

Otrzymano:
18.11.2016
Zaakceptowano:
20.12.2016
Opublikowano:
29.12.2017

Ściana klatki piersiowej – struktura niedoceniana w ultrasonografii. Część III: Zmiany nowotworowe

Chest wall – a structure underestimated in ultrasonography. Part III: Neoplastic lesions

Andrzej Smereczyński, Katarzyna Kołaczyk, Elżbieta Bernatowicz

Samokształceniowe Koło Ultrasonografii, Zakład Genetyki, Pomorski Uniwersytet Medyczny, Szczecin, Polska

Adres do korespondencji: Katarzyna Kołaczyk, Samokształceniowe Koło Ultrasonografii przy Zakładzie Genetyki i Patomorfologii PUM w Szczecinie, 70-115 Szczecin, ul. Połabska 4, tel.: 695 763 009, e-mail: kolaczyk@radiologia.szczecin.pl

DOI: 10.15557/JoU.2017.0041

Słowa kluczowe

ściana klatki piersiowej, nowotwory łagodne, nowotwory złośliwe, ultrasonografia, biopsja

Keywords

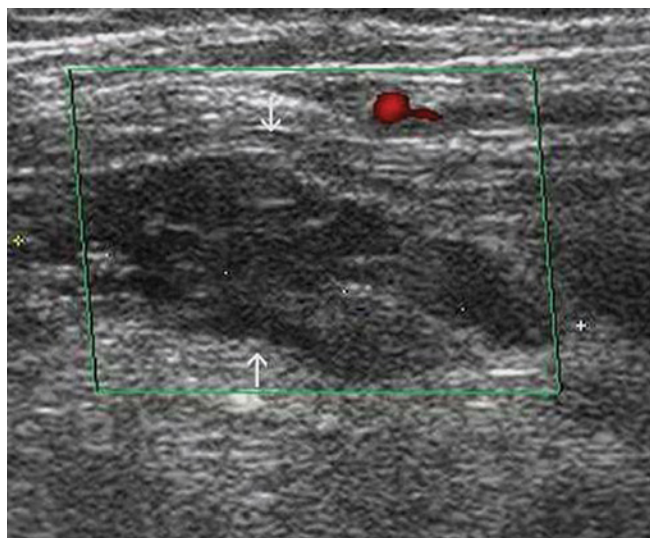
chest wall, benign tumors, malignant tumors, ultrasonography, biopsy

Abstract

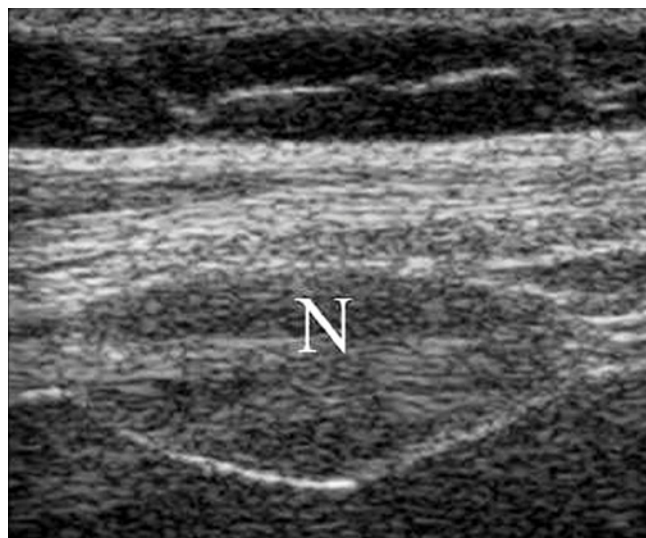
Chest wall neoplasms mainly include malignancies, metastatic in particular. Differential diagnosis should include clinical data; tumor location, extent, delineation; the degree of homogeneity; the presence of calcifications; the nature of bone destruction and the degree of vascularization. The aim of the paper is to present both the benefits and limitations of ultrasound for the diagnosis of chest wall neoplasms. The neoplastic process may be limited to the chest wall; it may spread from the chest wall into the intrathoracic structures or spread from the inside of the chest towards the chest wall. Benign tumors basically originate from vessels, nerves, bones, cartilage and soft tissues. In this paper, we briefly discuss malformations of blood and lymphatic vessels, glomus tumor as well as neurogenic tumors originating in the thoracic branches of the spinal nerves and the autonomic visceral system. Metastases, particularly lung, breast, kidney cancer, melanoma and prostate cancer, are predominant tumors of the osteocartilaginous structures of the chest wall. Plasma cell myeloma is also relatively common. The vast majority of these lesions are osteolytic, which is reflected in ultrasound as irregular cortical defects. Osteoblastic foci result only in irregular outline of the bone surface. Lipomas are the most common neoplasms of the chest wall soft tissue. Elastofibroma is another tumor with characteristic echostructure. Desmoid fibromatosis, which is considered to be a benign lesion with local aggressivity and recurrences after surgical resection, represents an interesting tumor form from the clinical point of view. Ultrasonography represents an optimal tool for the monitoring of different biopsies of pathological lesions located in the chest wall. Based on our experiences and literature data, this method should be considered as a preliminary diagnosis of patients with chest wall tumors.

