

Otrzymano:
22.11.2016
Zaakceptowano:
27.11.2016
Opublikowano:
31.03.2017

Standardy badania ultrasonograficznego gruczołu krokowego. Część 2

The standards of an ultrasound examination of the prostate gland. Part 2

Janusz F. Tyloch¹, Andrzej Paweł Wieczorek²

¹ *Katedra Urologii, Klinika Urologii Ogólnej i Onkologicznej, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Bydgoszcz, Polska*

² *Zakład Radiologii Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Lublin, Polska*

Adres do korespondencji: Dr n. med. Janusz F. Tyloch, Klinika Urologii Ogólnej i Onkologicznej, Collegium Medicum w Bydgoszczy, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 9, 85-094 Bydgoszcz, e-mail: januszyloch@gmail.pl

DOI: 10.15557/JoU.2017.0007

Słowa kluczowe

przebrzuszne badanie
USG gruczołu
krokowego (TAUS),
przezodbytnicze
badanie USG gruczołu
krokowego (TRUS),
łagodny rozrost
stercza,
zapalenie gruczołu
krokowego,
rak gruczołu
krokowego

Key words

transabdominal
ultrasonography
of the prostate
gland (TAUS),
transrectal
ultrasonography of
the prostate gland
(TRUS),
benign prostatic
hyperplasia,
prostatitis,
prostate gland cancer

Abstract

The paper discusses the rules of the proper performing of the ultrasound examination of the prostate gland. It has been divided into two parts: the general part and the detailed part. The first part presents the necessary requirements related to the ultrasound equipment needed for performing transabdominal and transrectal examinations of the prostate gland. The second part presents the application of the ultrasound examination in benign prostatic hyperplasia, in cases of prostate inflammation and in prostate cancer. Ultrasound examinations applied in the diagnostics of benign prostatic hyperplasia accelerated the diagnosis, facilitated the qualification to surgery and the selection of the treatment method. The assessment of the size of the prostate gland performed using the endorectal ultrasound examination is helpful in making the choice between transurethral electroresection and adenectomy. In prostate inflammation this examination should be performed with particular gentleness due to pain ailments. The indication for performing the examination in acute inflammation is the suspicion of prostate abscess. In chronic, exacerbating prostatitis it is possible to perform an intraprostatic antibiotic injection. In the recent years increased morbidity and detectability of prostate gland cancer is observed among men. In Poland it ranks second (13%) among diseases occurring in men. The indication for an endorectal examination is the necessity to assess the size of the prostate gland, its configuration, the echostructure in classical ultrasonography, the vascularization in an ultrasound examination performed with power doppler and, if possible, the differences in the gland tissue firmness (consistency) in elastography. The ultrasound examination is used for performing the mapping biopsy of the prostate gland – from routine, strictly defined locations, the targeted biopsy – from locations suspected of neoplastic proliferation and the staging biopsy – from the neurovascular bundles, the seminal vesicles, from the apex of the prostate and from the periprostatic tissue – this type of biopsy is supposed to help in determining local staging of the neoplastic disease. The ultrasound examination is also helpful during the treatment of the neoplasm performed using brachytherapy or using the method of ultrasonic ablation which is still in the phase of clinical trials.

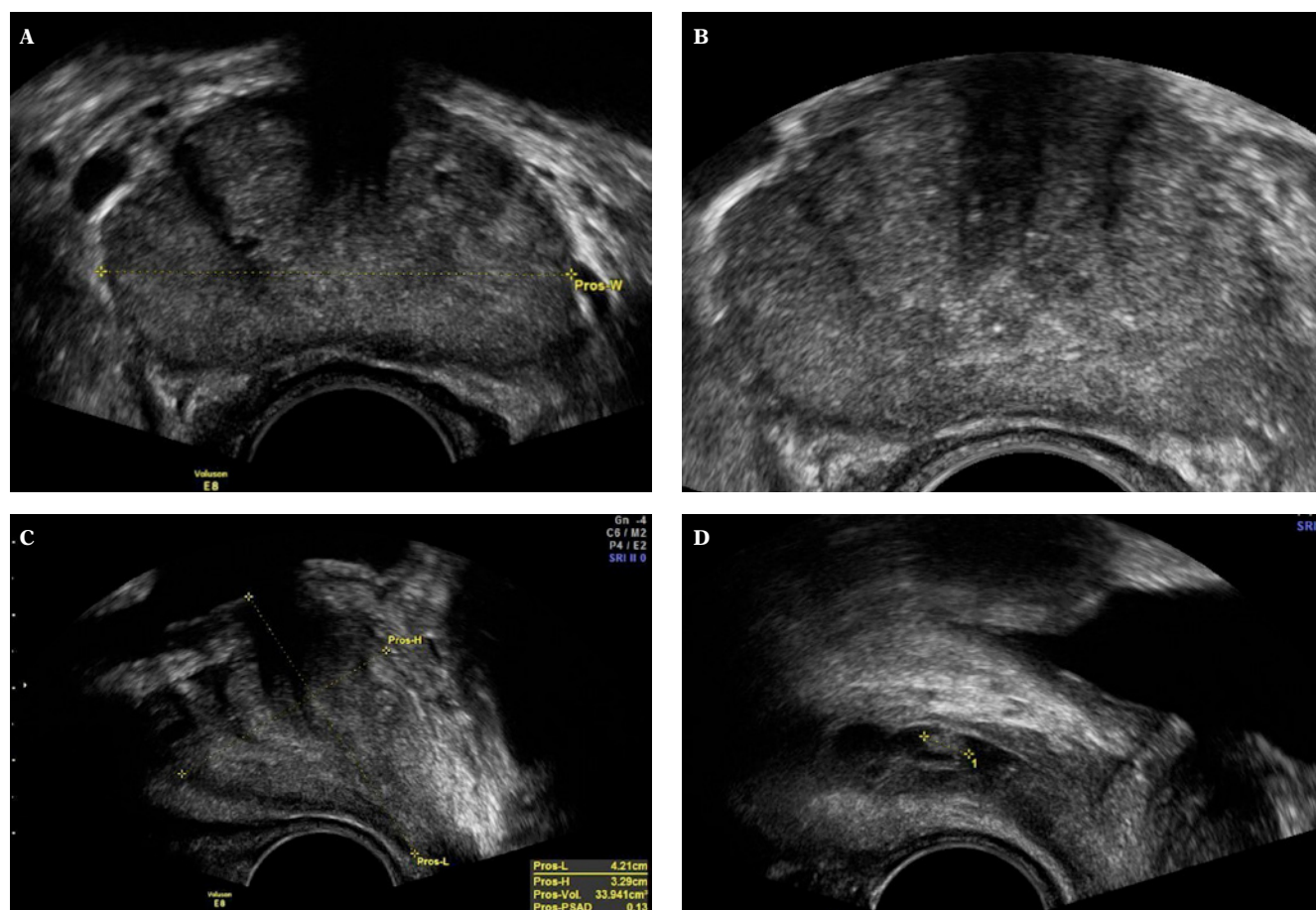
Gruczoł krokowy (stercz, prostata) jest nieparzystym narządem mięszo-gruczołowym, kształtem i wielkością przypominającym jadalny kasztan. Jego przeciętne wymiary u zdrowych, młodych mężczyzn to: 3,75–4,00 × 2,5–3,00 × 3,1–3,8 cm (szerokość × wysokość × długość), a objętość wynosi około 20–25 cm³. Należy do układu męskich narządów płciowych – produkuje glikoproteinę (swoisty antygen gruczołu krokowego – *prostate specific antigen*, PSA), która wchodzi w skład nasienia i której zadaniem jest jego upłynianie. Stercz ma także działanie endokryne: produkuje prostaglandyny E, F i A oraz spermidynę i sperminę. Jest również miejscem przemiany testosteronu w dwuhydrotestosteron pod wpływem enzymu 5- α -reduktazy.

W 1981 roku John E. McNeal opublikował swoje doświadczenia dotyczące budowy stercza. Wyróżnił w nim cztery strefy: środkową, przejściową, obwodową i okołocewkową oraz spoidło przednie, które jest zębem włóknisto-mięśniowym. Strefa obwodowa stanowi w prawidłowym sterczu około 75% masy i to w niej najczęściej rozwijają się nowotwory. Strefa środkowa stanowi w prawidłowym sterczu 25% masy – tutaj najczęściej pojawiają się stany zapalne stercza. Strefa przejściowa w prawidłowym sterczu stanowi tylko 2–10% masy, a w przebiegu łagodnego rozrostu stercza znacznie się rozrasta, tworząc gruczolak, nieraz dużych rozmiarów⁽¹⁾.

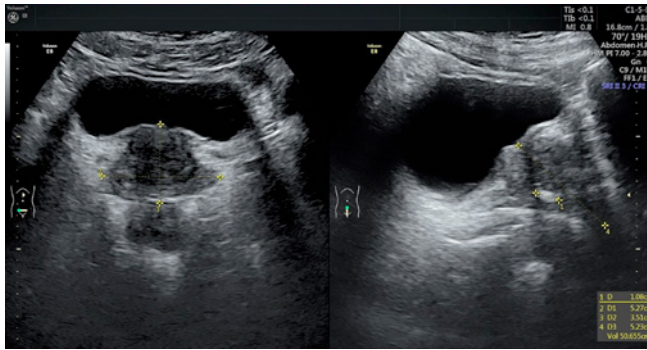
Schorzenia rozwijające się w obrębie gruczołu krokowego można podzielić na trzy grupy: łagodny rozrost stercza, stany zapalne stercza oraz nowotwory stercza⁽²⁾.

