

圖一、 (A) USE 顯示為軟質病灶，病理結果為良性纖維腺瘤。 (B) USE 顯示為硬質病灶，病理結果為惡性侵襲性乳管癌。

的顏色均勻度及對應的硬度來鑑別病灶的彈性。彈性分數（**elasticity score**）為一種“定性”系統，被用來分類USE彈性影像中病灶的彈性；當前已經有相當多成熟的彈性分數系統，諸如 Itoh 等人的 **Five Point Scoring System**（**Tsubuka university Elasticity Score Patterns**）^[6]或是 **Fleury** 等人的 **Elasticity Scoring**^[7]。雖然USE的彈性影像未能有定量的結果，但定性的方法亦成功提高了檢查的敏感度（**sensitivity**）達到**93%**，陽性預測值（**positive predictive value, PPV**）及陰性預測值（**negative predictive value, NPV**）分別是**68%**與**96%**^[8]。值得注意的是，此種成像方式所施予的垂直作用力要相當輕，故檢查者需要有一段的學習曲線才能有效執行檢查。

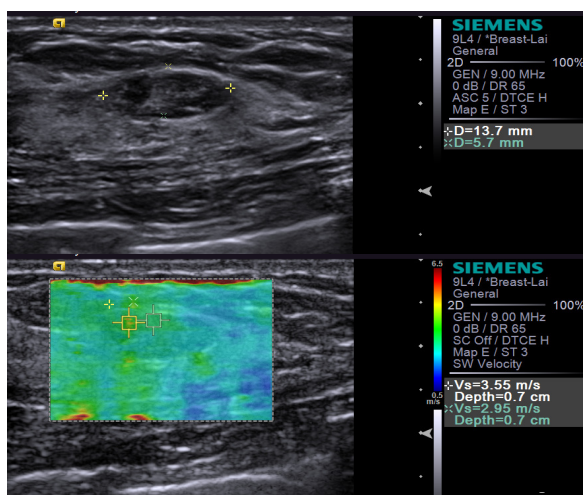
SWE的影像原理為：當受檢區域被施予脈衝波後會發生振動（**vibration**），隨後會產生兩個方向的傳遞波，一為縱向的壓力波（**compressional wave**），二為橫向的剪力波（**shear wave**）；兩種波以不同的速度傳遞，剪力波的速度（**Cs, m/s**）約落在每秒鐘**1 至 10 公尺**（**1-10m/s**）之間^[9]。吾人可利用對於剪力波及形變量的測量來得到彈性影像：物體有剪力係數（ **μ** ），依據剪力係數模（ **$F_s = \mu * S_s$** ），故剪力係數可以由作用的脈衝波除上單位剪力形變量得知；另外，又依照波速傳遞公式： **$\mu = \rho * C_s^2$** （ **ρ** 表示物體密度），由測量剪力波的速度可以得到物體的剪力係數，然而剪力係數又與物體的彈性（**E**）成正比關係： **$E = 3 * \mu$** ^[10]；故由測量剪力波的

速度及單位剪力形變量就可以推估物體的彈性。**SWE**又以測量的標的不同而分為兩類：一類為**ARFI**，另一類為**SSI**。

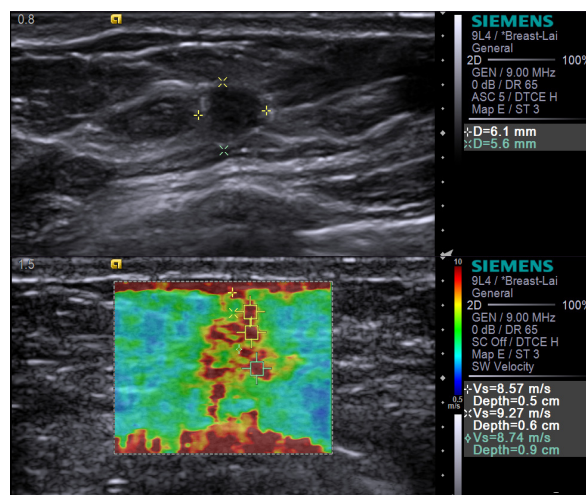
ARFI是利用短時間放出高強度的脈衝（**0.03-0.4ms, 2.67MHz**），再以診斷性的脈衝量測剪力波速度。所測得知剪力波的速度即可表示病灶的彈性^[11]；有研究指出惡性病灶跟良性病灶的剪力波速度分別為 **2.25 ± 0.59 - 3.25 ± 2.03 m/s**和 **8.22 ± 1.27 m/s**，閾值為 **3.065 m/s**^[8]。

SSI則利用高速的影像擷取技術（**5000 frames/s**）分析形變量，可以求得剪力係數，即可表示病灶的彈性；以 **80.17 kPa**為閾值對於惡性的乳房腫塊其敏感度為**88.8%**，而特異度（**specificity**）為**84.9%**^[12]。