Wśród nowotworów ściany klatki piersiowej częściej występują złośliwe zmiany, głównie o charakterze przerzutowym. Różnice kliniczne między tymi zmianami polegają zazwyczaj na bezobjawowym przebiegu guzów łagodnych i bólowej manifestacji guzów złośliwych. W diagnostyce obrazowej tych zmian nie istnieją patognomoniczne cechy pozwalające na pewną dyskryminację. Trafność diagnostyczną daje się zwiększyć poprzez uwzględnienie: danych klinicznych, lokalizacji, rozległości, odgranicze-

nia, homogeniczności, obecności zwapnień w zmianie oraz na podstawie charakteru destrukcji kości i stopnia unaczynienia⁽¹⁻¹⁴⁾. Proces nowotworowy może być ograniczony do ściany klatki piersiowej, może szerzyć się stąd na struktury wewnątrzpiersiowe lub z wnętrza naciekać ścianę klatki piersiowej. Jeśli chodzi o nowotwory łagodne, wywodzą się one zasadniczo z następujących tkanek: naczyń, nerwów, kości, chrząstki i tkanek miękkich. W ścianie klatki piersiowej najliczniejszą grupę stanowią



Ryc. 1. W powłokach grzbietu klatki piersiowej wykazano naczyniaka jamistego (strzałki)



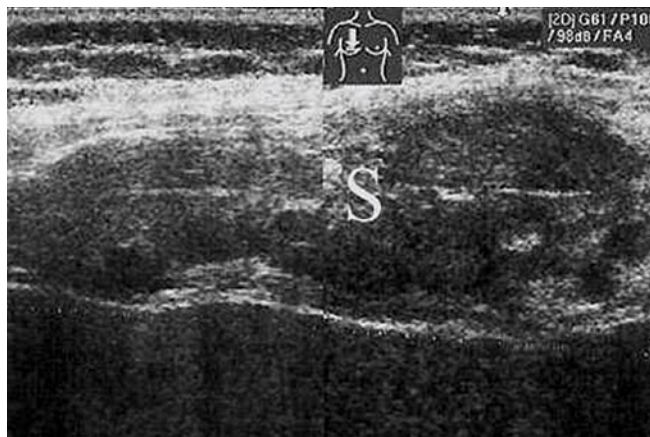
Ryc. 2. W X przestrzeni międzyżebrowej widoczny jest nerwiakowłókniak (N)

przerzuty raka płuca, sutka, nerki, stercza i czerniaka złośliwego^(1,2,4-14).

Nowotwory naczyniowe

Typowym przedstawicielem nowotworów naczyniowych jest naczyniak krwionośny (ryc. 1). Jego lokalizacje stanowią zazwyczaj skóra oraz tkanka podskórna głowy i szyi, gdzie na ogół osiąga duże rozmiary i wykazuje słabe odgraniczenie od zdrowych tkanek. Duże zmiany, zwłaszcza zawierające przetoki tętniczo-żylne, mogą powodować gładkie ubytki kostne. Ważną cechą jest występowanie w tym guzie flebolitów – szacowane na 30%⁽³⁾. W badaniu USG zmiana przedstawia się jako obszar licznych hipo- lub anechogenicznych drobnych, kilkumilimetrowych zmian torbielopodobnych, wykazujących różny stopień unaczynienia. W porównaniu do naczyniaka krwionośnego, naczyniak limfatyczny zwykle przedstawia się jako większe skupisko nieunaczynionych zmian bezechowych⁽⁵⁾. Poza odcinkiem piersiowym kręgo-

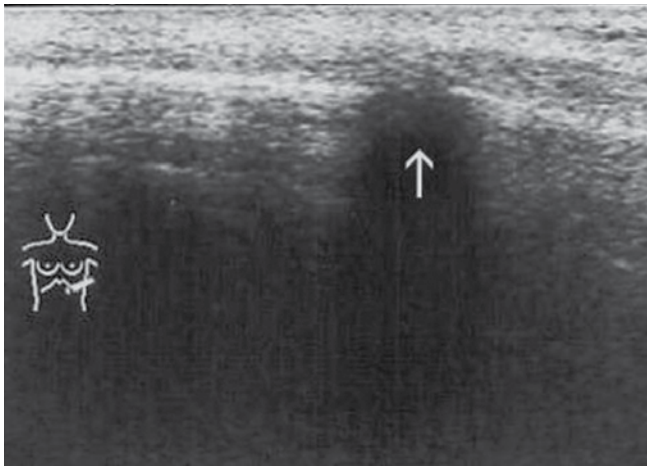
śłupa, naczyniak krwionośny rzadko umiejscawia się w innych strukturach kostnych klatki piersiowej. Przykładowo w mostku zmiana ta bywa znajdowana jedynie w 1% przypadków⁽²⁾. Do najrzadziej spotykanych zmian w obrębie powłok klatki piersiowej należy natomiast mięsak naczyniowy. Ciekawą i zarazem rzadką patologią, głównie występującą w kościach obręczy barkowej, jest idiopatyczna osteoliza, zwana także zespołem Gorhama. Z nieznanych powodów namnażający się śródbłonek limfatyczny lub krwionośny w kości powoduje bezodczynowy zanik kostny, niekiedy obejmujący także tkanki miękkie⁽¹⁵⁾.



