

Otrzymano:
18.01.2018
Zaakceptowano:
23.02.2018
Opublikowano:
30.03.2018

Wartość diagnostyczna sonoelastografii w różnych jednostkach chorobowych

Diagnostic accuracy of sonoelastography in different diseases

Iqra Manzoor¹, Raham Bacha², Syed Amir Gilani³

¹ *University of Lahore, Lahore, Pakistan*

² *(UIRSMIT) FAHS Department, University of Lahore, Lahore, Pakistan*

³ *FAHS, University of Lahore, Lahore, Pakistan*

Adres do korespondencji: Iqra Manzoor, G 10/2 Canal Berg, Lahore, Pakistan, tel.: 03234622094, e-mail: iqramanzoor36@gmail.com

DOI: 10.15557/JoU.2018.0005

Słowa kluczowe

sonoelastografia,
czułość,
swoistość,
dokładność,
różne jednostki
chorobowe

Keywords

sonoelastography,
sensitivity,
specificity,
accuracy,
different diseases

Abstract

The objective of this study was to evaluate the diagnostic accuracy of sonoelastography in patients of primary and secondary health care settings. Google scholar, PubMed, Medline, Medscape, Wikipedia and NCBI were searched in October 2017 for all original studies and review articles to identify the relevant material. Two reviewers independently selected articles for evaluation of the diagnostic accuracy of sonoelastography in different diseases based on titles and abstracts retrieved by the literature search. The accuracy of sonoelastography in different diseases was used as the index text, while B-mode sonography, micro pure imaging, surgery and histological findings were used as reference texts. Superficial lymph nodes, neck nodules, malignancy in thyroid nodules, benign and malignant cervical lymph nodes, thyroid nodules, prostate carcinoma, benign and malignant breast abnormalities, liver diseases, parotid and salivary gland masses, pancreatic masses, musculoskeletal diseases and renal disorders were target conditions. The data extracted by the two reviewers concerning selected study characteristics and results were presented in tables and figures. In total, 46 studies were found for breast masses, lymph nodes, prostate carcinoma, liver diseases, salivary and parotid gland diseases, pancreatic masses, musculoskeletal diseases and renal diseases, and the overall sensitivity of sonoelastography in diagnosing all these diseases was 83.14% while specificity was 81.41%. This literature review demonstrates that sonoelastography is characterized by high sensitivity and specificity in diagnosing different disorders of the body.

Wstęp

Elastografia to nieinwazyjna technika stosowana w celu odróżnienia tkanki zdrowej od zmienionej chorobowo na podstawie jej elastyczności. Metodę tę wykorzystuje się w wielu rodzajach badań radiologicznych, w tym w ultrasonografii i obrazowaniu rezonansem magnetycznym, ale najbardziej rozpowszechniona jest sonoelastografia. Od połowy lat 90. XX wieku elastografię stosuje się w celu oceny sztywności i elastyczności tkanek miękkich poprzez ich zewnętrzne uciskanie⁽¹⁾. Stanowi ona alternatywę dla biop-

sji i jest techniką bezpieczną i nieinwazyjną. Pozwala na ocenę sztywności i elastyczności mięśni oraz innych struktur; tkanki objęte procesem chorobowym stają się sztywne, w przeciwieństwie do otaczających je tkanek zdrowych – przy ucisku zmieniona chorobowo tkanka ulega mniejszemu odkształceniu niż zdrowa, przykładowo złośliwe guzy są sztywniejsze niż otaczająca ją niezmieniona tkanka. Standardowo guzy wykrywane są palpacyjnie, jednak w przypadku małych lub głęboko położonych zmian metoda ta jest nieskuteczna, a sonoelastografia może pomóc lekarzom klinicytom w ustaleniu właściwego rozpozna-

nia. Elastografia opiera się na zasadzie odkształcalności tkanek po przyłożeniu zewnętrznego ucisku. W czasie badania tkanki uciskane są wewnątrz lub zewnątrz, co skutkuje ich odkształceniem. W przypadku, gdy badana zmiana jest złośliwa, odkształcenie jest mniejsze, ponieważ zmiany złośliwe stają się twarde. Z drugiej strony zmiany łagodne ulegają dużemu odkształceniu, ich tkanka jest bowiem miękka^(1,2). Te różnice w elastyczności umożliwiają charakterystykę zmian ogniskowych i rozsianych^(1,3). W czasie badania sonoelastograficznego obrazu uzyskuje się przed uciskiem i po, a następnie ocenia się odkształcenie. Sztywność lub elastyczność tkanki pojawia się na ekranie monitora w postaci mapy kolorów – obszary elastyczne oznaczone są kolorem czerwonym bądź żółtym, obszary pośrednie kolorem zielonym, tkanka twarda kolorem niebieskim. Sztywność i elastyczność tkanek wzrasta w wyniku zwiększonego włóknienia i odczynu desmoplazycznego^(2,4,5).

