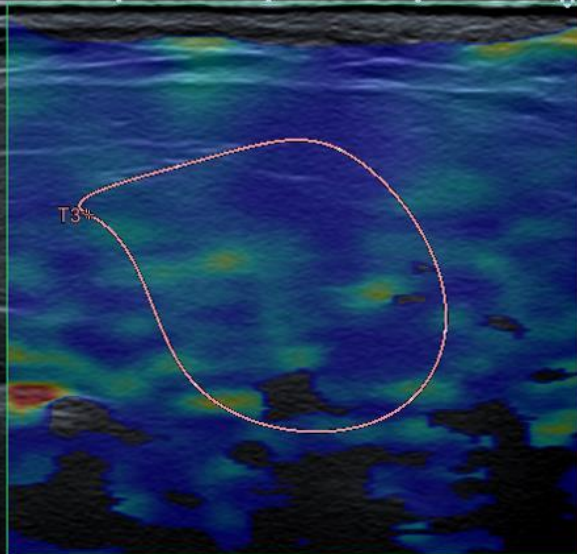
65.0

MI
(0.8)
14L5
d8.0
0.7 fps
Qscan
G:76
DR:70

0.0
kPa

Sw 6

SF:3



14L5
d8.0
0.7 fps
Qscan
G:76
DR:70

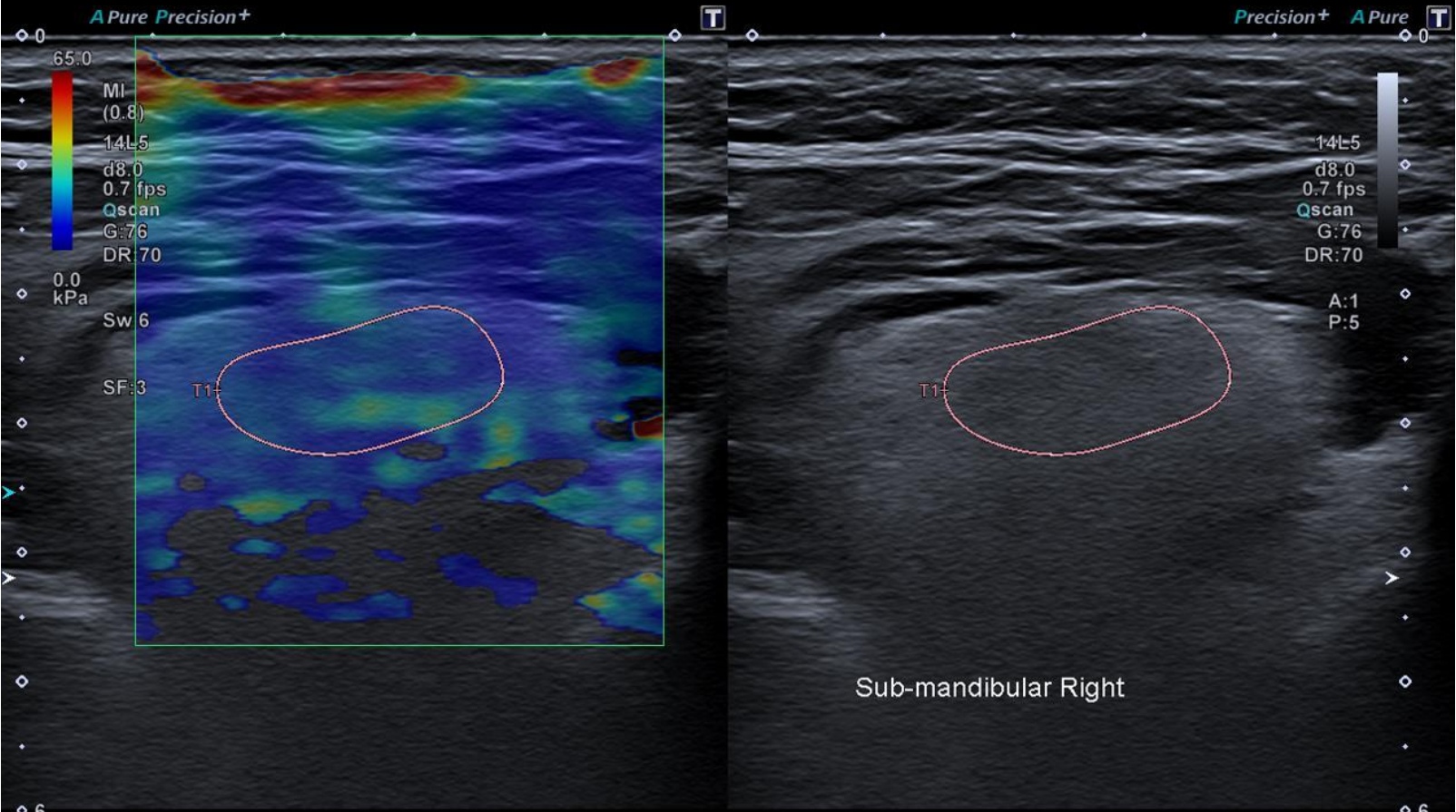
A:1

P:5

Parotid Left

T3 prom	15.2kPa