Ryc. 3. Duży nerwiak osłonki Schwanna (S) rozszerza V przestrzeń międzyżebrową



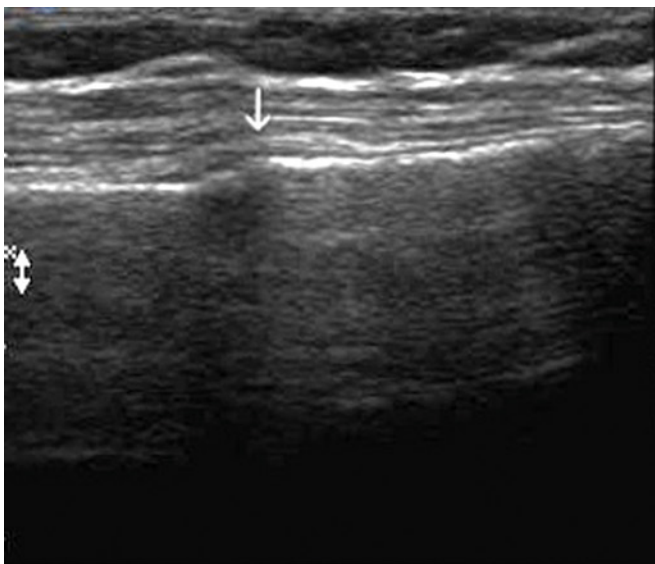
Ryc. 4. Olbrzymi nerwiak w tylnym śródpiersiu prawym (T)



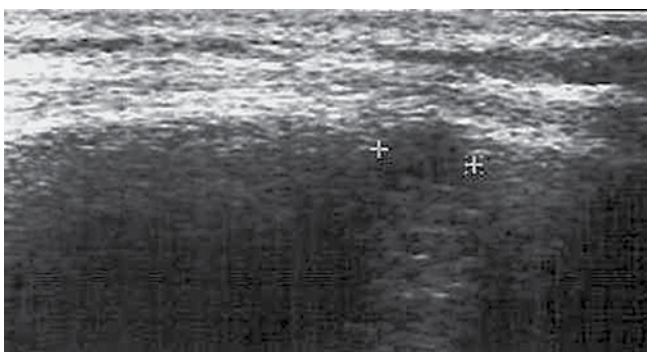
Ryc. 5. Przerzut raka sutka do żebra (strzałka) powoduje ogniskową destrukcję kości



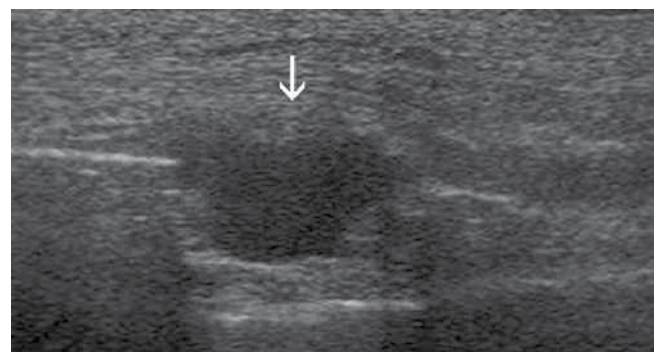
Ryc. 6. Przerzut raka jelita grubego do żebra (M) ze złamaniem patologicznym (strzałka)



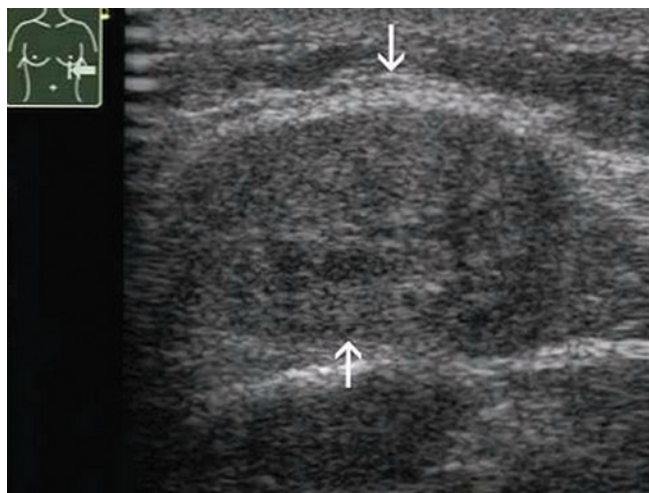
Ryc. 7. Szpiczak mnogi. Obraz dzielony: po stronie lewej widoczne tylko przerwanie istoty korowej (strzałka), po stronie prawej to samo miejsce ujęte z brzegu górnego żebra wykazuje ogniskową destrukcję kostną (P). C – chrząstka żebrowa



Ryc. 8. Szpiczak mnogi. Wyraźne ognisko osteolityczne obejmujące całą grubość kości (wskaźniki odległości)



Ryc. 9. Szpiczak mnogi. Naciek żebra i okolicznej tkanki miękkiej (strzałka)

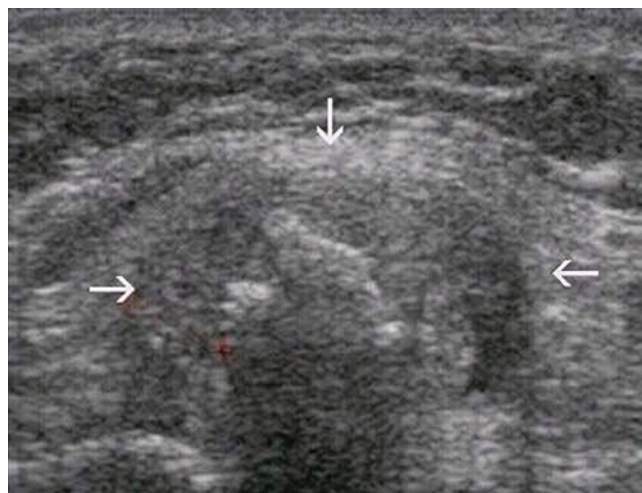


Ryc. 10. Chrzęstniakomięsak chrząstki VII żebra lewego (strzałki)

Kłębczak (*glomus tumor*), zbudowany ze zmodyfikowanych komórek mięśni gładkich anastomoz tętniczo-żylnych, jest guzem łagodnym, najczęściej spotykanym pod paznokciem. Pojedyncza zmiana ujawnia się dokuczliwą bolesnością, a w badaniu dopplerowskim wykazuje bogate unaczynienie. Większe guzy, położone śródmięśniowo, mogą powodować erozje kostne^(3,16).