Wyróżnia się zasadniczo trzy techniki sonoelastograficzne. Pierwsza z nich opiera się na naprężeniu mechanicznym wywołanym przez działające na tkankę siły wewnętrzne i zewnętrzne. Metoda, w której osoba wykonująca badanie wywołuje ucisk ręcznie za pomocą głowicy ultrasonograficznej, nazywa się elastografią quasi-statyczną (zwaną również odkształceniową) i jest techniką bardzo rozpowszechnioną. Istotne są tutaj odpowiedni kąt i siła nacisku, jeśli bowiem nie będą prawidłowe, obraz będzie zawierał liczne artefakty. Ponadto w celu uzyskania właściwego elastogramu należy przyłożyć ucisk co najmniej dwukrotnie⁽⁵⁻⁸⁾. Trzecią techniką jest elastografia fali poprzecznej, w której czas akwizycji obrazu wynosi <30 s. Prędkość fali poprzecznych przemieszczających się przez tkanki miękkie jest 1000 do 100 razy mniejsza w porównaniu z falą podłużną, natomiast w przypadku tkanek twardych fale poprzeczne przemieszczają się z dużą prędkością. Prędkość rozprzestrzeniania się fali zależy więc bezpośrednio

Rok badania	Kraj	Rodzaj artykułu	Technika	Choroba	Czułość %	Swoistość %	Liczebność grupy	Czasopismo
2012 ⁽¹⁰⁾	Chiny	Metaanaliza	Sonoelastografia	Złośliwe zmiany w powierzchniowych węzłach chłonnych	74	90	9 prac	<i>European Journal of Radiology</i>
			Sonoelastografia	Łagodne zmiany w węzłach chłonnych	90	88		
2009 ⁽¹¹⁾	Włochy	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Guzki tarczycy	82	88	25	<i>Journal of Ultrasound</i>
			Sonoelastografia	Głębokie węzły chłonne śródpiersiowe lub brzuszne	85	92		
			Sonoelastografia	Węzły chłonne szyjne	75	80		
2015 ⁽¹²⁾	USA	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Złośliwe guzki tarczycy	79	77	brak danych	<i>Abdominal Imaging</i>
2009 ⁽¹³⁾	Różne centra europejskie	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Powierzchnowe węzły chłonne	92	83	101	<i>World Journal of Gastroenterology</i>
2012 ⁽¹⁴⁾	Rumunia	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Łagodne zmiany w węzłach chłonnych szyjnych	67	97	69	<i>Medical Ultrasonography</i>
			Sonoelastografia	Złośliwe zmiany w węzłach chłonnych szyjnych	71	97		
2013 ⁽¹⁵⁾	Rumunia	Praca pogładowa	Sonoelastografia	Limfadenopatia powierzchniowa	42	100	brak danych	<i>Medical Ultrasonography</i>
2008 ⁽¹⁶⁾	Japonia	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Węzły chłonne szyjne	83	100	85	<i>American Journal of Roentgenology</i>
2009 ⁽¹⁷⁾	Republika Korei	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Guzki tarczycy	70	100	45	<i>American Journal of Roentgenology</i>
2012 ⁽¹⁸⁾	Turcja	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Guzki tarczycy	86	82	74	<i>American Journal of Roentgenology</i>
			Sonoelastografia	Guzki tarczycy	89	82		
2013 ⁽¹⁹⁾	USA	Praca pogładowa	Sonoelastografia	Węzły chłonne	86	66	24 prace	<i>American Journal of Roentgenology</i>
2012 ⁽²⁰⁾	Chiny	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Powiększone węzły chłonne	98	64	93	<i>Asian Pacific Journal for Cancer Prevention</i>
2010 ⁽²¹⁾		Praca oryginalna	Sonoelastografia	Rak gruczołu krokowego	90	79		<i>Journal of Urology</i>
2009 ⁽²²⁾	Japonia	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Rak gruczołu krokowego	73	90	311	<i>Japanese Journal of Clinical Oncology</i>
2010 ⁽²³⁾	Japonia	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Rak gruczołu krokowego	72	86	87	<i>Journal of Urology</i>