Ultrasonografia w diagnostyce i leczeniu łagodnego rozrostu gruczołu krokowego

Łagodny rozrost gruczołu krokowego, rozwijający się głównie w strefie przejściowej, jest najczęstszą przyczyną zaburzeń w oddawaniu moczu u mężczyzn w starszym wieku. Ze względu na zasięg, skutki społeczne, ekonomiczne, a także starzenie się społeczeństw schorzenie to zostało uznane przez WHO za chorobę społeczną. Histologiczne cechy łagodnego rozrostu gruczołu krokowego pojawiają się u 50% mężczyzn około 60. roku życia, a objawy u 40–70% z nich. W 85. roku życia histologiczne cechy łagodnego rozrostu dotyczą już 90% mężczyzn. Łagodny rozrost stercza nie zagraża bezpośrednio życiu, ale znacznie obniża jego jakość. W ostatnim dziesięcioleciu obserwuje się znaczny spadek operacji na rzecz leczenia farmakologicznego. Na zespół chorobowy składają się: 1) powiększenie stercza (*benign prostatic enlargement*, BPE), 2) przeszkoda podpęcherzowa (*bladder outlet obstruction*, BOO), 3) objawy ze strony dolnych dróg moczowych (*lower urinary tract symptoms*, LUTS), 4) dysfunkcja mięśnia wypieracza pęcherza (*bladder detrusor dysfunction*, BD).



Ryc. 1. Badanie ultrasonograficzne sondą endorektalną: A, B. Przekroje poprzeczne gruczołu krokowego; C, D. Przekrój podłużny stercza



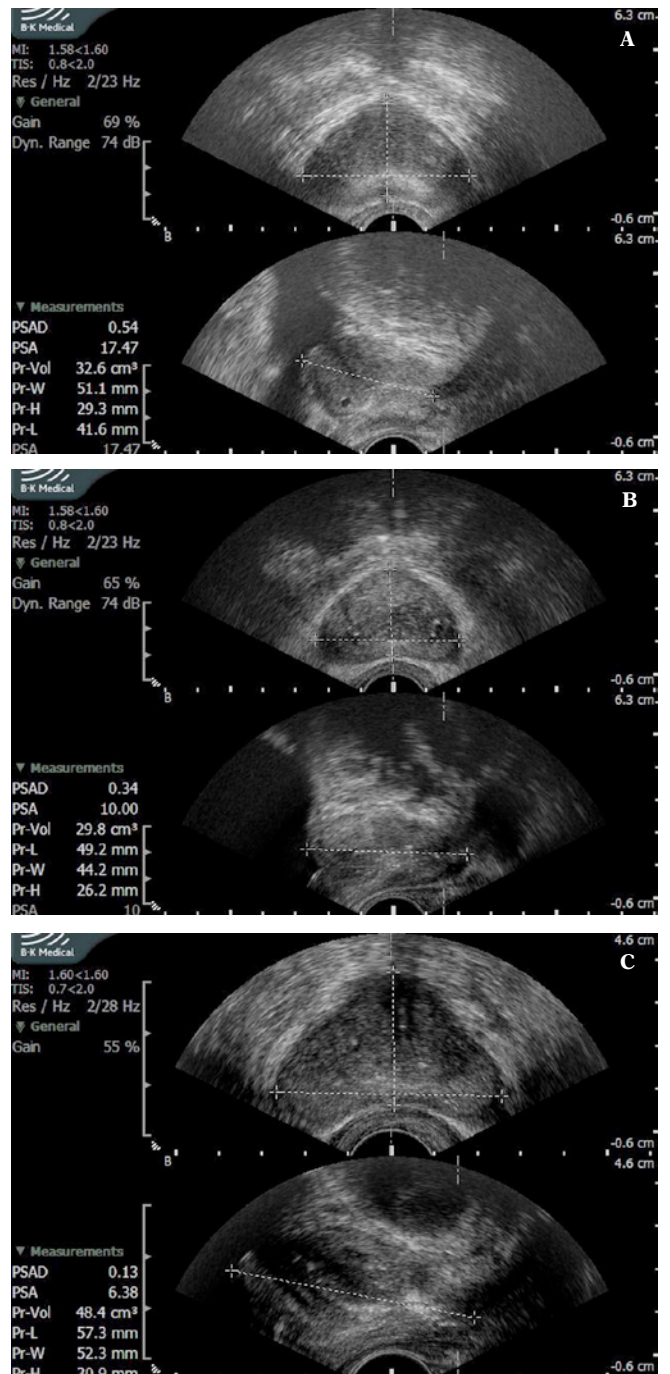
Ryc. 2. Badanie USG przezbrzusne. Metoda pomiaru objętości stercza „dwupłaszczyznowa”. Metoda obliczeń podobna do metody obliczania pojemności pęcherza moczowego. Na zdjęciu gruczoł krokowy wysokości 4,8 cm, szerokości 5,4 cm i długości 5,9 cm, objętości około 80 cm³, wpuklający się do światła pęcherza około 2,3 cm

Rozwój łagodnego rozrostu stercza można podzielić na cztery okresy: I okres – bezobjawowy (stwierdza się jedynie powiększenie stercza), II okres – podrażnienie (głównym objawem jest częstomocz), III okres – zaleganie moczu w pęcherzu po mikcji, IV okres – dekompensacja (stwierdza się zatrzymanie moczu, poszerzenie układów kielichowo-miedniczkowych nerek aż do wodonercza, poszerzenie moczowodów, przerost mięśnia wypieracza, bełczkowanie w obrębie ściany pęcherza moczowego, niewydolność nerek).

Rozpoznanie stawia się na podstawie wywiadu, badania fizykalnego z badaniem stercza palcem przez odbytnicę oraz badań dodatkowych, m.in. obrazowych, wśród których na pierwszym miejscu stoją badania ultrasonograficzne. Na badania ultrasonograficzne składają się badania USG przezpowłokowe (*transabdominal ultrasonography*, TAUS) narządów układu moczowego i stercza z oceną zalegania moczu po mikcji oraz ultrasonografia przezodbytnicza (*transrectal ultrasonography*, TRUS) (ryc. 1). W zaleceniach Europejskiego Towarzystwa Urologicznego (EAU) wśród badań zalecanych w przebiegu łagodnego rozrostu stercza znalazł się pomiar objętości moczu zalegającego w pęcherzu moczowym po mikcji na podstawie ultrasonografii przezpowłokowej, a w grupie badań uzupełniających – ultrasonografia górnych dróg moczowych oraz ultrasonografia przezodbytnicza stercza. Badania USG zalecane są dla oceny stopnia zaawansowania choroby. Zalecany przez EAU jest pomiar zalegania moczu po mikcji (TAUS) oraz objętości stercza przy pomocy ultrasonografii przezodbytnicznej. Ultrasonograficzna ocena wielkości stercza jest przydatna przy wyborze metody leczenia – gruczoły o objętości mniejszej niż 80 cm³, zgodnie z zaleceniami EAU, kwalifikowane są do przezcewkowej elektrosekcji, a większe do operacji otwartej – adenomektomii.

Zastosowanie ultrasonografii w łagodnym rozroście stercza sprowadza się zatem w praktyce do:

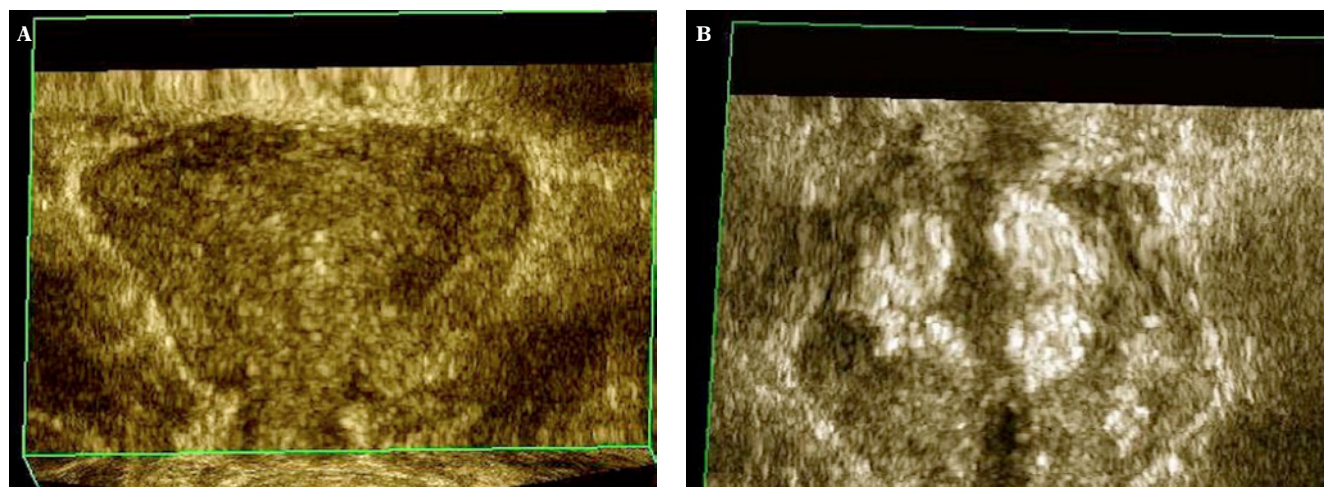
- oceny ilości zalegającego moczu w pęcherzu po mikcji – badanie przezbrzusne (TAUS);
- oceny wielkości i konfiguracji stercza – badanie przezodbytniczne (TAUS) i dokładniejsze badanie głowicą przezodbytnicę (TRUS);
- oceny stanu górnych dróg moczowych i pęcherza moczowego – badanie przezbrzusne (TAUS).



Ryc. 3. Metoda pomiaru objętości stercza „dwupłaszczyznowa”. Przekroje podłużny i poprzeczny uzyskane w trakcie badania przezodbytniczego

Ocena ilości zalegającego moczu w pęcherzu po mikcji – TAUS

Ocena ilości zalegającego moczu w pęcherzu moczowym po mikcji staje się kwalifikacją do leczenia operacyjnego. Jeśli bowiem w badaniu USG stwierdza się narastające zaleganie moczu po mikcji, świadczy to o nieskuteczności leczenia farmakologicznego – wówczas należy pacjenta zakwalifikować do leczenia zabiegowego⁽³⁻⁶⁾.