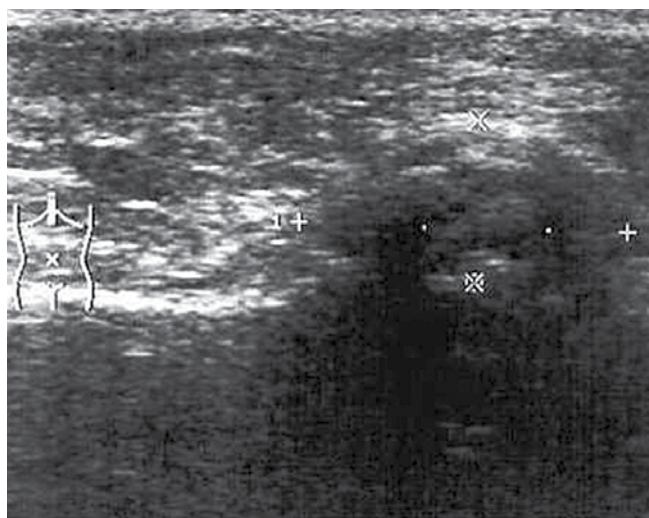
Guzy neurogenne

Guzy neurogenne ściany klatki piersiowej mogą mieć charakter łagodny lub złośliwy. Typową lokalizacją nerwiakowłókniaka (ryc. 2) lub nerwiaka osłonki Schwanna (ryc. 3) jest przestrzeń międzyżebrowa. Różnica makroskopowa między tymi guzami polega na tym, że pierwszy z wymienionych rośnie w osi nerwu, natomiast drugi wykazuje wzrost ekscentryczny i posiada torebkę. Zdecydowana większość zmian ujawnia się jako pojedynczy guzek, z ko-

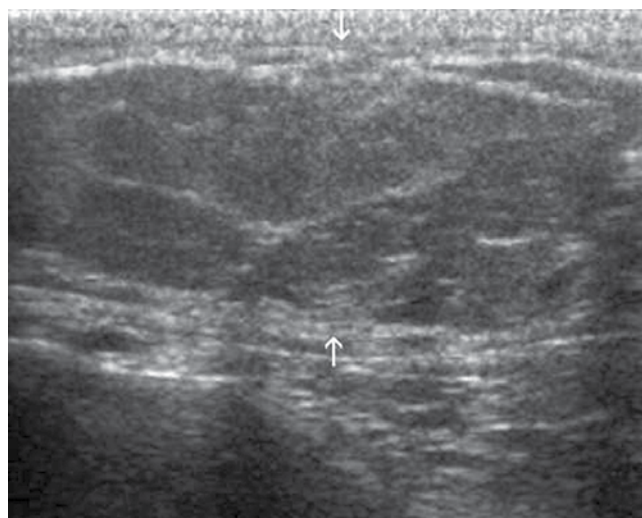


Ryc. 11. Chrzęstniak końca mostkowego obojczyka (strzałki)

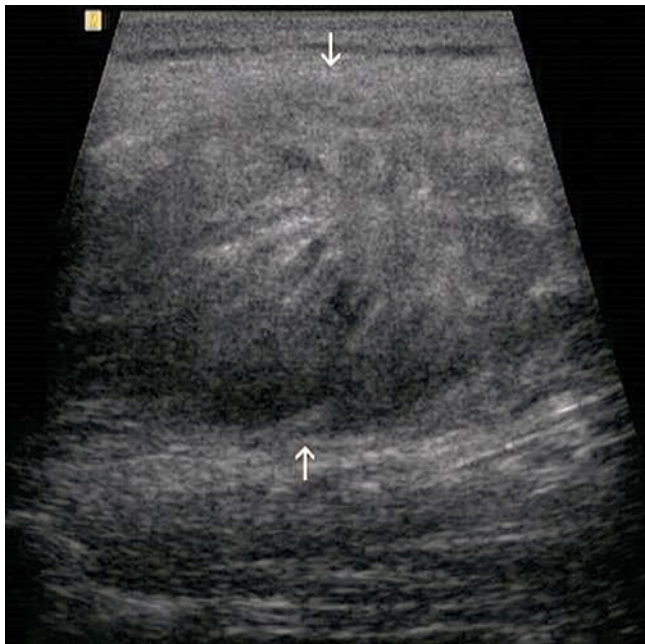
lei w nerwiakowłókniakowości typu 1, czyli w chorobie von Recklinghausena (*neurofibromatosis type I, NF1*), występują mnogie nerwiaki, niekiedy w formie splotowej (*plexiform*). W obu typach guzów neurogennych zdecydowanie przeważa wzorzec hipoechogeniczny. Małe guzy są homogenne, natomiast większe mogą zawierać ogniska bezechowe będące wyrazem degeneracji i krwawień oraz mogą powodować erozję żeber, co szczególnie dotyczy nerwiaków osłonkowych. W obu typach nerwiaków mogą występować ogniska hiperechogeniczne, które odpowiadają depozytom kolagenu. Ponadto za tymi zmianami często pojawia się niewielkie tylne wzmocnienie. W kolorowym dopplerze są to guzy awaskularne lub słabo unaczynione. Głównie u pacjentów z nerwiakowłókniakowością typu 1 istnieje 2-procentowe ryzyko transformacji złośliwej w złośliwe nowotwory osłonek nerwowych (*malignant tumors of the peripheral nerves*). Zmiany takie wyróżniają się większą masą o heterogenicznej ekostrukturze i nierównych zarysach. Na dokładniejsze niż