2008 ⁽²⁴⁾	Japonia	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Rak gruczołu krokowego	68	81	107	<i>Ultrasound in Medicine and Biology</i>
2008 ⁽²⁵⁾	Niemcy	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Rak gruczołu krokowego	75	77	109	<i>European Urology</i>
2008 ⁽²⁶⁾	Austria	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Rak gruczołu krokowego	88	72	brak danych	<i>Abdominal Imaging</i>
2007 ⁽²⁷⁾	Austria	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Rak gruczołu krokowego	80	79	15	<i>British Journal of Urology International</i>
2010 ⁽²⁸⁾	Brak danych	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Rak gruczołu krokowego	88	79	brak danych	<i>Journal of Radiotherapy and Oncology</i>
2015 ⁽²⁹⁾	USA	Opracowanie ilustrowane	Sonoelastografia	Rak gruczołu krokowego	72	76	brak danych	<i>Abdominal Imaging</i>
2011 ⁽³⁰⁾	Republika Korei	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Węzły chłonne pachowe u chorych z rakiem piersi	81	67	62	<i>Journal of Ultrasound in Medicine</i>
2009 ⁽³¹⁾	Chiny	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Zmiany w piersiach	98	44	104	<i>Journal of Ultrasound in Medicine</i>
2008 ⁽³²⁾	Włochy	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Niepalcacyjne zmiany w piersiach	80	81	278	<i>European Radiology</i>
2012 ⁽³³⁾	USA	Praca poglądowa	Sonoelastografia	Złośliwe zmiany w piersiach	88	98	9 prac	<i>Breast Cancer Research and Treatment</i>
			Sonoelastografia	Łagodne zmiany w piersiach	83	72		
2010 ⁽³⁴⁾	Włochy	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Guzki piersi	89	93	110	<i>La Radiologia Medica</i>
2009 ⁽³⁵⁾	Włochy	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Ocena stopnia zwłóknienia w przebiegu przewlekłej choroby wątroby F2–F4	91	80	74	<i>World Journal of Gastroenterology</i>
			Sonoelastografia	F3–F4	96	79		
			Sonoelastografia	F4	94	87		
2003 ⁽³⁶⁾	Francja	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Włóknienie wątroby	93	94	106	<i>Ultrasound in Medicine and Biology</i>
2010 ⁽³⁷⁾	Japonia	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Niealkoholowa stłuszczeniowa choroba wątroby	100	91	54	<i>RSNA Radiology</i>
2013 ⁽³⁸⁾	Turcja	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Zmiany w śliniankach przyusznych	61	59	75	<i>Acta Radiologica</i>
2010 ⁽³⁹⁾	Rumunia	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Gruczolak pleomorficzny ślinianek	69	46	70	<i>Medical Ultrasonography</i>
2012 ⁽⁴⁰⁾	Indie	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Zapalenie trzustki	97	93	166	<i>Journal of the Pancreas</i>
2015 ⁽²⁹⁾	USA	Opracowanie ilustrowane	Sonoelastografia	Zmiany w trzustce	95	69		<i>Abdominal Imaging</i>
2009 ⁽¹³⁾	Różne centra europejskie	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Zmiany w trzustce	92	69	101	<i>World Journal of Gastroenterology</i>
2013 ⁽⁴¹⁾	Tokio	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Ścięgno Achillesa	100	86	10	<i>RSNA Radiology</i>
2009 ⁽⁴²⁾	Austria	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Entezopatia nadkłykcia bocznej kości ramiennej	100	89	38	<i>American Journal of Roentgenology</i>
2011 ⁽⁴³⁾	Republika Korei	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Entezopatia nadkłykcia bocznej kości ramiennej	77	76	48	<i>American Journal of Roentgenology</i>
2015 ⁽⁴⁴⁾	USA	Opracowanie ilustrowane	Sonoelastografia	Włóknienie w przebiegu choroby nerek	86	95	brak danych	<i>BMC Nephrology</i>
2012 ⁽⁴⁵⁾	USA	Praca oryginalna	Sonoelastografia	Przewlekła choroba nerek	80	75	25	<i>Journal of Ultrasound in Medicine</i>

Tab. 1. Charakterystyka analizowanych badań

od sztywności tkanek. Elastografia fali poprzecznej jest techniką zbliżoną do elastografii impulsu mocy promieniowania akustycznego (*acoustic radiation force impulse imaging*, ARFI)^(5,9). Technika ta znajduje zastosowanie w diagnostyce zmian w piersiach, węzłach chłonnych, gruczole krokowym, wątrobie, śliniankach, trzustce, układzie mięśniowo-szkieletowym i nerkach.

Celem badania była ocena dokładności sonoelastografii w diagnostyce różnych chorób na podstawie wcześniej opublikowanych badań.

Metody

Strategia poszukiwania danych

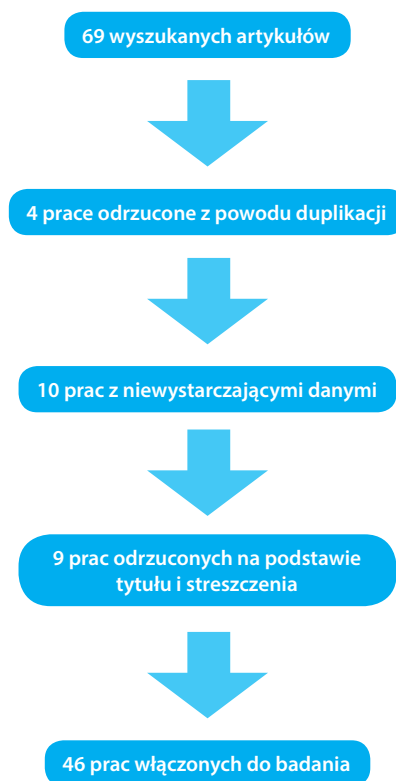
Dwóch badaczy (I.M. i R.B.) przeszukało bazy danych Google Scholar, PubMed, NCBI, MEDLINE oraz Medscape od roku 2007 do 2015, stosując następujące słowa kluczowe: dokładność diagnostyczna, sonoelastografia, czułość, swoistość, powierzchowne węzły chłonne, guzki okolicy szyi, złośliwe guzy tarczycy, łagodne i złośliwe zmiany w węzłach chłonnych szyjnych, guzki tarczycy, rak gruczołu krokowego, łagodne i złośliwe zmiany w piersiach, choroby wątroby, zmiany w śliniankach przyusznych i gruczołach ślinowych, zmiany w trzustce, choroby układu mięśniowo-szkieletowego oraz choroby nerek.