Ryc. 4. Badanie ultrasonograficzne trójwymiarowe (USG 3D) gruczołu krokowego: **A.** przekrój wieńcowy gruczołu krokowego przed podaniem dosterczowo antybiotyku; **B.** obraz gruczołu krokowego w przekroju wieńcowym po podaniu antybiotyku – kontrola rozmieszczenia antybiotyku. Dwa symetryczne pola hiperechogeniczne, które uwidoczniły się po iniekcji antybiotyku są obrazem roztworu podanego do tkanki stercza

Najpopularniejszym sposobem pomiarów pojemności pęcherza i zalegania moczu po mikcji są obliczenia oparte na pomiarach szerokości, wysokości i długości pęcherza moczowego dokonanych na dwóch prostopadłych do siebie przekrojach: poprzecznym i podłużnym. Wyniki pomiarów wstawiane są do wzoru na objętość elipsoidy:

$$V = \pi/6 \times W \times H \times L = 0,5236 \times W \times H \times L$$

gdzie W oznacza szerokość, H – wysokość, L – długość pęcherza moczowego.

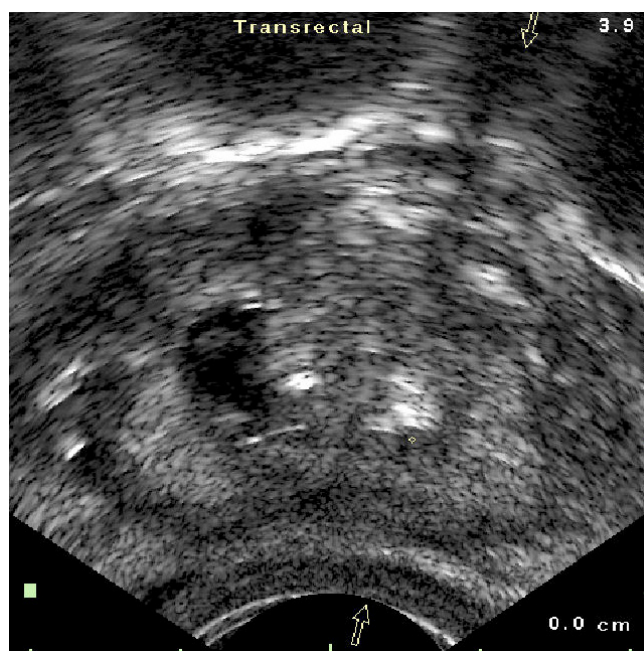
Inną metodą jest metoda jednopłaszczyznowa, polegająca na wpisaniu elipsoidy w obraz przekroju poprzecznego pęcherza moczowego. Badający wyznacza oś obrotu dwuwymiarowej figury geometrycznej, a komputer w aparacie USG, korzystając ze wzoru $V = \pi/6 \times W \times W \times L = 0,5236 \times W \times W \times L = \pi/6 \times W^2 \times L$, sam oblicza objętość hipotetycznej figury geometrycznej, która swoim kształtem zbliżona jest do pęcherza moczowego. Metoda ta jest oczywiście znacznie mniej dokładna.

Opisano także inne sposoby pomiarów pojemności pęcherza i ilości zalegającego moczu. Jedne są dokładne, ale skomplikowane w zastosowaniu, inne proste w wykonaniu, ale mniej dokładne^(7,8).

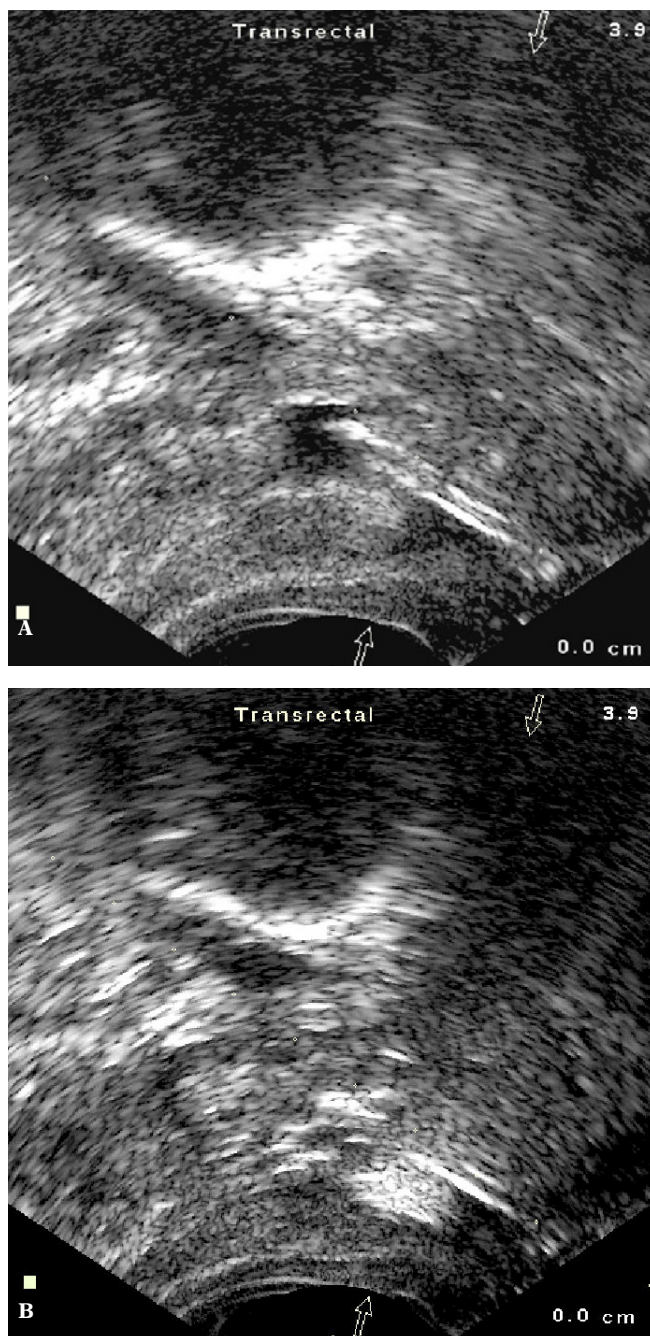
Jedną z metod pomiaru pojemności pęcherza moczowego jest również użycie skanera ultradźwiękowego, który przystawia się do okolicy ponad spojeniem łonowym i odczytuje na ekranie wynik – zaleganie moczu wyrażone jest w ml. Skaner emituje wiązki ultradźwięków w wielu płaszczyznach, w pomiarach uwzględnia więc nierówny kształt pęcherza moczowego. Pomiar pojemności i zalegania moczu po mikcji, uwzględniający różnokształtność pęcherza, jest bardzo dokładny^(9,10). Ocenę objętości zalegania moczu można dokonać także stosując automatyczne metody pomiaru wolumetrii, w które jest obecnie zaopatrzone praktycznie każdy aparat USG.

Ocena wielkości i konfiguracji stercza – badanie przezbrzusne (TAUS) i dokładniejsze badanie przezodbytnicze (TRUS)

Najpopularniejszym sposobem pomiarów są obliczenia oparte na wymiarach stercza mierzonych na dwóch prostopadłych do siebie przekrojach: poprzecznym i podłużnym, z wykorzystaniem wzoru na objętość elipsoidy – wzoru identycznego, jakiego używa się w pomiarach pęcherza moczowego. Pomiar wysokości, szerokości i długości stercza można wykonywać zarówno w badaniu ultrasonograficznym przezbrzusnym (ryc. 2), jak i badaniu transrektalnym



Ryc. 5. Badanie USG transrektalne. Widoczny poprzeczny przekrój gruczołu krokowego. Wyraźnie odgraniczone hipoechogeniczne pole w prawym płacie jest obrazem ropnia

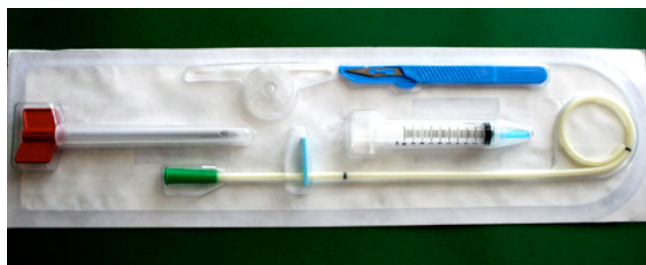


Ryc. 6. Badanie ultrasonograficzne transrektalne, przekrój podłużny gruczołu krokowego: **A.** widoczna igła w trakcie nakłucia ropnia stercza; **A, B.** treść ropnia została całkowicie usunięta

(ryc. 3). Wyniki pomiarów dokonywanych w trakcie badania transrektalnego obarczone są mniejszym błędem⁽¹¹⁻¹⁴⁾.