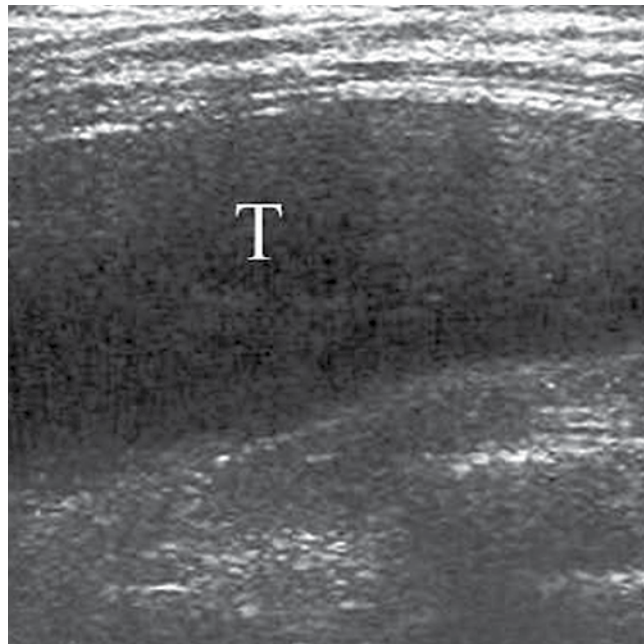
Ryc. 12. Chrzęstniak wyrostka mieczykowatego mostka (wskaźniki odległości)



Ryc. 13. Typowy obraz tłuszczaka w tkance podskórnej powłok klatki piersiowej (strzałki)



Ryc. 14. Naciek włókniaka desmoidalnego powłok klatki piersiowej (strzałki)



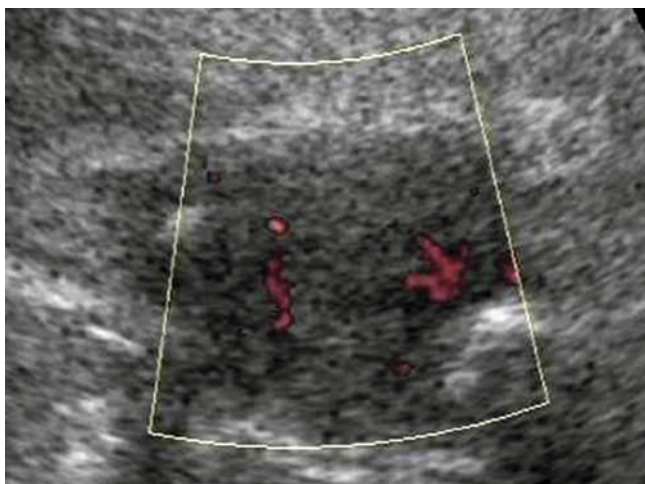
Ryc. 15. Włókniakomięsak (T) zlokalizowany na grzbiecie klatki piersiowej

w USG określenie charakteru zmiany pozwalają tomografia komputerowa i – szczególnie – rezonans magnetyczny. Niektórzy jednak sięgają w tym celu po biopsję aspiracyjną^(3,4,17-19). Guzy neurogenne, takie jak nerwiak zwojowy, nerwiak zarodkowy, nerwiak zwojowy zarodkowy i przyzwojak, wywodzą się z układu autonomicznego, w związku z czym zazwyczaj są położone w tylnym śródpiersiu przy kręgosłupie. Trzy pierwsze guzy występują przeważnie u małych dzieci, przy czym nerwiak zarodkowy jest guzem wybitnie złośliwym, ale ma lepsze rokowanie, gdy pierwotnie jest położony w klatce piersiowej, a nie w nadnerczu. Nierzadko zawiera zwapnienia i szybko przerzutuje do węzłów chłonnych oraz szpiku kostnego. Przyzwojak dotyczy głównie osób w średnim wieku

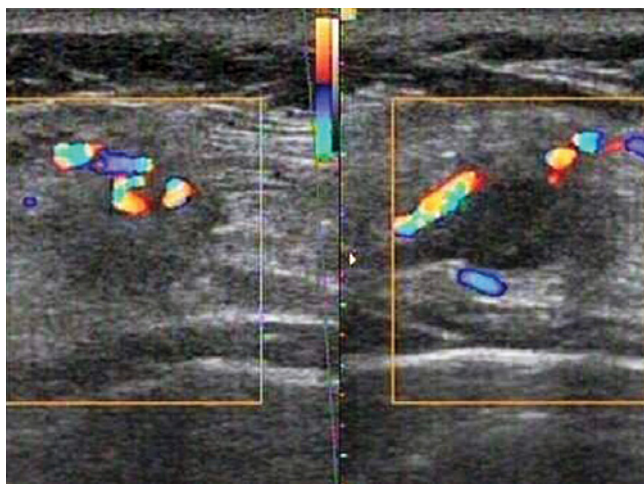
i w większości przypadków ma charakter łagodny. Jego cechą wyróżniającą jest bogate unaczynienie. Nowotwory wywodzące się z nerwowego układu autonomicznego charakteryzuje prawie równoległa oś długa guzów w stosunku do kręgosłupa (ryc. 4)^(3,4,16,19).