SD.T3	5.6kPa

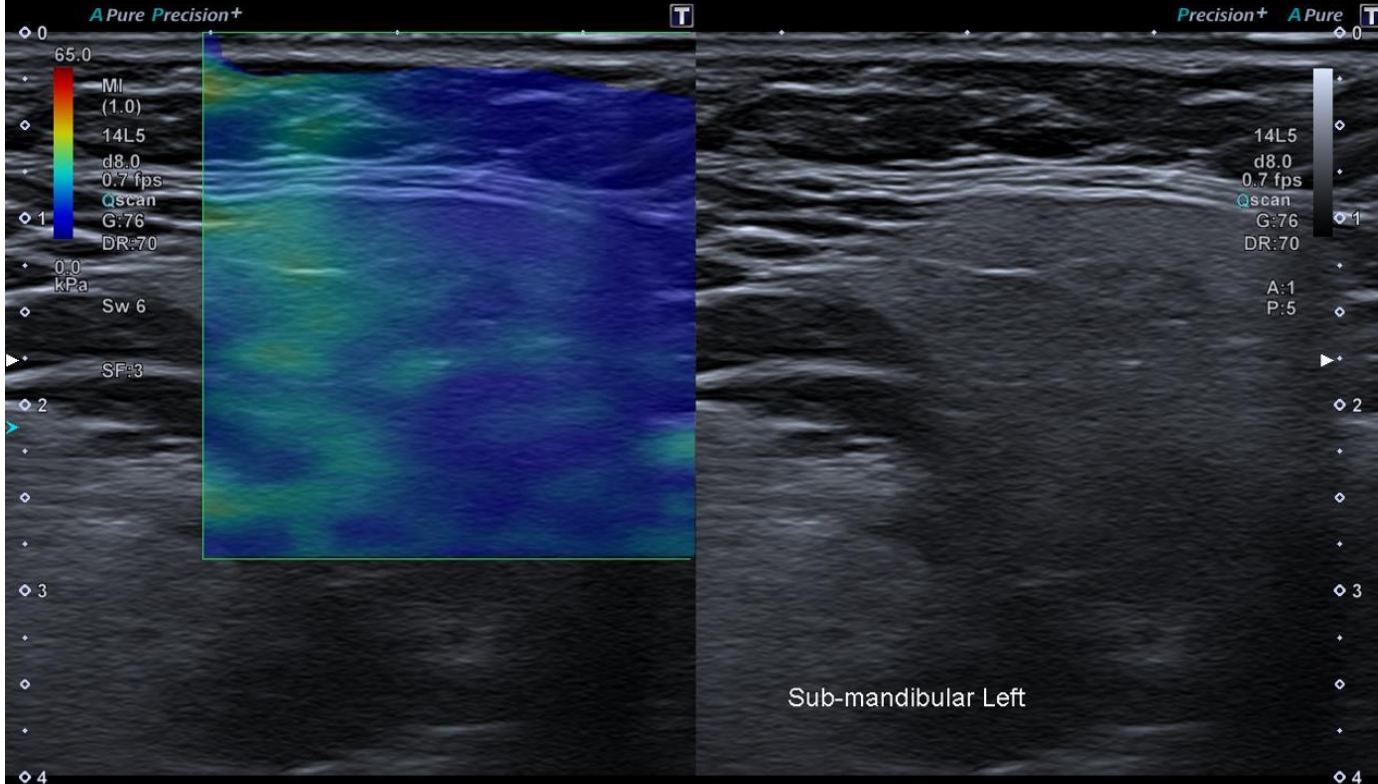
7



Sub-mandibular Right

T1 prom	15.3kPa
SD.T1	4.4kPa

6



A Pure Precision+
 65.0
 MI (1.0)
 14L5
 d8.0
 0.7 fps
 Qscan
 G:76
 DR:70
 0.0 kPa
 Sw 6
 SF:3
 2
 3
 4