圖二 A

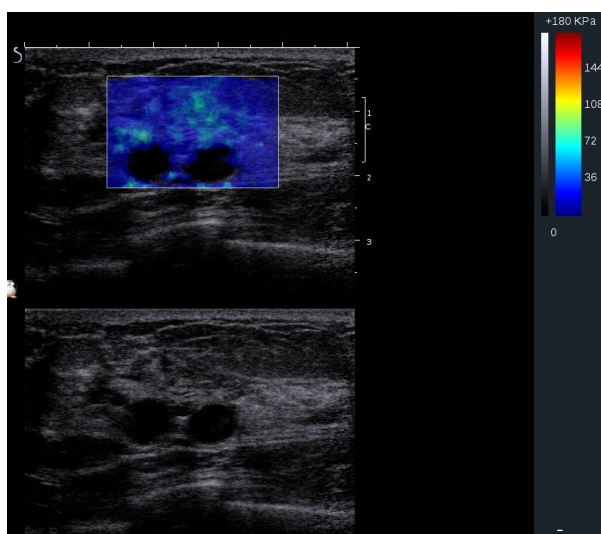


圖二 B

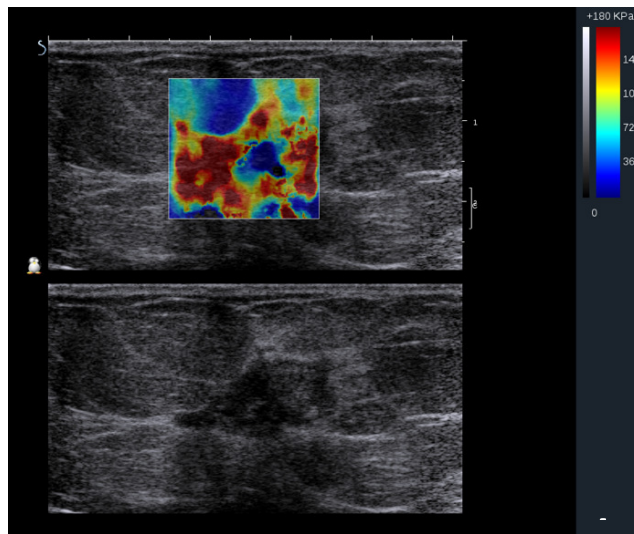


圖二、(A) ARFI 顯示病灶之剪力波速度較慢，約 **2.95-3.55m/s**，病理結果為**良性纖維腺瘤**。(B) ARFI 顯示病灶之剪力波速度較快，約 **8.57-9.27m/s**，病理結果為**惡性侵襲性乳管癌**。

圖三 A



圖三 B



圖三、(A) SSI顯示病灶無法顯示剪力係數，病灶周圍剪力係數變化小，病理結果為良性纖維囊腫。(B)SSI顯示病灶周圍剪力係數變化大，病理結果為惡性侵襲性乳管癌。

另有研究指出，正常的乳房組織其剪力係數約在20-50kPa，良性腫塊為 45.3 ± 41.1 kPa，惡性病灶為 146.6 ± 40.05 kPa；閾值約為50kPa^[13]。敏感度及特異度分別95%及77%，陽性預測值及陰性預測值分別是84%與91%，準確度（accuracy）為86%^[14]。利用SWE得到的彈性影像可以得到客觀具再現性的結果。

研究證實，乳房彈性影像對於鑑別固質（solid）病灶的惡性或良性是有幫助的。固質的惡性病灶經常，比較硬。對於不典型的病灶（BI-RADS分類在3或4A者）而言，乳房彈性影像結合傳統的超音波檢查可以提高特異度至75-88%^[12,15]，有助於病灶的鑑別並減少活組織切片檢查；對於分類在BI-RADS 5的病灶，彈性影

像亦可增加診斷的信心。彈性檢查亦利用影像特徵（bull's eye sign, triple color mode, no internal register）來有效鑑別囊狀（cystic）病灶或均勻（homogeneous）的固質病灶^[16]。亦有研究指出彈性影像可以有效鑑別良性的微小鈣化（microcalcification）與惡性的原位乳管癌（ductal carcinoma in situ, DCIS）或浸潤型乳管癌（infiltrative ductal carcinoma, IDC）；同時，彈性分數也可以在鑑別反應性淋巴結（reactive lymph node）或是轉移性（metastatic）淋巴結上有所幫助：彈性分數低者傾向於良性淋巴結，而彈性分數落在2-3分者，轉移性淋巴結可能性高^[17]。彈性影像超音波配合上傳統的超音波檢查可以提高敏感度及特異度，分別達89.7%及95.7%，陽

性預測值是89.7%，準確度為93.3%^[18]。需要小心的是，惡性病灶亦有可能在彈性影像上顯示為軟質的病灶，例如：DCIS, necrotic tumor, mucinous carcinoma, medullary carcinoma, inflammatory cancer；而顯示為硬質的病灶亦有可能為良性的，例如：scarring, fibrosis, radial scar, papilloma, complicated fibroadenoma^[19]；因此不能單以彈性影像作為鑑別診斷的依據，傳統超音波型態（sonomorphology）仍是不可或缺的。