Nowotwory w strukturach chrzęstno-kostnych ściany klatki piersiowej

W tej lokalizacji przeważają przerzuty, głównie raków płuca, sutka, nerek i stercza (ryc. 5, 6). Nierzadko też można spotkać tutaj ogniska szpiczaka plazmatycznego (ryc. 7-9)⁽¹⁻¹²⁾. Zdecydowana większość



Ryc. 16. Unaczyniony przerzut raka płuca do powłok klatki piersiowej

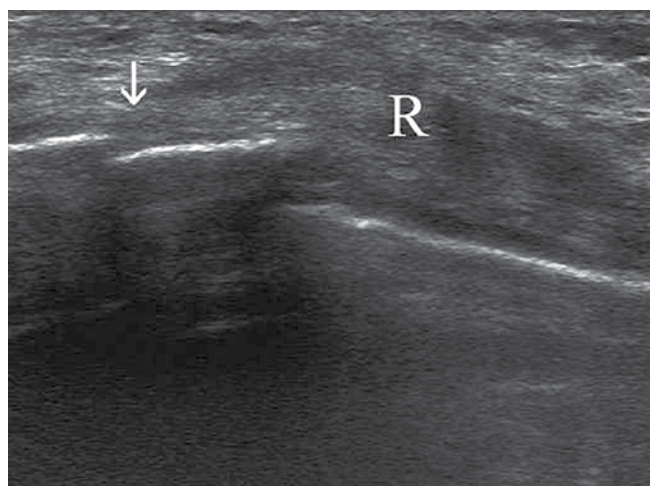


Ryc. 17. Na dwóch przekrojach ujęto unaczyniony przerzut raka sutka do powłok klatki piersiowej

takich ognisk ma charakter osteolityczny. Ubytek kostny jest ultrasonograficznie wykrywany dopiero wtedy, gdy dochodzi do uszkodzenia przedniej istoty zbitej. Większe zmiany powodują lokalne złamanie, mogą też naciekać okoliczne tkanki miękkie. W takiej sytuacji pacjent odczuwa miejscową bolesność, co ułatwia identyfikację toczącego się procesu w USG. Paik i wsp.⁽²⁰⁾ udowodnili wysoką przydatność ultrasonografii w rozpoznawaniu takich zmian (94%) i niską radiografii konwencjonalnej (39%). Ogniska przerzutowe charakteryzowały się ubytkiem warstwy korowej lub jej nierównym brzegiem i/lub masą naciekającą miejscowe tkanki miękkie, niekiedy też opłucną. Lee i wsp.⁽²¹⁾ w prospektywnym badaniu porównali grupę pacjentów z przerzutami do żeber raka nerki z grupą z przerzutami raka stercza. Cechą sonograficzną ognisk osteoblastycznych raka stercza była tylko nierówna miejscowa powierzchnia istoty korowej żebra, bez złamania lub masy w tkankach miękkich. Taki obraz bywa też następstwem przebytego złamania żebra, co należy uwzględnić w różnicowaniu. W przypadkach z podejrzeniem rozsiewu nowotworów w klatce piersiowej wymagane będzie wykonanie badania TK, MR lub PET/TK⁽⁸⁻¹²⁾. Pierwotne nowotwory złośliwe rusztowania chrzęstno-kostnego klatki piersiowej są spotykane wyjątkowo. Chrzęstniakomięsak jest typowo położony w części kostno-chrzęstnej żeber lub w mostku (ryc. 10). W masie chrzęstnej często widywane są amorficzne zwapnienia^(4,12). Liu i wsp.⁽²²⁾ opisali przydatność ultrasonografii wzmocnionej kontrastem w przypadku chrzęstniakomięsaka klatki piersiowej. Kostniakomięsak występuje jeszcze rzadziej, ale ma podobne umiejscowienie – w przedniej ścianie klatki piersiowej. Guz taki może manifestować się jako zmiana z przewagą zwapnień położonych głównie centralnie lub jako masa niemal całkowicie osteolityczna^(4,12). Wśród innych rzadkich guzów struktur chrzęstno-kostnych klatki piersiowej w różnicowaniu należy uwzględnić: chrzęstniaka, torbiel tętniakowatą, guza olbrzymiokomórkowego, włókniaka chrzęstno-śluzowatego, inne rzadkie mięsaki oraz dysplazję włóknistą (ryc. 11 i 12)^(2,3,4,8,12).