Ocena stanu górnych dróg moczowych i pęcherza moczowego

Ocena stanu górnych dróg moczowych obejmuje pomiary wielkości nerek, pomiary grubości miąższu nerkowego, ocenę ewentualnego poszerzenia układu kielichowo-mied-



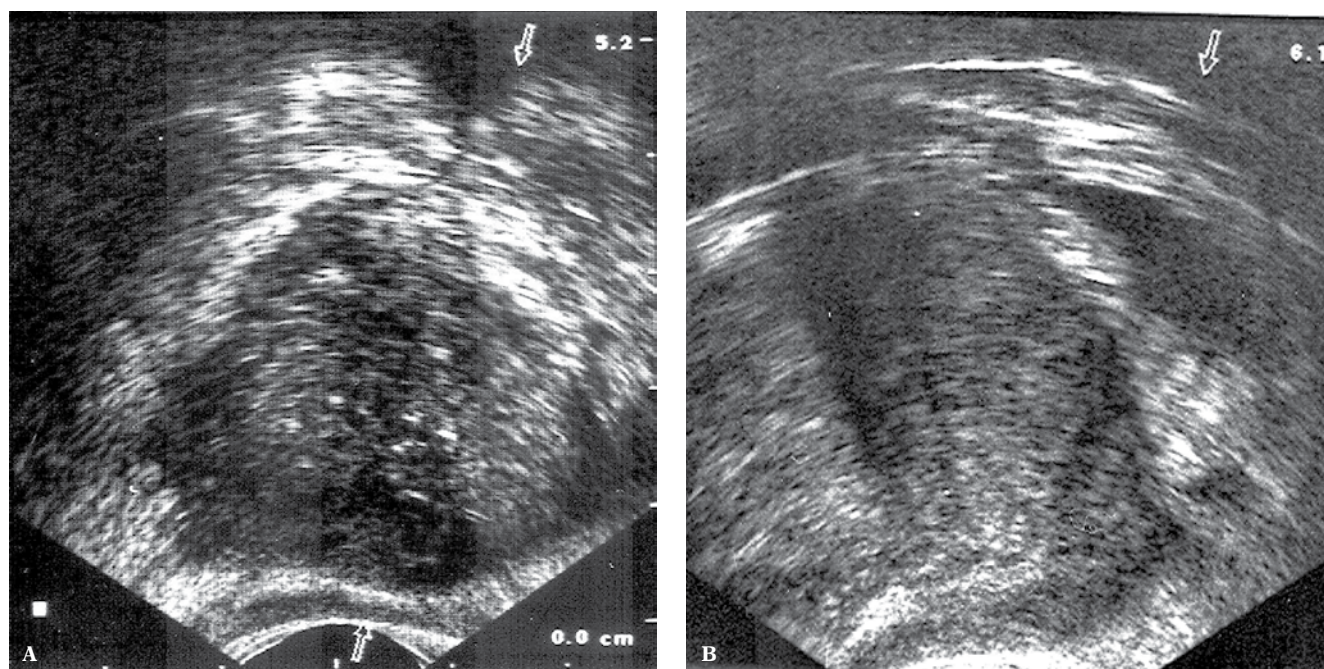
Ryc. 7. Zestaw do wytworzenia przetoki pęcherzowo-skórnej (cystostomii), składający się z igły rozrywalnej, cewnika, strzykawki, skalpela, kołnierza mocującego i opaski zaciskowej



Ryc. 8. Wytworzenie przetoki pęcherzowo-skórnej (cystostomii) pod kontrolą USG

niczowego, stwierdzenie wodonercza, a także poszerzenie moczowodów, ich kręty przebieg oraz występowanie złożeń w obrębie nerek i moczowodów.

Ocena pęcherza moczowego obejmuje pomiar jego pojemności i ilości zalegającego moczu po mikcji, pomiar grubości jego ścian, pogrubienie i występowanie wzmoczonego beleczkowania, stwierdzenie obecności uchyłków, obecność wpuklającego się trzeciego płata stercza oraz obecność złożeń w obrębie pęcherza.



Ryc. 9. Badanie ultrasonograficzne transrektalne – przekroje poprzeczne stercza. W strefie obwodowej widoczne pola hipoechogeniczne – miejsca podejrzane o rozrost nowotworowy

Ultrasonografia w diagnostyce i leczeniu stanów zapalnych stercza

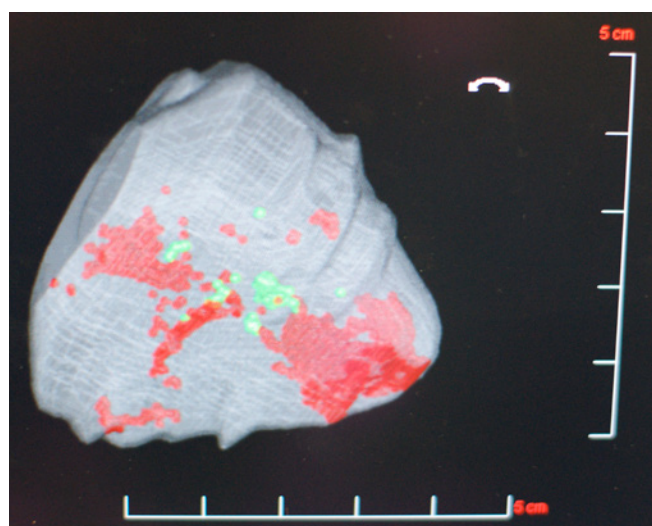
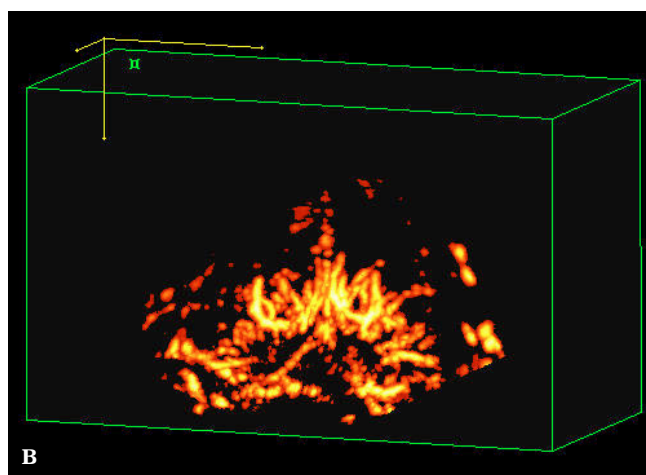
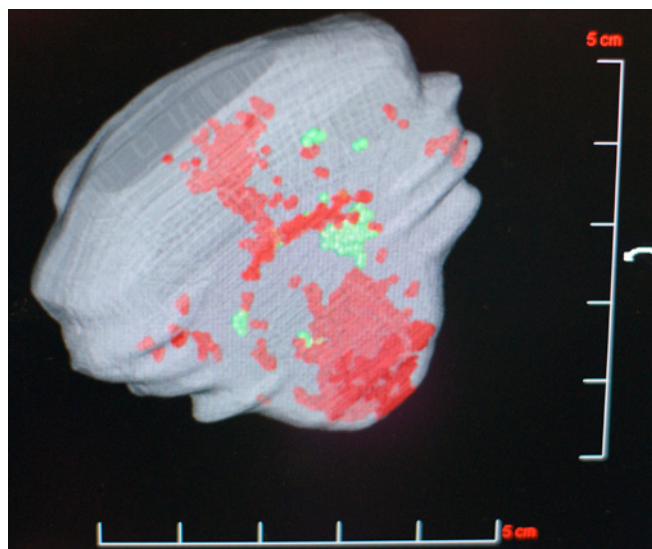
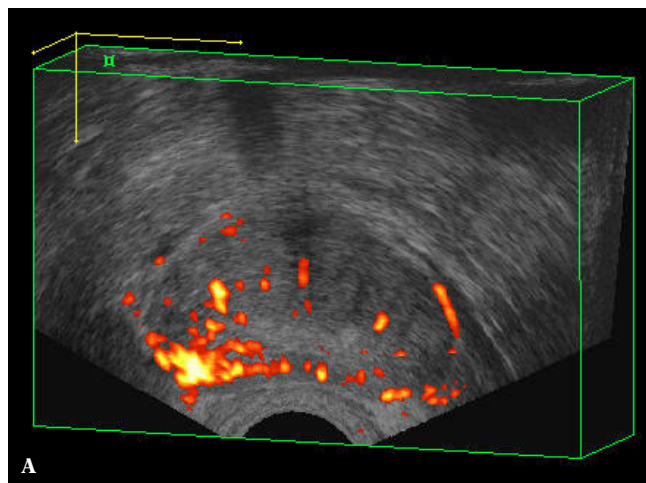
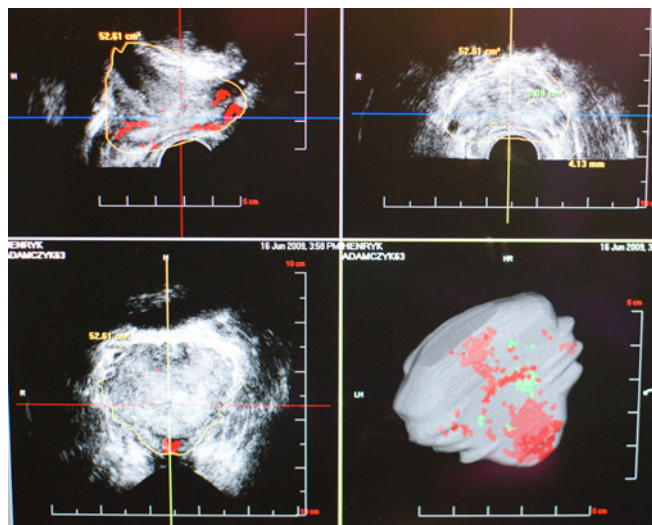
W obrębie gruczołu krokowego mogą rozwinąć się ostre stany zapalne, z towarzyszącą wysoką gorączką, bólami w kroczu, z zatrzymaniem moczu, i przewlekłe stany zapalne. Obrazy ultrasonograficzne w przebiegu przewlekłego zapalenia stercza nie są charakterystyczne. Echogeniczność mięszu gruczołu nie jest jednorodna. Obszarom hipoechogenicznym towarzyszą, w sposób nieuporządkowany, obszary hiperechogeniczne. Gruczoł krokowy może być powiększony, zmniejszony⁽¹⁵⁾.