Kryteria włączenia

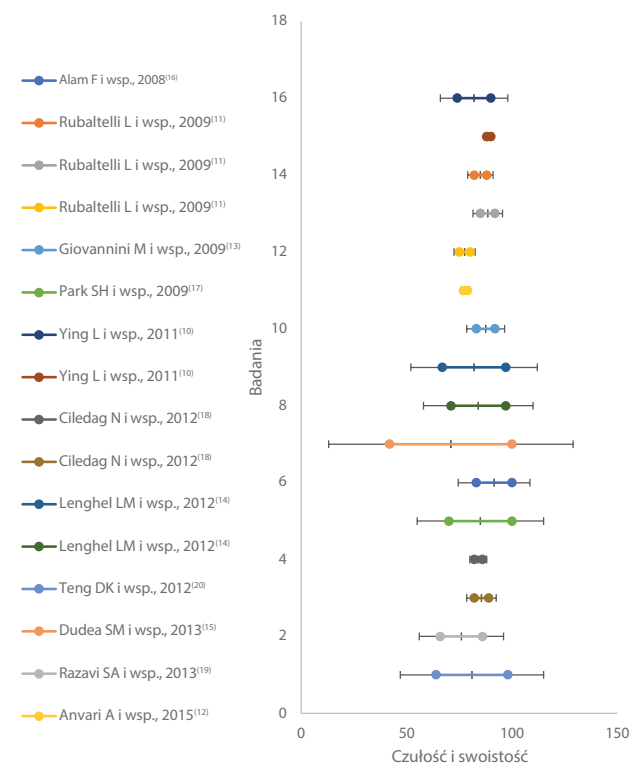
Dwóch badaczy (I.M. i R.B.) niezależnie dokonało przeglądu tytułów i streszczeń wyszukanych artykułów oraz ich właściwych treści w celu pozyskania wymaganych informacji. Wszelkie przypadki braku zgody między badaczami rozwiązywano na drodze konsensusu. Prace kwalifikujące się do badania zawierały informacje na temat: powierzchownych węzłów chłonnych, guzków okolicy szyi, złośliwych guzów tarczycy, łagodnych i złośliwych zmian w węzłach chłonnych szyjnych, guzków tarczycy, raka gruczołu krokowego, łagodnych i złośliwych zmian w piersiach, chorób wątroby, zmian w śliniankach przyusznych i gruczołach ślinowych, zmian w trzustce, chorób układu mięśniowo-szkieletowego oraz chorób nerek, a także na temat dokładności diagnostycznej sonoelastografii w tych przypadkach.

Synteza danych

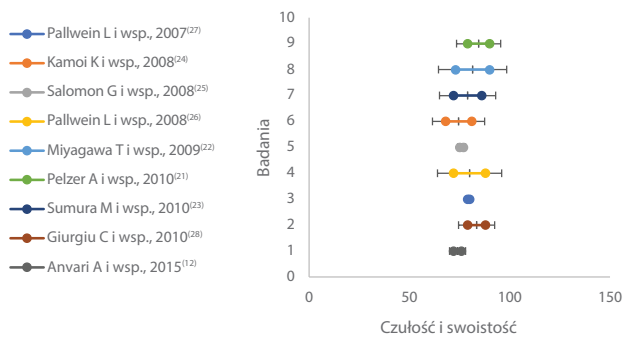
Prace kwalifikujące się do badania zostały w pierwszej kolejności skategoryzowane, a analizę danych przeprowadzono w odniesieniu do danej jednostki chorobowej. Dla każdego z badań oznaczono wartość czułości i swoistości oraz sporządzono wykresy. Ponadto określone z góry podgrupy typów artykułów, kraj, liczebność grupy oraz wartości czułości i swoistości zestawiono w tabeli (tab. 1). Dane analizowano za pomocą programu Microsoft Excel 2017 i Statistical Package for the Social Sciences wersja 24 (SPSS 24, IBM, Armonk, NY, Stany Zjednoczone).



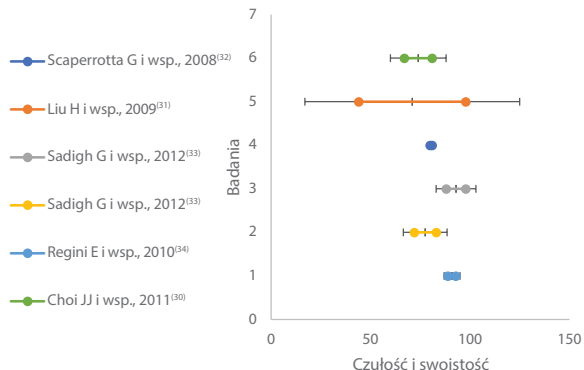
Ryc. 1. Wykres przedstawiający proces wyszukiwania i selekcji danych



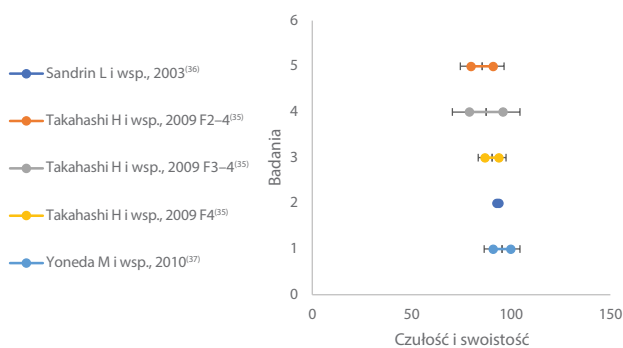
Ryc. 2. Wykres dla prac dotyczących węzłów chłonnych



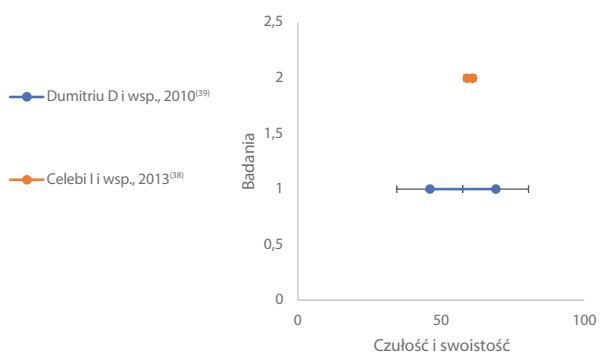
Ryc. 3. Wykres dla prac dotyczących raka gruczołu krokowego