Nowotwory tkanek miękkich

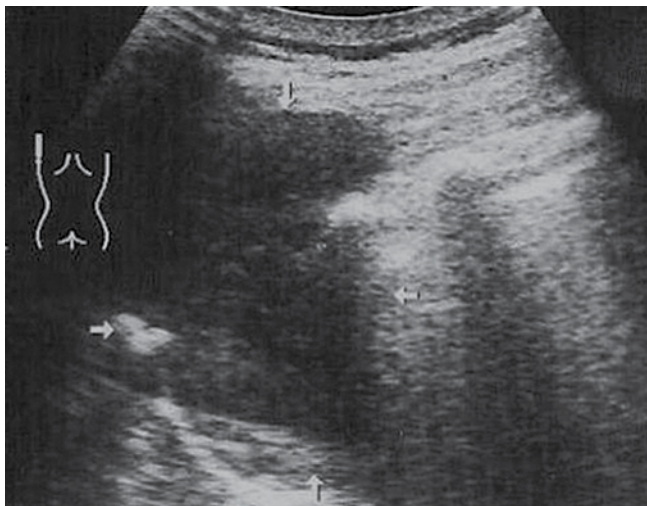
Nowotwory te w ścianie klatki piersiowej najliczniej są reprezentowane przez tłuszczaki, nierzadko występujące w formie mnogiej. Wygląd guza nie odbiega od typowego obrazu: nieunaczyniona, zrazowata masa, lekko echogeniczna w stosunku do tłuszczu podskórnego, otoczona torebką (ryc. 13). Innym guzem spotykanym w powłokach klatki piersiowej jest włókniak elastyczny (*elastofibroma*). Jego typowa lokalizacja, w pobliżu dolnego kąta łopatki, echostruktura pod postacią pasm hipoechogenicznych na tle echogenicznego podłoża oraz beznacyniowy charakter ułatwiają rozpoznanie. Niekiedy w ścianie klatki piersiowej można spotkać mięśniaka prążkowanokomórkowego, wyróżniającego się od mięśnia tylko guzowatą formą. Interesującą zmianą z punktu widzenia klinicznego jest włókniakowatość desmoidalna, uważana za zmianę łagodną, wykazująca miejscową agresywność oraz nawroty po usunięciu operacyjnym (ryc. 14). Wang i wsp.⁽²³⁾ zanalizowali wyniki USG 44 przypadków z taką patologią – wszystkie zmiany były hipoechogeniczne, przeważnie dobrze odgraniczone. W kolorowym dopplerze stwierdzono brak naczyń w 66%, umiarkowane unaczynienie w 23% i obfite w 11% przypadków. W różnicowaniu przede wszystkim należy uwzględnić włókniaka histiocytarnego i tłuszczakomięsaka. W tkankach miękkich ściany klatki piersiowej lokalizują się także inne nowotwory złośliwe, np. mięsak prążkowanokomórkowy lub gładkokomórkowy, chłoniak oraz przerzuty różnych raków (ryc. 15–17). Nie należy zapominać o nawrotach raka sutka po zmodyfikowanych mastektomiach (ryc. 18). Zmiany takie mogą naciekać ścianę klatki piersiowej najczęściej jako guzy hipoechogeniczne, ale niekiedy wykazują wzorzec hiperechogeniczny⁽⁷⁾. Ultrasonografia stała się ważną metodą w ocenie naciekania ściany klatki piersiowej przez guzy wewnątrzpiersiowe, takie jak rak płuca lub międzybłonniak opłucnej (ryc. 19, 20). W wielu badaniach metoda ta ujawniła większą dokładność niż tomografia komputerowa⁽²⁴⁻³¹⁾.



Ryc. 18. Wznowa raka sutka (R) z patologicznym złamaniem żebra (strzałka)



Ryc. 19. Przerzut podopłucnowy raka płuca z naciekiem opłucnej



Ryc. 20. Naciek raka płuca prawie całej ściany klatki piersiowej z żebrami (strzałki)

Biopsje zmian w ścianie klatki piersiowej pod kontrolą USG

Podobnie jak w przypadku wszystkich struktur powierzchownie położonych, ultrasonografia stanowi optymalną

metodę monitorowania różnych rodzajów biopsji zmian patologicznych w ścianie klatki piersiowej. Jednoczesowe użycie kolorowego dopplera pozwala uniknąć zranienia większych naczyń^(3-7,9-11,31,32). Ponadto w porównaniu z procedurą wykonywaną pod kontrolą TK, metoda ta wykazuje większą skuteczność w pozyskiwaniu diagnostycznego materiału do oceny i nie naraża pacjentów na ujemny wpływ promieniowania jonizującego⁽³²⁾.

Podsumowanie

Na podstawie własnych doświadczeń i danych z piśmiennictwa ultrasonografię należy uznać za wstępne opracowanie diagnostyczne pacjentów z guzami w ścianie klatki piersiowej. Dodatkową zaletą metody jest wysoka skuteczność pozyskiwania materiału cytologicznego/tkankowego pod jej kontrolą. Stopień zaawansowania miejscowego i ogólnego wymaga zastosowania badania TK, MR lub PET/TK.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej pracy.