Uporczywe, nawracające objawy przewlekłego zapalenia gruczołu krokowego (*prostatitis chronica exacerbata*), niepoddające się klasycznej antybiotykoterapii, mogą być wskazaniem do celowanej antybiotykoterapii w iniekcji do sterczowej. Antybiotyk wybierany jest zgodnie z wynikiem badania mikrobiologicznego nasienia i oceną antybiogramu. Najczęściej podawanymi antybiotykami były: gentamycyna, amoksylicyna z kwasem klawulanowym, piperacylina. Gentamycynę 80 mg rozpuszcza się i podaje w ilości po 1 ml do każdego płata pod kontrolą USG, z wykorzystaniem głowicy doodbytniczej. Piperacylinę 2 g rozpuszcza się w 3 ml roztworu i podaje w ilości po 1,5 ml do każdego płata. Ważne, by podając antybiotyk, jego roztwór rozmieścić równomiernie w całym płacie, ze szczególnym uwzględnieniem strefy centralnej. Po podaniu antybiotyku do stercza, korzystając z opcji USG 3D, należy kontrolować równomierność rozmieszczenia go w obrębie obu płatów. Roztwór antybiotyku, zawierający mikropęcherzyki powietrza, widoczny jest jako obszar hiperechogeniczny (ryc. 4)^(16,17).

Powikłaniem ostrego zapalenia stercza może być wytworzenie się ropnia w obrębie gruczołu krokowego. W obrazie ultrasonograficznym pojawia się hipoechogeniczna powierzchnia (ryc. 5). W obrazie USG 3D uwidacznia się przestrzeń płynowa w obrębie mięszu stercza.

Obraz kliniczny schorzenia jest bardzo charakterystyczny. Możliwość powstania ropnia należy brać pod uwagę, gdy w okresie poprzedzającym rozpoznanie u chorego stwierdza się wysoką temperaturę ciała, bóle w podbrzuszu, kłopoty z oddawaniem moczu, silne dolegliwości bólowe w trakcie badania palcem przez odbyt, czasem macalny objaw chelbotania. Rozpoznanie ropnia stercza jest wskazaniem do jego ewakuacji. Metodę z wyboru stanowi ewakuacja drogą przezodbytniczego nakłucia i drenażu pod kontrolą USG (ryc. 6).

Ostre zapalenie gruczołu krokowego może prowadzić do zatrzymania moczu. W takiej sytuacji zakładanie cewnika do pęcherza moczowego przez cewkę moczową jest przeciwwskazane, zaostrza to bowiem stan zapalny poprzez utrudnienie spływu wydzieliny przez cewkę i nasila istniejące dolegliwości. Leczeniem z wyboru jest wytworzenie czasowego odprowadzenia moczu z pęcherza moczowego bezpośrednio przez skórę na zewnątrz (cystostomia). Zabieg ten wykonuje się w znieczuleniu miejscowym, pod kontrolą USG, przy dobrze wypełnionym pęcherzu moczowym. Wykorzystuje się do tego celu zestaw do wytworzenia cystostomii, składający się z igły punkcyjnej i cewnika typu „pig-tail”, z zawiniętą końcówką (ryc. 7 i 8).

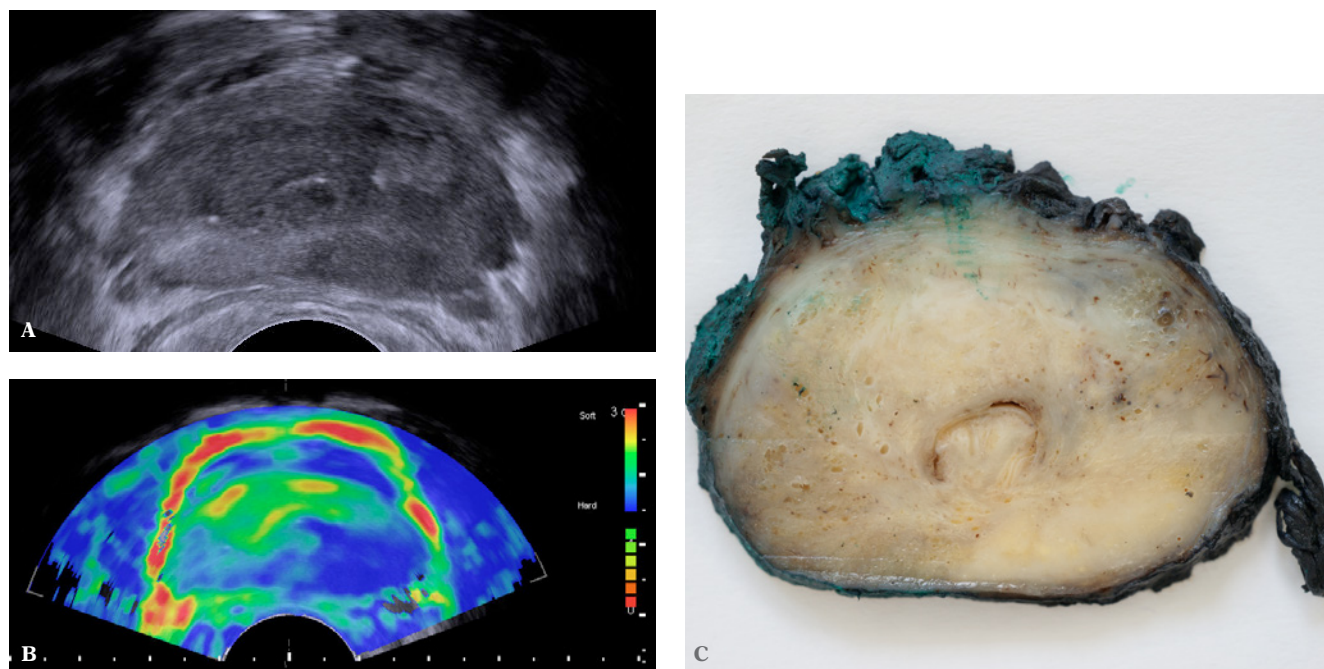


Ryc. 10. Histoscanning – metoda komputerowej analizy obrazu ultrasonograficznego z uwidocznieniem pól podejrzanych o rozrost nowotworowy

Ryc. 11. Badanie USG transrektalne gruczołu krokowego z opcją dopplera mocy: **A.** widoczna wyraźnie większa gęstość naczyń krwionośnych w obrębie prawego płata stercza odpowiadająca angiogenezie w obrębie tkanki nowotworowej; **B.** obraz drzewa naczyniowego w obrębie tkanki gruczołu krokowego w opcji dopplera mocy w USG trójwymiarowym

Ultrasonografia w diagnostyce i leczeniu nowotworów stercza

Rak gruczołu krokowego jest najczęściej występującym nowotworem u mężczyzn w USA. W Polsce zajmuje drugie miejsce po względem częstości (13%), po raku płuc (20%) i przed rakiem jelita grubego (12%). W ostatnich latach obserwuje się wzrost zachorowalności i wykrywalności raka stercza. W grupie mężczyzn zmarłych w wieku powyżej 75. roku życia z innych przyczyn niż rak stercza odsetek raka stercza w materiałach sekcyjnych waha się między 50 a 75%. Zwiększona wykrywalność związana jest z upowszechnieniem badań poziomu PSA w surowicy krwi oraz wykonywaniem badań ultrasonograficznych, szczególnie transrektalnych (TRUS). PSA to wydzielana przez gruczoł krokowy glikoproteina, której wzrost poziomu w surowicy charakterystyczny jest dla raka stercza. Przy stężeniu PSA w surowicy krwi wynoszącym 0–1,0 ng/ml prawdopodobieństwo istnienia raka wynosi 6,6%, przy stężeniu



Ryc. 12. Porównanie obrazów uzyskanych w trakcie badania ultrasonograficznego transrektalnego gruczołu krokowego w skali szarości, badania elastograficznego z preparatem uzyskanym po prostatektomii radykalnej. **A.** TRUS – w obrębie strefy obwodowej po stronie lewej widoczne pole hipoechogeniczne, wyraźnie odgraniczone od reszty gruczołu; poszerzony lewy pęczek naczyniowo-nerwowy. **B.** Badanie elastograficzne – w obrębie strefy obwodowej po lewej stronie widoczne pole o znacznie większej konsystencji niż pozostała tkanka gruczołu – kolor intensywnie niebieski. **C.** Preparat makroskopowy uzyskany po wycięciu stercza – przekrój poprzeczny. W obrębie lewej strefy obwodowej widoczne wyraźnie odcinające się od reszty gruczołu pole będące rozrostem nowotworowym

1,1–2,0 ng/ml – 17%, przy 2,1–3,0 ng/ml – 23,9%, a przy 3,1–4,0 ng/ml – 26,9%. Podejrzenie raka stercza nasuwa wzrost stężenia PSA powyżej 4 ng/ml, jednak granica ta przesuwana się w górę wraz z wiekiem pacjenta. Wśród mężczyzn, u których poziom PSA zawiera się w przedziale 4–10 ng/ml, istnieje grupa, w której nie stwierdza się raka. W związku z tym faktem wprowadzono dodatkowe parametry dotyczące PSA, które mają sprawić, że badania te będą bardziej swoiste. Są to:

1. Stosunek stężenia PSA wolnego do PSA całkowitego (fPSA/tPSA) – im mniejsza wartość, tym większe prawdopodobieństwo istnienia raka. Przy f/tPSA >0,25 wynosi ono 8%, przy f/tPSA <0,10 sięga aż 56%. Nie określono wartości odcięcia charakterystycznej dla raka, ale przyjmuje się na ogół wartości 0,15–0,17.
2. Gęstość PSA (PSA density, PSAD) – wskaźnik obliczony jako iloraz PSA i objętości stercza. Im większa wartość PSAD, tym większe prawdopodobieństwo istnienia raka. Wartość PSAD w przypadku ujemnego wyniku biopsji wynosi 0,08–0,21 ng/ml/cm³, a w przypadku wyniku dodatniego – 0,21–0,63 ng/ml/cm³.
3. Tempo wzrostu PSA (PSA velocity, PSAV) i okres, w którym dochodzi do podwojenia PSA (doubling time, PSADT) – uważa się, że roczny przyrost PSA wynoszący 0,75 ng/ml i więcej koreluje z występowaniem raka.
4. PSA należne (przewidywane; pPSA) – obliczone jako iloczyn objętości stercza i współczynnika 0,12. Wartość 0,12 jest doświadczalnie oznaczoną ilością glikoproteiny PSA wydzielanej przez 1 g tkanki zdrowego stercza.