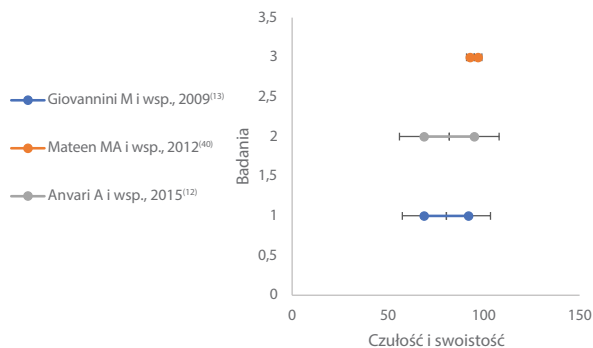
Ryc. 4. Wykres dla prac dotyczących zmian w piersiach



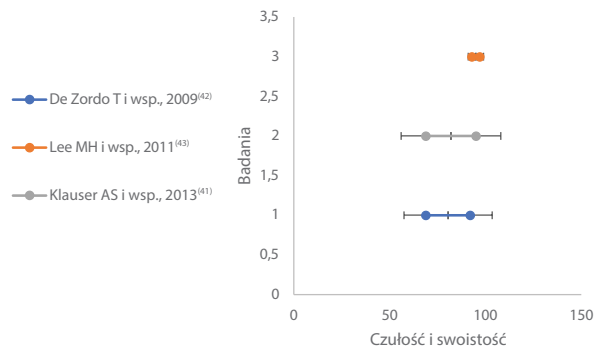
Ryc. 5. Wykres dla prac dotyczących chorób wątroby



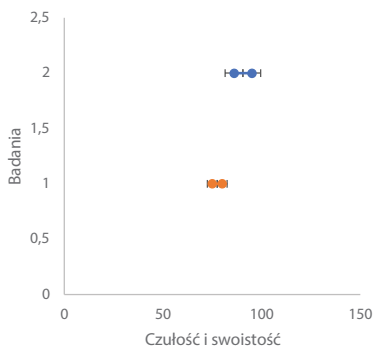
Ryc. 6. Wykres dla prac dotyczących ślinianek, w tym ślinianek przyusznych



Ryc. 7. Wykres dla prac dotyczących zmian w trzustce



Ryc. 8. Wykres dla prac dotyczących chorób układu mięśniowo-szkieletowego



Ryc. 9. Wykres dla prac dotyczących chorób nerek

Wyniki

Wybór i charakterystyka prac

W sumie wyszukano 69 publikacji. Cztery z nich odrzucono z powodu duplikacji, 10 nie zawierało informacji wymaganych w badaniu, a 9 wyłączono z badania na podstawie tytułu i streszczenia. Schemat blokowy podsumowuje proces selekcji prac (ryc. 1). Ostatecznie do analizy włączono 46 publikacji, z których 16 dotyczyło węzłów chłonnych, 9 raka prostaty, 6 zmian w piersiach, 5 chorób wątroby, 3 zmian w trzustce, 3 chorób układu mięśniowo-szkieletowego, 2 chorób nerek i 2 chorób ślinianek. W 13 przypadkach kontaktowano się z autorami prac z prośbą o uzupełnienie danych, ale nie uzyskano potrzebnych informacji. Analizy przeprowadzono na szpitalnych oddziałach klinicznych i radiologicznych

Analiza danych

Analizę danych przedstawiają ryc. 1–9. Charakterystyka badanych publikacji (rok badania, kraj, choroba, czułość, swoistość, liczebność grupy i nazwa czasopisma) zawarta została w tabeli 1. Połączone wartości czułości i swoistości sonoelastografii w rozpoznawaniu chorób prezentuje tabela 2. W przypadku 16 badań dotyczących węzłów chłonnych czułość i swoistość metody wynosiły odpowiednio 79,31% i 86,52%. Dla 9 badań odnoszących się do raka gruczołu krokowego całkowita czułość sięgała 78,43%, a swoistość 79,71%. Wartości czułości i swoistości sonoelastografii w diagnostyce zmian w piersiach w 6 ocenianych pracach wynosiły odpowiednio 86,40% i 75,73%, a w diagnostyce chorób wątroby w 5 ocenianych badaniach – 94,94% i 86,22%. W przypadku 2 badań dotyczących gruczołów ślinowych i ślinianek przyusznych wartości czułości i swoistości sonoelastografii były na poziomie odpowiednio 64,95% i 52,75%. Natomiast dla 3 badań odnoszących się do zmian w trzustce całkowita czułość metody sięgała 94,80%, a swoistość 76,95%. Z kolei dla 3 badań oceniających choroby układu mięśniowo-szkieletowego całkowita czułość i swoistość sonoelastografii wynosiły odpowiednio 92,17% i 83,73%. W przypadku 2 prac dotyczących chorób nerek czułość wyniosła 82,85%, a swoistość 85,00% (tab. 2). W żadnej z analiz nie obserwowano istotnej niejednorodności między badaniami.