結論：傳統的超音波檢查若能配合上彈性影像技術可以幫助乳房病灶的鑑別診斷，尤其針對於BI-RADS落在3-4A的病灶，彈性影像可以減少不必要的活組織切片檢查。主要的彈性影像技術都能有效提高敏感度跟特異

度，但USE對於操作者的依賴度較高，僅能提供定性的檢查，對於較深的病灶亦不適合；相對來說SWE可以提供定量的結果，也有較高的

再現性，病灶的深淺對於檢查不會有太大的影響^[20]。所以，乳房影像超音波對於乳房病灶的鑑別診斷是有價值的，但良性或惡性病灶在彈

性上有重疊的部分，亦需輔以傳統超音波型態的檢視來達到正確診斷的目的。

參考資料：

- [1] Stavros AT, Thickman D, Rapp CL, et al. Solid breast nodules: use of sonography to distinguish between benign and malignant lesions. *Radiology*. 1995;196:123–34
- [2] Youk JH, Son EJ, Gweon HM, et al. Comparison of strain and shear wave elastography for the differentiation of benign from malignant breast lesions, combined with B-mode ultrasonography: qualitative and quantitative assessments. *Ultrasound Med Biol*. 2014;40:2336-44
- [3] Parker KJ, Lerner RM. Sonoelasticity of organs: shear waves ring a bell. *J Ultrasound Med*. 1992;11:387–92
- [4] Garra BS, Céspedes EI, Ophir J, et al. Elastography of breast lesions: initial clinical results. *Radiology*. 1997;202:79–86
- [5] Konofagou EE, Ophir J, Krouskop TA, et al. Elastography: From theory to clinical applications, Summer Bioengineering Conference, Florida, 2003
- [6] Itoh A, Ueno E, Tohno E, et al. Breast disease: clinical application of US elastography for diagnosis. *Radiology*. 2006;239:341–50
- [7] Fleury Ede F, Fleury JC, Piato S, et al. New elastographic classification of breast lesions during and after compression. *Diagn Interv Radiol*. 2009;15:96-103
- [8] Ricci P, Maggini E, Mancuso E, et al. Clinical application of breast elastography: State of the art. *Eur J Radiol*. 2014;83:429–37
- [9] Meng W, Zhang G, Wu C, et al. Preliminary results of acoustic radiation force impulse (ARFI) ultrasound imaging of breast lesions. *Ultrasound Med Biol*. 2011;37:1436–43
- [10] Hopkins PR. Principles of ultrasound elastography. *Ultrasound*. 2012;20:8-15
- [11] Shuang-Ming T, Ping Z, Ying Q, et al. Usefulness of acoustic radiation force impulse imaging in the differential diagnosis of benign and malignant liver lesions. *Acad Radiol*. 2011;18:810–5
- [12] Chang JM, Moon WK, Cho N, et al. Clinical application of shear wave elastography (SWE) in the diagnosis of benign and malignant breast diseases. *Breast Cancer Res Treat*. 2011;129:89–97
- [13] Athanasiou A, Tardivon A, Tanter M, et al. Breast lesions: quantitative elastography with supersonic shear imaging—preliminary results. *Radiology*. 2010; 256:297-303
- [14] Evans A, Whelehan P, Thomson K, et al. Differentiating benign from malignant solid breast masses: value of shear wave elastography according to lesion stiffness combined with greyscale ultrasound according to BI-RADS classification. *Br J Cancer*. 2012;107:224–9
- [15] Cho N, Moon WK, Kim HY, et al. Sonoelastographic strain index for differentiation of benign and malignant nonpalpable breast masses. *J Ultrasound Med*. 2010; 29:1–7

- [16] Balleyguier C, Canale S, Ben Hassen W, et al. Breast elasticity: principles, technique, results: an update and overview of commercially available software *Eur J Radiol.* 2013;82:427–34
- [17] Choi JJ, Kang BJ, Kim SH, et al. Role of sonographic elastography in the differential diagnosis of axillary lymph nodes in breast cancer. *J Ultrasound Med.* 2011;30:429–36
- [18] Zhi H, Ou B, Luo BM, et al. Comparison of ultrasound elastography, mammography, and sonography in the diagnosis of solid breast lesions. *J Ultrasound Med.* 2007;26:807–15
- [19] Mori M, Tsunoda H, Kawauchi N, et al. Elastographic evaluation of mucinous carcinoma of the breast. *Breast Cancer.* 2012;19:60–3
- [20] Chang JM, Moon WK, Lee KB, et al. Comparison of shear-wave and strain ultrasound elastography in the differentiation of benign and malignant breast lesions. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;201:347-56