Najczęstszą postacią nowotworu stercza jest gruczolakorak (adenocarcinoma), występujący w strefie obwodowej. Rak często rozwija się bezobjawowo, a w przypadku pojawienia się objawów na początku są one podobne do objawów łagodnego rozrostu stercza, natomiast w późniejszym okresie są spowodowane głównie przerzutami do kości i centralnego układu nerwowego.

Rak stercza może występować w następujących postaciach: ograniczony do narządu (nieprzekraczający torebki, bez przerzutów), zaawansowany miejscowo (przekraczający torebkę stercza, bez przerzutów), rozsiany (z przerzutami do kości, węzłów chłonnych, narządów miękkich i do centralnego układu nerwowego).

Badania ultrasonograficzne transrektalne wykonywane u chorych z rakiem stercza znalazły szerokie zastosowanie na każdym etapie diagnostyki⁽¹⁸⁾. Badania USG wykonuje się w celu:

- lokalizacji miejsc podejrzanych o rozrost nowotworowy;
- wykonania biopsji ze ściśle określonych miejsc w obrębie gruczołu krokowego;
- oceny stopnia miejscowego zaawansowania raka.

Lokalizacja miejsc podejrzanych

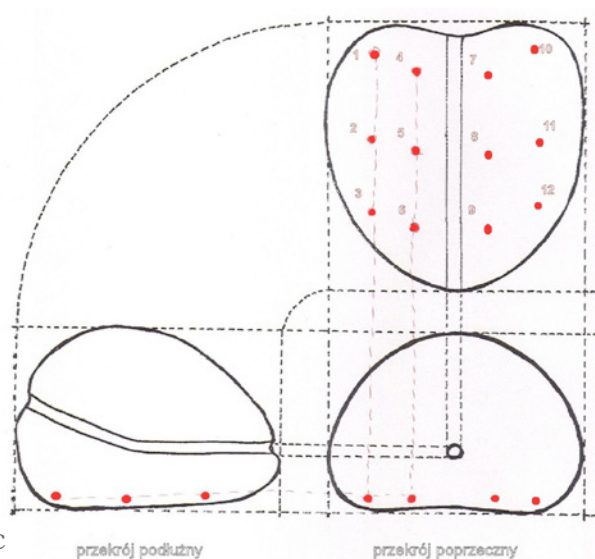
W trakcie badania stercza głowicą endorektalną oprócz wymiarów i konfiguracji należy oceniać echostrukturę poszczególnych przekrojów. Diagnostykę ultrasonograficzną utrudnia fakt, że 40% nowotworów stercza ma charakter



A



B



C

przekrój podłużny

przekrój poprzeczny

izoechogeniczny. Natomiast $\frac{2}{3}$ guzów stercza to guzy hipoehogeniczne, jednak tylko $\frac{1}{3}$ zmian hipoehogenicznych obserwowanych w sterczu jest rakami. Pozytywna wartość diagnostyczna wynosi 30–40% (ryc. 9).

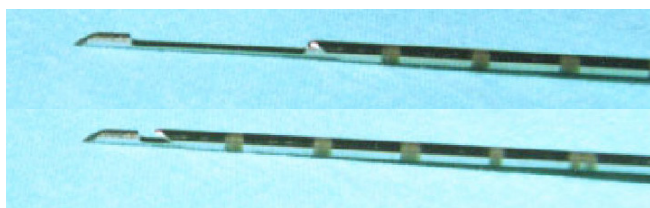
Dla zwiększenia czułości i swoistości badania już w latach 80. ubiegłego wieku w zespole prof. Debruyne'a opracowano komputerowy analizator obrazu USG. Po wykonaniu badania stercza uzyskane obrazy w przekroju poprzecznym analizowano przy pomocy specjalnego programu komputerowego. Na ekranie pojawiał się obraz stercza z wpisanym wynikiem w postaci czerwonej plamy, która oznaczała miejsce rozrostu nowotworowego. Komputerowy analizator obrazu USG w założeniu miał ułatwić lo-

Ryc. 13. A. Sonda transrektalna pozwalająca na jednoczesną obserwację w trakcie biopsji gruczołu krokowego w dwóch płaszczyznach w czasie rzeczywistym. B. Obraz uzyskany w trakcie biopsji. C. Schemat stercza i miejsc, z których pobierane są wycinki

kalizację zmian nowotworowych rozwijających się w obrębie stercza, szczególnie tych izoechogenicznych, a także zmniejszyć liczbę fałszywie ujemnych wyników biopsji, a więc zwiększyć jej celność. W praktyce jednak i czułość, i swoistość okazały się zbyt małe i pomysł nie doczekał się realizacji.

Do idei komputerowej analizy obrazu ultrasonograficznego powrócono na początku XXI wieku, opracowując system nazywany HistoScanning™. Wstępem do histoscanningu stercza było wykonanie badania transrektalnego stercza z opcją trójwymiarową. Budowa tkanki nowotworowej stercza jest specyficzna, m.in. ze względu na angiogenezę w obrębie nacieku. Jeśli w obrazie USG taka tkanka jest izoechogeniczna, to choć ludzkie oko nie wychwyci różnicy w architektonice między nią a zdrową tkanką, to zostają one odczytane przez komputer, który zaznacza rejony podejrzone kolorowymi plamkami. System jest obecnie w trakcie badań i prób klinicznych, trudno więc ocenić jego czułość i swoistość (ryc. 10)^(19,20).

Uwidocznieniu miejsc podejrzanych o ogniskowy rozrost nowotworowy pomaga badanie ultrasonograficzne z opcją dopplerowską. Metodą badania z wyboru jest



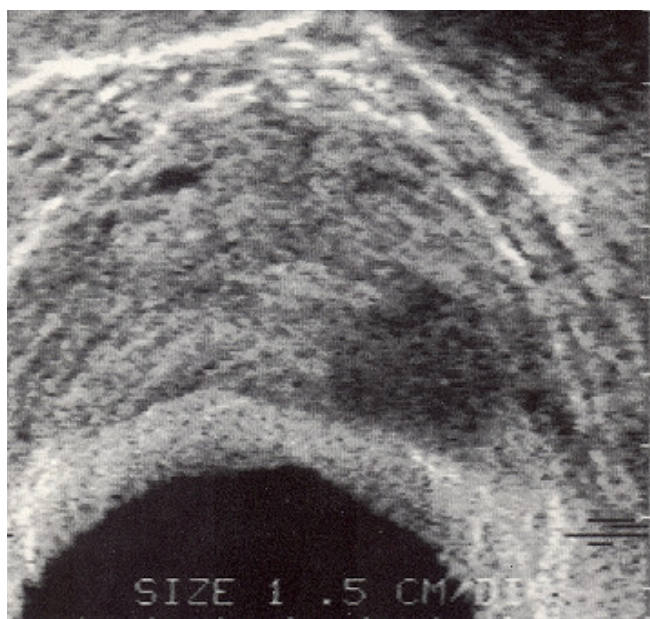
Ryc. 14. Igła „tru-cut” używana do biopsji stercza



Ryc. 15. Badanie transrektalne stercza. Zmiana obserwowana w lewym płacie nie przekracza torebki (T2)

doppler mocy – najczulsze badanie uwidaczniające przepływy w naczyniach krwionośnych. W obrębie tkanki nowotworowej stwierdza się niekontrolowany rozplem naczyń krwionośnych. To angiogeneza stanowi cechę charakterystyczną raka stercza. W badaniu USG z zastosowaniem dopplera mocy w obrębie nacieku nowotworowego stwierdza się zwiększenie ilości naczyń krwionośnych oraz ich kręty, nieuporządkowany przebieg (ryc. 11)⁽²¹⁾.

Uwidocznienie miejsc o zwiększonej spistości w stosunku do otoczenia umożliwia badanie elastograficzne.



Ryc. 16. Badanie transrektalne stercza. Hipoechogeniczny nacień w lewym płacie nie przekracza torebki (T2)

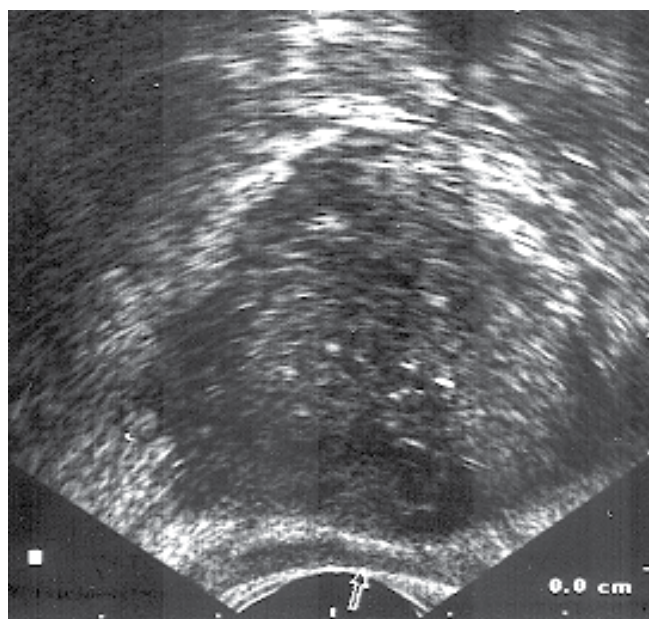
O ile aparat ultrasonograficzny daje możliwość wykonania tego badania, należy je bezwzględnie wykonać, pozwala ono bowiem na uwidocznienie obszarów o znacznie zwiększonej konsystencji, które w badaniu klasycznym mogłyby zostać niezauważone. Badanie to zwiększa czułość endorektalnej diagnostyki ultrasonograficznej stercza, co jest szczególnie ważne i przydatne przy lokalizacji ognisk nowotworowych w trakcie biopsji stercza (ryc. 12)⁽²²⁻²⁸⁾.