Omówienie

Elastografia czasu rzeczywistego jest innowacją w dziedzinie radiologii. To metoda nieinwazyjna i uzupełniająca konwencjonalne obrazowanie B-mode. Dzięki możliwości odróżnienia tkanki łagodnej od złośliwej pozwala na redukcję liczby niepożądanych biopsji. Sonoelastografia znajduje zastosowanie w diagnostyce różnych chorób już od wielu lat. W 2008 roku opublikowano badanie mające na celu odróżnienie tkanki złośliwej od łagodnej u pacjentek ze zmianami w piersiach przed przeprowadzeniem biopsji. W tym celu zrekrutowano 278 kobiet z 293 zmia-

nami sklasyfikowanymi w systemie BIRADS. Badanie sonoelastograficzne wykonano we wszystkich przypadkach; 110 zmian oceniono jako złośliwe, a 183 jako łagodne, co zostało potwierdzone histopatologicznie⁽³²⁾. W innym badaniu z 2008 roku celem autorów była ocena dokładności obrazowania w trybie B-mode i sonoelastografii w diagnostyce powiększonych węzłów chłonnych szyjnych; w tym celu u 37 chorych wykonano badanie ultrasonograficzne w trybie B-mode i sonoelastografię. Wyniki pokazały, że dokładność obrazowania B-mode wynosiła 84%, a sonoelastografii 93%⁽¹⁶⁾. Ponadto sonoelastografia jest techniką skuteczną i przydatną w rozpoznawaniu zmian śródścięgienistych i okołościęgienistych w przebiegu entezopatii nadkłykcia bocznej kości ramiennej. Dodatkowo odgrywa fundamentalną rolę jako narzędzie różnicujące prawidłowe odejście ścięgna prostownika od nieprawidłowego, charakteryzując się wysoką czułością i wykazując silną korelację z wynikami badań ultrasonograficznych⁽⁴²⁾. W 2009 roku przeprowadzono prospektywne badanie oceniające dokładność elastografii impulsu mocy promieniowania akustycznego (*acoustic radiation force impulse imaging*, ARFI) w diagnostyce włóknienia wątroby u chorych z przewlekłym zapaleniem wątroby typu C. Do badania włączono 74 pacjentów, u których zbadano stosunek aminotransferazy asparaginianowej (AST) do liczby płytek krwi (wskaźnik APRI – *AST to platelet ratio index*), a także wykonano badanie FibroMax i elastografię ARFI. Wyniki wskazują, że elastografia ARFI silnie koreluje z wynikami biopsji oraz jest metodą dokładną i użyteczną w przewidywaniu włóknienia wątroby⁽³⁵⁾. Sonoelastografia stanowi jedną z przydatnych metod jakościowych w diagnostyce zmian w gruczołach ślinowych, w tym w śliniankach przyusznych i podżuchwowych, pod kątem różnicowania zmian łagodnych i złośliwych⁽⁴⁵⁾. Podczas badania sonoelastograficznego guzów ślinianek przyusznych można zaobserwować różnorakie charakterystyczne obrazy, np. obraz girlandy, występujący częściej w przypadku zmian złośliwych, obraz gęstego rdzenia, obserwowany u chorych z gruczolakiem pleomorficznym, obraz „pół na pół”, suge-

Choroba	Liczba badań	Średnia czułość	Średnia swoistość	Odchylenie standardowe
Węzły chłonne	16	79,31	86,52	13,196
Rak gruczołu krokowego	9	78,43	79,71	8,327
Zmiany w piersiach	6	86,40	75,73	6,800
Choroby wątroby	5	94,94	86,22	3,324
Ślinianki, w tym ślinianki przyuszne	2	64,95	52,75	5,303
Zmiany w trzustce	3	94,80	76,95	2,406
Choroby układu mięśniowo-szkieletowego	3	92,17	83,73	13,568
Choroby nerek	2	82,85	85,00	4,031
Ogólna czułość i swoistość	46	83,14	81,41	11,902

Tab. 2. Ogólna czułość i swoistość

rujący guz Warthina, i obraz tarczycy strzelniczej w przypadku torbieli ślinianek przyusznych⁽⁴⁶⁾. Wyniki poprzednich badań są zgodne z obecnym opracowaniem odnośnie do wysokiej dokładności sonoelastografii w diagnostyce różnych jednostek chorobowych.

Podsumowanie

Z analizy wynika, że sonoelastografia jest techniką stosunkowo łatwą, szybką i nieinwazyjną, przydatną w diagnostyce wielu chorób ze względu na wysoką czułość i swoistość. Elastyczność nie tylko różni się między danymi rodzajami tkanek, ale także odzwierciedla zmiany ich właściwości wywołane procesem chorobowym. Sonoela-

stografia czasu rzeczywistego znalazła w ostatnich latach zastosowanie w ocenie zdrowych i patologicznych tkanek w przebiegu chorób mięśni i ścięgien; uzyskano obiecujące wyniki, co wskazuje na potencjał tej metody. Technika ta może dostarczyć nowych informacji w diagnostyce chorób układu mięśniowo-szkieletowego, ze względu na fakt, że elastyczność tkanek jest ściśle związana z patologią w tym obszarze. Ponadto elastografia może zostać wykorzystana jako narzędzie badawcze dostarczające informacji o biomechanice i patofizjologii nieprawidłowości tkanek.