Precision+ A Pure T
 14L5
 d8.0
 0.7 fps
 Qscan
 G:76
 DR:70
 A:1
 P:5
 2
 3
 4

Sub-mandibular Left

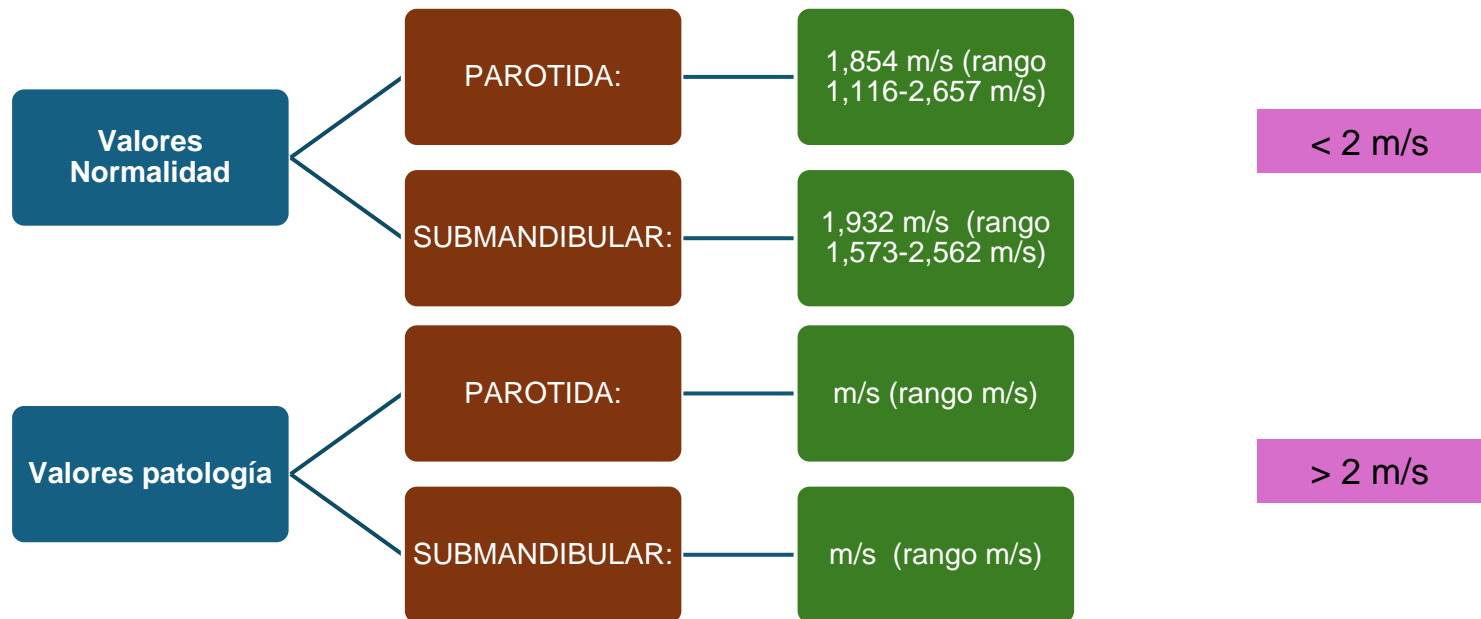
T4 prom	17.3kPa
SD.T4	5.0kPa

3

		Speed[m/s]		Elasticity[kPa]		Depth[cm]
		Average	SD	Average	SD	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	2.24	0.30	15.3	4.4	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	2.62	0.31	20.8	5.0	
<input checked="" type="checkbox"/>	3	2.20	0.46	15.2	5.6	
<input checked="" type="checkbox"/>	4	2.38	0.34	17.3	5.0	

Mean	2.36	17.1
SD	0.16	2.3
Median	2.31	16.3
IQR	0.28	3.8
IQR/Median	0.12	0.23

Interpretació resultats



Cut-off: 2 m/seg; 15 Kpa??

Mantsopoulos K, Ultrasound in Med & Biol 2015

Conclusions

SWE es útil per diferenciar glàndules de pacients amb SS respecte controls sans :

- Els valors d'elasticitat son clarament més alts en SS
- Els valors de cutt-off s'han de definir millor

Es necessari estandaritzar aspectes tècnics com:

- Adquisició de l'imatge
- Variabilitat en la localització medicació
- Tamany de l'area d'interés (ROI)

Reflexió final

- L'elastografia SWE actualment és una eina complementària a l'ecografia convencional pel diagnòstic de SS.
- No pot substituir a la biòpsia (al menys de moment)
- Cal una major estandarització de la tècnica
- És necessari concretar els valors de tall de la V_s com d'elasticitat (kps)
- En un futur pot constituir un pilar important en l'estudi per imatge de la SS

GRÀCIES!!!