Do poprawy skuteczności rozpoznania ognisk nowotworowych stosuje się także dożylnie podanie ultrasonograficznego środka kontrastującego (np. SonoVue).

Biopsja gruczołu krokowego

Leczenia raka stercza nie należy rozpoczynać bez potwierdzenia histopatologicznego. Celem biopsji jest otrzymanie wartościowego materiału, na którego podstawie można uzyskać: rozpoznanie histopatologiczne, ocenę złośliwości G, ocenę stopnia zaburzeń cytoarchitektoniki według Gleasona oraz ocenę zaawansowania miejscowego T nowotworu.

Do biopsji kwalifikuje się: chorych ze zmianami stwierdzonymi w badaniu palcem przez odbytnicę (ogniskowe stwardnienia w obrębie miększu stercza, wyraźnie macane guzy, nacieki obejmujące jeden bądź oba płaty), chorych z podwyższonym stężeniem antygenu sterczowego (PSA) w surowicy krwi oraz chorych ze stwierdzonymi nieprawidłowościami w ultrasonografii przezodbytnicznej, szczególnie jeśli są to chorzy z grup podwyższonego ryzyka, np. z rodzin, u których stwierdzono rodzinne występowanie raka stercza⁽²⁹⁾.



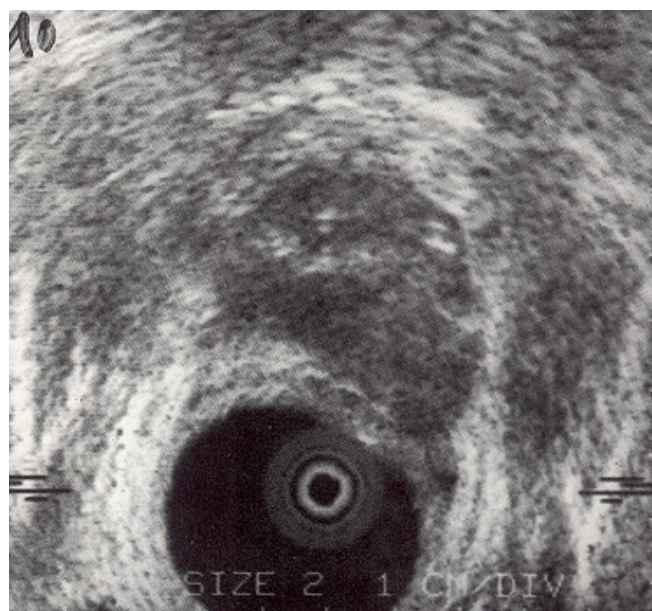
Ryc. 17. Badanie transrektalne stercza. Hipoechogeniczny nacień rozwijający się w obrębie strefy obwodowej wyraźnie przechodzi poza torebkę stercza (T3)

Pierwsze biopsje stercza wykonywano „pod kontrolą palca”. W przypadku stwierdzanych guzków w sterczu takie badanie dawało zwykle dobre efekty. Po upowszechnieniu się oznaczania stężenia PSA w surowicy krwi u znacznego procenta chorych kwalifikowanych do biopsji nie stwierdza się zmian w obrębie stercza w trakcie badania palcem przez odbytnicę. Ważne w tej sytuacji stało się, by biopsje wykonywane były z precyzyjnie wyznaczonych miejsc oraz żeby badania te były powtarzalne. Stało się to możliwe dzięki użyciu głowic endorektalnych. Przedstawiona na ryc. 14 głowica transrektalna umożliwia jednoczesną obserwację w czasie rzeczywistym stercza w trakcie biopsji w dwóch płaszczyznach: poprzecznej i podłużnej. Pozwala to na bardzo precyzyjne wyznaczenie miejsca pobrania wycinków (ryc. 13)⁽³⁰⁻³²⁾.

Dla dokładnej oceny histopatologicznej z oceną stopnia złośliwości G i oceną cytoarchitektoniki Gleasona konieczne jest wykonanie biopsji rdzeniowej. Materiał uzyskany w wyniku takiej biopsji jest materiałem histologicznym. Biopsję wykonuje się przy pomocy igły „tru-cut” z automatem do biopsji (ryc. 14).

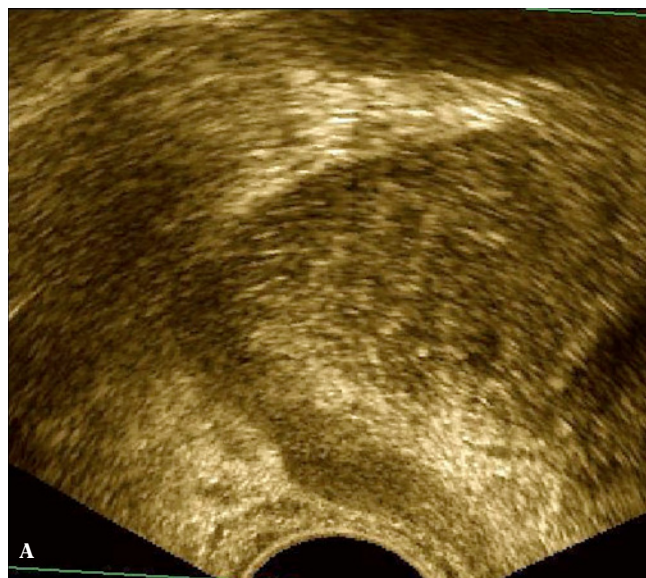
Zasadniczym miejscem rozwoju raka stercza jest strefa obwodowa. Z tej strefy należy pobierać wycinki w trakcie biopsji mappingowej – z okolicy przypodstawnej, części środkowej i okolicy wierzchołka. Liczba wycinków zależy od wielkości stercza oraz od tego, która to biopsja. Zwykle w trakcie pierwszej biopsji u chorego ze sterczem do 40 cm³ pobiera się 12 wycinków. Opublikowano nomogram, w którym liczba wycinków jest ściśle związana z wielkością stercza⁽³³⁾.

Biopsja stagingowa polega na pobraniu wycinków z pęcherzyków nasiennych, okolicy pęczków naczyniowo-

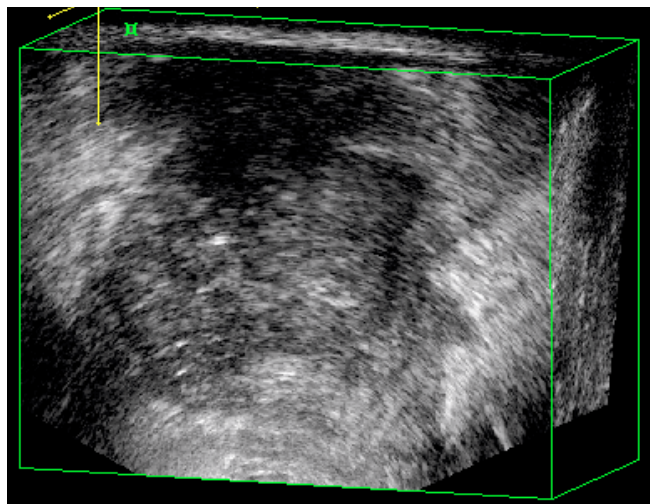


Ryc. 18. Badanie transrektalne stercza. Hipoechogeniczny naciek rozwijający się w obrębie strefy obwodowej wyraźnie przechodzi poza torebkę stercza i nacieka ścianę odbytnicy (T4)

-nerwowych, ze strefy przejściowej, z przestrzeni okołogruczolewej, ze ściany pęcherza moczowego. Wykonuje się ją w wypadku podejrzenia naciekania tych struktur. Rozsiew poza torebkę w 50% przypadków dokonuje się wzdłuż wiązki nerwowo-naczyniowej, w 23% wzdłuż przewodów wytryskowych, a w 21% w kierunku powięzi. Obszarami anatomicznej słabości są: okolica przewodów wytryskowych w kierunku pęcherzyków nasiennych, pole czworoboczne w okolicy ujścia gałązek pęczka naczyniowo-nerwowego, wierzchołek i podstawa stercza. Cechami naciekania torebki stercza są uniesienie torebki, jej nieostry zarys i przerwanie ciągłości. Pogrubienie pęczka naczyniowo-nerwowego i stwierdzenie słabego lub niewidocznego przepływu świadczy o naciekanii pęczka.



Ryc. 19. Badanie USG transrektalne w opcji 3D: **A.** strefa obwodowa po prawej stronie hipoechogeniczna; naciek wychodzi poza granice stercza; **B.** hipoechogeniczne pole po lewej stronie stercza odpowiada naciekowi nowotworowemu; ciągłość torebki przerwana



Ryc. 20. Badanie USG transrektalne w opcji 3D. Naciek nowotworowy nacieka odbytnicę (T4)

Natomiast cechami naciekania pęcherzyków nasiennych są: asymetria, powiększenie wymiaru przednio-tylnego powyżej 1,5 cm, ich lita struktura, zatarcie kąta pęcherzyk–podstawa stercza oraz przemieszczenie pęcherzyków nasiennych ku przodowi, tak że odległość od ściany odbytnicy jest większa niż 1 cm.