Konflikt interesów

Brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo

- Tyagi S, Kumar S: Clinical applications of elastography: An overview. *Int J Pharma Bio Sciences* 2010; 1: 1–8.
- Asha V, Upadhyay K: Ultrasound elastography: Implication in the head and neck region. *IJSS Case Reports & Reviews* 2014; 1: 38–41.
- Lai C, Yuen M, Fung JY: Clinical application of transient elastography (Fibroscan) in liver diseases. *Medical Bulletin* 2009; 14: 22–25.
- Das D, Gupta M, Kaur H, Kalucha A: Elastography: The next step. *J Oral Sci* 2011; 53: 137–141.
- Zaleska-Dorobisz U, Kaczorowski K, Pawluś A, Puchalska A, Ingłot M: Ultrasound elastography: Review of techniques and its clinical applications. *Adv Clin Exp Med* 2014; 23: 645–655.
- Cosgrove D, Piscaglia F, Bamber J, Bojunga J, Correia JM, Gilja OH *et al.*: EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical application. *Ultraschall Med* 2013; 34: 238–253.
- Aguiló MA, Aquino W, Brigham JC, Fatemi M: An inverse problem approach for elasticity imaging through vibroacoustics. *IEEE Trans Med Imaging* 2010; 29: 1012–1021.
- Bamber J, Cosgrove D, Dietrich CF, Fromageau J, Bojunga J, Calliada F *et al.*: EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology. *Ultraschall Med* 2013; 34: 169–184.
- Choi YJ, Lee JH, Baek JH: Ultrasound elastography for evaluation of cervical lymph nodes. *Ultrasonography* 2015; 34: 157–164.
- Ying L, Hou Y, Zheng HM, Lin X, Xie ZL, Hu YP: Real-time elastography for the differentiation of benign and malignant superficial lymph nodes: a meta-analysis. *Eur J Radiol* 2012; 81: 2576–2584.
- Rubaltelli L, Stramare R, Tregnaghi A, Scagliori E, Cecchero E, Mannucci M *et al.*: The role of sonoelastography in the differential diagnosis of neck nodules. *J Ultrasound* 2009; 12: 93–100.
- Anvari A, Barr RG, Dhyani M, Samir AE: Clinical application of sonoelastography in thyroid, prostate, kidney, pancreas, and deep venous thrombosis. *Abdom Imaging* 2015; 40: 709–722.
- Giovannini M, Botelberge T, Bories E, Pesenti C, Caillol F, Esterni B *et al.*: Endoscopic ultrasound elastography for evaluation of lymph nodes and pancreatic masses: A multicenter study. *World J Gastroenterol* 2009; 15: 1587–1593.
- Lenghel LM, Bolboaca SD, Botar-Jid C, Baciut G, Ducea SM: The value of a new score for sonoelastographic differentiation between benign and malignant cervical lymph nodes. *Med Ultrason* 2012; 14: 271–277.
- Ducea SM, Botar-Jid C, Dumitriu D, Vasilescu D, Manole S, Lenghel M: Differentiating benign from malignant superficial lymph nodes with sonoelastography. *Med Ultrason* 2013; 15: 132–139.
- Alam F, Naito K, Horiguchi J, Fukuda H, Tachikake T, Ito K: Accuracy of sonographic elastography in the differential diagnosis of enlarged cervical lymph nodes: Comparison with conventional B-mode sonography. *Am J Roentgenol* 2008; 191: 604–610.
- Park SH, Kim SJ, Kim EK, Kim MJ, Son EJ, Kwak JY: Interobserver agreement in assessing the sonographic and elastographic features of malignant thyroid nodules. *Am J Roentgenol* 2009; 193: W416–W423.
- Ciledag N, Arda K, Arbas BK, Aktas E, Köse SK: The utility of ultrasound elastography and MicroPure imaging in the differentiation of benign and malignant thyroid nodules. *Am J Roentgenol* 2012; 198: W244–W249.
- Razavi SA, Haddock TA, Sadigh G, Dwamena BA: Comparative effectiveness of elastographic and B-mode ultrasound criteria for diagnostic discrimination of thyroid nodules: a meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2013; 200: 1317–1326.
- Teng DK, Wang H, Lin YQ, Sui GQ, Guo F, Sun LN: Value of ultrasound elastography in assessment of enlarged cervical lymph nodes. *Asian Pac J Cancer Prev* 2012; 13: 2081–2085.
- Pelzer A, Heinzelbecker J, Kirchner M, Schönberg S, Sroebel P, Dinter D *et al.*: 2140 real-time elastography compared to 3.0T MRI findings in the localisation and diagnosis of prostate cancer: Preliminary results of a single centre study. *J Urol* 2010; 183: e832.
- Miyagawa T, Tsutsumi M, Matsumura T, Kawazoe N, Ishikawa S, Shimokama T *et al.*: Real-time elastography for the diagnosis of prostate cancer: Evaluation of elastographic moving images. *Jpn J Clin Oncol* 2009; 39: 394–398.
- Sumura M, Mitsui Y, Arichi N, Hiraoka T, Wake K, Honda S *et al.*: 2010 real-time balloon inflation elastography of prostate might surpass MRI for detection of prostate cancer. *J Urol* 2010; 183: e780.
- Kamoi K, Okihara K, Ochiai A, Ukimura O, Mizutani Y, Kawauchi A *et al.*: The utility of transrectal real-time elastography in the diagnosis of prostate cancer. *Ultrasound Med Biol* 2008; 34: 1025–1032.
- Salomon G, Köllerman J, Thederan I, Chun FK, Budäus L, Schlömm T *et al.*: Evaluation of prostate cancer detection with ultrasound real-time elastography: A comparison with step section pathological analysis after radical prostatectomy. *Eur Urol* 2008; 54: 1354–1362.
- Pallwein L, Aigner F, Faschingbauer R, Pallwein E, Pinggera G, Bartsch G, Schaefer G, Struve P, Frauscher F: Prostate cancer diagnosis: value of real-time elastography. *Abdom Imaging* 2008; 33: 729–735.
- Pallwein L, Mitterberger M, Struve P, Pinggera G, Horninger W, Bartsch G *et al.*: Real-time elastography for detecting prostate cancer: preliminary experience. *BJU Int* 2007; 100: 42–46.
- Giurgiu CR, Ducea SM, Coman I: Elastography in the early detection of prostate cancer. *J Radiother Med Oncol* 2010; 16: 89–93.
- Anvari A, Barr RG, Dhyani M, Samir AE: Clinical application of sonoelastography in thyroid, prostate, kidney, pancreas, and deep venous thrombosis. *Abdom Imaging* 2015; 40: 709–722.
- Choi JJ, Kang BJ, Kim SH, Lee JH, Jeong SH, Yim HW *et al.*: Role of sonographic elastography in the differential diagnosis of axillary lymph nodes in breast cancer. *J Ultrasound Med* 2011; 30: 429–436.
- Liu H, Jiang YX, Liu JB, Zhu QL, Sun Q, Chang XY: Contrast-enhanced breast ultrasonography: Imaging features with histopathologic correlation. *J Ultrasound Med* 2009; 28: 911–920.
- Scaperrotta G, Ferranti C, Costa C, Mariani L, Marchesini M, Suman L *et al.*: Role of sonoelastography in non-palpable breast lesions. *Eur Radiol* 2008; 18: 2381–2389.