Piśmiennictwo

- Saito T, Kobayashi H, Kitamura S: Ultrasonographic approach to diagnosing chest wall tumors. *Chest* 1988; 94: 1271–1275.
- Franquet T, Giménez A, Alegret X, Sanchis E, Rivas A: Imaging findings of sternal abnormalities. *Eur Radiol* 1997; 7: 492–497.
- Tateishi U, Gladish GW, Kusumato M, Hasegawa T, Yokoyama R, Tsuchiya R *et al.*: Chest wall tumors: Radiologic findings and pathologic correlation: Part 1. Benign tumors. *Radiographics* 2003; 23: 1477–1490.
- Tateishi U, Gladish GW, Kusumato M, Hasegawa T, Yokoyama R, Tsuchiya R *et al.*: Chest wall tumors: Radiologic findings and pathologic correlation: Part 2. Malignant tumors. *Radiographics* 2003; 23: 1491–1508.
- Meuwly JY, Gudinchet F: Sonography of the thoracic and abdominal walls. *J Clin Ultrasound* 2004; 32: 500–510.
- Mathis G: Thoraxsonography – part 1: chest wall and pleura. *Praxis* 2004; 93: 615–621.
- Youk JH, Kim EK, Kim MJ, Oh KK: Imaging findings of chest wall lesions on breast sonography. *J Ultrasound Med* 2008; 27: 125–138.
- Levine BD, Motamedi K, Chow K, Gold RH, Seeger LL: CT of rib lesions. *Am J Roentgenol* 2009; 193: 5–13.
- Chira R, Chira A, Mircea PA: Thoracic wall ultrasonography – normal and pathological findings. Pictorial essay. *Med Ultrason* 2011; 13: 228–233.
- Dietrich CF, Mathis G, Cui XU, Ignee A, Hocke M, Hirche TO: Ultrasound of the pleura and lungs. *Ultrasound Med Biol* 2015; 41: 351–365.
- Lee RK, Griffith JF, Ng AW, Sitt JC: Sonography of the chest wall: a pictorial essay. *J Clin Ultrasound* 2015; 43: 525–537.
- Carter BW, Benveniste ME, Betancourt SL, de Groot PM, Lichtenberger JP 3rd, Amini B *et al.*: Imaging evaluation of malignant chest wall neoplasms. *Radiographics* 2016; 36: 1285–1306.
- Pavlus JD, Carter BW, Tolley MD, Keung ES, Khorashadi L, Lichtenberger JP 3rd: Imaging of thoracic neurogenic tumors. *Am J Roentgenol* 2016; 207: 552–561.
- Koizumi M, Yoshimoto M, Kasumi F, Ogata F: Comparison between solitary and multiple skeletal metastatic lesions of breast cancer patients. *Ann Oncol* 2003; 14: 1234–1240.
- Collins J: Case 92: Gorham syndrome. *Radiology* 2006; 238: 1066–1069.
- Stachura J, Domagała W: Patologia znaczy słowo o chorobie. Tom 1. Polska Akademia Umiejętności, Kraków 2006.
- Beggs I: Sonographic appearances of nerve tumors. *J Clin Ultrasound* 1999; 27: 363–368.
- Lin J, Martel W: Cross-sectional imaging of peripheral nerve sheath tumors: characteristic signs on CT, MR imaging, and sonography. *Am J Roentgenol* 2001; 176: 75–82.
- Stuart RM, Koh ESC, Breidahl WH: Sonography of peripheral nerve pathology. *Am J Roentgenol* 2004; 182: 123–129.
- Paik SH, Chung MJ, Park JS, Goo JM, Im JG: High-resolution sonography of the rib: can fracture and metastasis be differentiation? *Am J Roentgenol* 2005; 184: 969–974.
- Lee KS, De Smet AA, Lin G, Staab MJ: High resolution ultrasound features of prostatic rib metastasis: a prospective feasibility study with implication in the high-risk prostate cancer patient. *Urol Oncol* 2014; 32: 24.e7–24.11.
- Liu JY, Zhou JY, Liang JY, Lu MD, Wang W: Contrast-enhanced ultrasound findings in a case of primary chest chondrosarcoma mimicking a portal hepatitis mass. *J Med Ultrason* 2015; 42: 267–270.
- Wang Y, Tang J, Luo Y: Sonographic diagnosis of fibromatosis. *J Clin Ultrasound* 2008; 36: 330–334.
- Sugama Y, Tamaki S, Kitamura S, Kira S: Ultrasonographic evaluation of pleural and chest wall invasion of lung cancer. *Chest* 1988; 93: 275–279.
- Suzuki N, Saitoh T, Kitamura S: Tumor invasion of the chest wall in lung cancer: diagnosis with US. *Radiology* 1993; 187: 39–42.
- Bandi V, Lunn W, Ernst A, Eberhardt R, Hoffmann H, Herth FJ: Ultrasound vs. CT in detecting chest wall invasion by tumor: a prospective study. *Chest* 2008; 133: 881–886.
- Chira R, Chira A, Mircea PA: Intrathoracic tumors in contact with the chest wall – ultrasonographic and computed tomographic comparative evaluation. *Med Ultrason* 2012; 14: 115–119.

28. Sripathi S, Mahajan A: Comparative study evaluating the role of color Doppler sonography and computed tomography in predicting chest wall invasion by lung tumors. *J Ultrasound Med* 2013; 32: 1539–1546.
29. Tahiri M, Khereba M, Thiffault V, Ferraro P, Duranceau A, Martin J *et al.*: Preoperative assessment of chest wall invasion in non-small cell lung cancer using surgeon-performed ultrasound. *Ann Thorac Surg* 2014; 98: 984–989.
30. Caroli G, Dell'Amore A, Cassanelli N, Dolci G, Pipitone E, Asadi N *et al.*: Accuracy of transthoracic ultrasound for the prediction of chest wall infiltration by chest wall tumors. *Heart Lung Circ* 2015; 24: 1020–1026.
31. Kachroo P, Pak PS, Sandha HS, Nelson SD, Seeger LL, Cameron B *et al.*: Chest wall sarcomas are accurately diagnosed by imaging-guided core needle biopsy. *J Thorac Oncol* 2012; 7: 151–156.
32. Jarmakani M, Duguay S, Rust K, Conner K, Wagner JM: Ultrasound versus computed tomography guidance for percutaneous biopsy of chest lesions. *J Ultrasound Med* 2016; 35: 1865–1872.