33. Sadigh G, Carlos RC, Neal CH, Dwamena BA: Accuracy of quantitative ultrasound elastography for differentiation of malignant and benign breast abnormalities: A meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat* 2012; 134: 923–931.
34. Regini E, Bagnera S, Tota D, Campanino P, Luparia A, Barisone F *et al.*: Role of sonoelastography in characterising breast nodules. Preliminary experience with 120 lesions. *Radiol Med* 2010; 115: 551–562.
35. Fierbinteanu-Braticevici C, Andronescu D, Usvat R, Cretoiu D, Baicus C, Marinoschi G: Acoustic radiation force imaging sonoelastography for noninvasive staging of liver fibrosis. *World J Gastroenterol* 2009; 15: 5525–5532.
36. Sandrin L, Fourquet B, Hasquenoph JM, Yon S, Fournier C, Mal F *et al.*: Transient elastography: A new noninvasive method for assessment of hepatic fibrosis. *Ultrasound Med Biol* 2003; 29: 1705–1713.
37. Yoneda M, Suzuki K, Kato S, Fujita K, Nozaki Y, Hosono K *et al.*: Nonalcoholic fatty liver disease: US-based acoustic radiation force impulse elastography. *Radiology* 2010; 256: 640–647.
38. Celebi I, Mahmutoglu AS: Early results of real-time qualitative sonoelastography in the evaluation of parotid gland masses: A study with histopathological correlation. *Acta Radiol* 2013; 54: 35–41.
39. Dumitriu D, Ducea SM, Botar-Jid C, Băciuş G: Ultrasonographic and sonoelastographic features of pleomorphic adenomas of the salivary glands. *Med Ultrason* 2010; 12: 175–183.
40. Mateen MA, Muheet KA, Mohan RJ, Rao PN, Majaz HM, Rao GV *et al.*: Evaluation of ultrasound based acoustic radiation force impulse (ARFI) and eSie touch sonoelastography for diagnosis of inflammatory pancreatic diseases. *JOP* 2012; 13: 36–44.
41. Klauser AS, Miyamoto H, Tamegger M, Faschingbauer R, Moriggl B, Klima G *et al.*: Achilles tendon assessed with sonoelastography: Histologic agreement. *Radiology* 2013; 267: 837–842.
42. De Zordo T, Lill SR, Fink C, Feuchtner GM, Jaschke W, Bellmann-Weiler R *et al.*: Real-time sonoelastography of lateral epicondylitis: Comparison of findings between patients and healthy volunteers. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 193: 180–185.
43. Lee MH, Cha JG, Jin W, Kim BS, Park JS, Lee HK *et al.*: Utility of sonographic measurement of the common tensor tendon in patients with lateral epicondylitis. *AJR Am J Roentgenol* 2011; 196: 1363–1367.
44. Samir AE, Allegretti AS, Zhu Q, Dhyani M, Anvari A, Sullivan DA *et al.*: Shear wave elastography in chronic kidney disease: A pilot experience in native kidneys. *BMC Nephrol* 2015; 16: 119.
45. Yerli H, Eski E, Korucuk E, Kaskati T, Agildere AM: Sonoelastographic qualitative analysis for management of salivary gland masses. *J Ultrasound Med* 2012; 31: 1083–1089.
46. Klintworth N, Mantsopoulos K, Zenk J, Psychogios G, Iro H, Bozzato A: Sonoelastography of parotid gland tumours: initial experience and identification of characteristic patterns. *Eur Radiol* 2012; 22(5): 947–956.