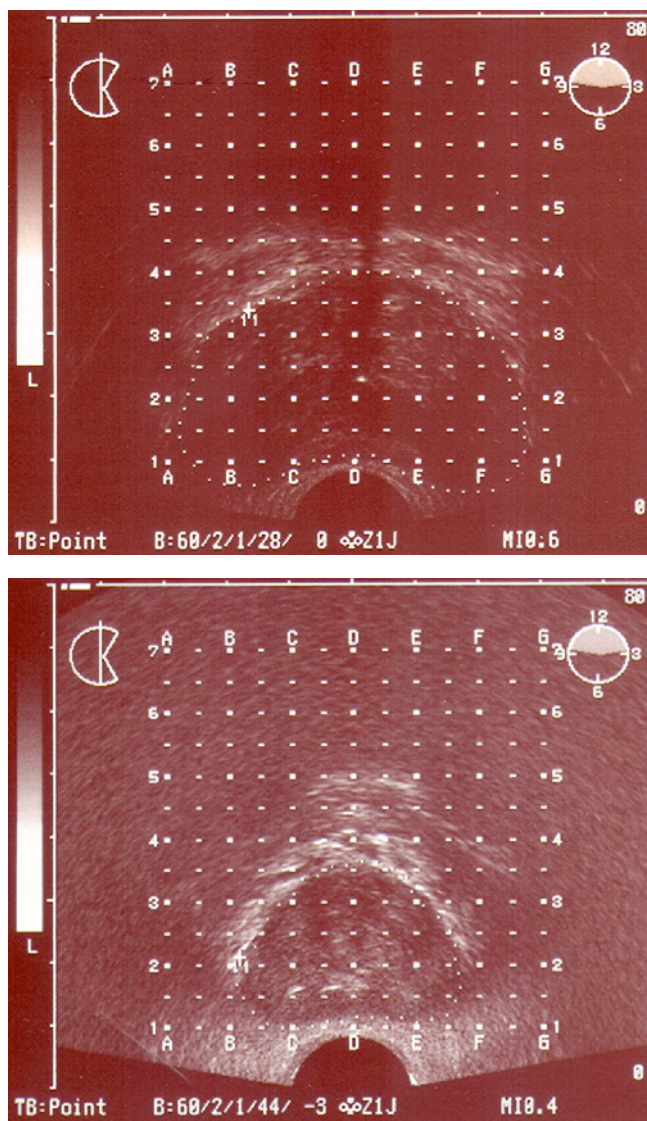
W ostatnim okresie upowszechniła się tzw. biopsja z fuzją. Związane jest to ze znacznym postępem jakości badań za pomocą rezonansu magnetycznego, jaki dokonał się w ostatnim czasie. Badania MR multiparametryczne z wykorzystaniem aparatu 3-teslowego pozwalają na dokładniejsze uwidocznienie struktury gruczołu krokowego – większą czułość i swoistość niż obrazy TRUS. Zbędna okazała się jednorazowa cewka doodbytnicza, która znacznie zawyżała koszt badania aparatem MR 1,5 T. W tej sytuacji opracowano oprogramowanie oraz skonstruowano specjalną przystawkę do biopsji pod kontrolą TRUS, z wykorzystaniem zdjęć wykonanych w trakcie badania MR. W pierwszym etapie na uprzednio wykonanych zdjęciach MR zaznacza się opisywane zmiany oraz kontur przekroju stercza. Następnie zaznaczone zmiany wpisywane są w kontur stercza uzyskany w trakcie aktualnie wykonywanego badania TRUS. Przy odpowiednim doświadczeniu (dokładność obrysów na obrazach MR) i cierpliwości metoda ta zwiększa liczbę wyników dodatnich uzyskiwanych w trakcie biopsji stercza⁽³⁴⁻³⁷⁾. Nowsze aparaty USG wyposażone są w oprogramowanie do automatycznej fuzji obrazów MR i TRUS w czasie rzeczywistym, co znacznie ułatwia pobieranie skrawków z podejrzanych zmian w prostatie.

Ocena stanu zaawansowania

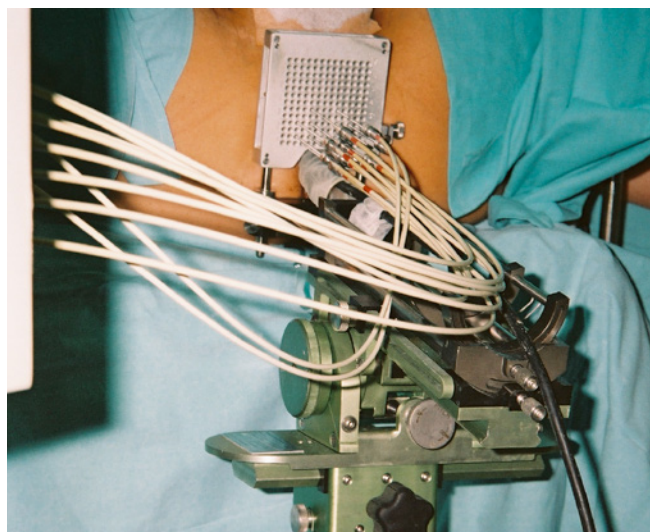
Ocena stanu miejscowego zaawansowania raka gruczołu krokowego w chwili rozpoznania ma decydujące znaczenie dla dalszego leczenia chorego. Do oceny stopnia zaawansowania raka stercza stosuje się system TNM, edycja 7, z 2010 roku.

W grupie raków ocenianych jako T1 znajdują się guzy klinicznie niejawne, niewyczuwalne w badaniach stercza palcem, niewidoczne w badaniach obrazowych. Nowotwory ograniczone do stercza zaliczane są do grupy T2, a przechodzące poza torebkę stercza do T3 (z uwzględnieniem mikroskopowego nacieku szyi pęcherza moczowego – T3a, pęcherzyków nasiennych – T3b). Guzy nieruchome lub naciekające tkanki inne niż pęcherzyki nasienne, np. zwieracz zewnętrzny cewki, odbytnica, mięśnie dźwigacze odbytu lub ściana miednicy, zaliczane są do grupy T4 (ryc. 15, 16, 17, 18).

Nowotwory nieprzechodzące poza torebkę (T1 i T2) kwalifikują się do leczenia radykalnego, aczkolwiek coraz więcej wykonuje się prostatektomii radykalnych, gdy stan zaawansowania nowotworu ocenia się przed zabiegiem na T3.



Ryc. 21. Badanie USG transrektalne. Widoczne poprzeczne przekroje gruczołu krokowego. Po obliczeniu objętości i konfiguracji stercza wyznaczane są miejsca wkłucia igieł z izotopem



Ryc. 22. Brachyterapia stercza (zdjęcie wykonane przez dr. A. Wronczewskiego w trakcie zabiegu brachyterapii). Płytkę z otworami na igły. Otworom odpowiadają punkty wyznaczone na obrazie monitora

Ocena miejscowego zaawansowania przed kwalifikacją do operacji jest bardzo ważna. Czułość i swoistość tej oceny poprawia ultrasonografia trójwymiarowa (USG 3D). Przewaga tego typu badania nad klasycznym badaniem ultrasonograficznym endorektalnym polega m.in. na możliwości obejrzenia podejrzanych obszarów w różnych, dowolnie wybranych przekrojach oraz na dwuetapowości badania. W badaniu USG 3D obecność chorego wymagana jest tylko w czasie akwizycji danych (pierwszy etap). Analiza obrazów, lokalizacja nacieku nowotworowego, ocena ciągłości torebki, ocena wielkości nacieku nowotworu poza torebkę odbywa się bez obecności chorego, przy komputerze. Można zatem więcej czasu poświęcić tej analizie, a co za tym idzie – może być ona dokładniejsza (ryc. 19, 20).

Badania ultrasonograficzne transrektalne wykonywane u chorych z rakiem stercza znalazły zastosowanie także w trakcie leczenia tego schorzenia, metodami brachyterapii i HIFU (*high intensity focused ultrasound* – skupiona wiązka fal ultradźwiękowych o dużym natężeniu).



Ryc. 24. Głowica zawierająca dwa przetworniki: 7,5 MHz – do wizualizacji stercza oraz 3 Hz – służący do generowania fali o wysokiej energii do niszczenia tkanek



Ryc. 23. Aparaty do wykonywania HIFU: A. starszy aparat Ablatherm; B. aparat nowszej generacji – Focal One

Brachyterapia

Brachyterapia polega na bezpośrednim napromienianiu tkanek poprzez implanty izotopu radioaktywnego umieszczone na stałe lub czasowo w gruczole krokowym. Pozwala to na dostarczenie bezpośrednio do tkanki stercza dawki 2–3 razy większej niż podczas klasycznego napromieniania z pól zewnętrznych. Metoda ta nie jest nowa. Kapsułki wprowadzane przez cewnik i umieszczone w cewce sterczowej były jednym z pierwszych zastosowań leczniczych promieniotwórczego radu, odkrytego w 1898 roku przez Marię Skłodowską-Curie. Brachyterapia długo była jednak bardzo niedoskonała i niosła ze sobą wiele powikłań. Dopiero udoskonalenie metod obrazowania stercza, skonstruowanie aparatów ultrasonograficznych działających w systemie czasu rzeczywistego z wykorzystaniem głowic transrektalnych, pozwoliło Holmowi w 1983 roku na wprowadzanie ziaren z jodem-125 do stercza w ściśle określone miejsca. W ostatnich latach metoda wprowadzania izotopu na stałe ustępuje metodzie wprowadzania izotopu na ściśle określony czas. Po wstępnym badaniu transrektalnym stercza z oceną wielkości i konfiguracji następuje wyliczenie dawki promieniowania, jaką ma otrzymać każdy punkt w obrębie gruczołu krokowego (ryc. 21)^(38,39).

Gruczoł krokowy zostaje nakłuty jednocześnie wieloma igłami w ściśle określonych miejscach wyznaczonych przez przewodnice, którym odpowiadają punkty w obrazie ultrasonograficznym. Przez poszczególne igły wprowadzane jest do tkanki stercza źródło promieniowania, czyli iryd-192, a czas jego przebywania zależy od dawki, jaką ma przyjąć tkanka stercza (ryc. 22)⁽²⁰⁾.

HIFU

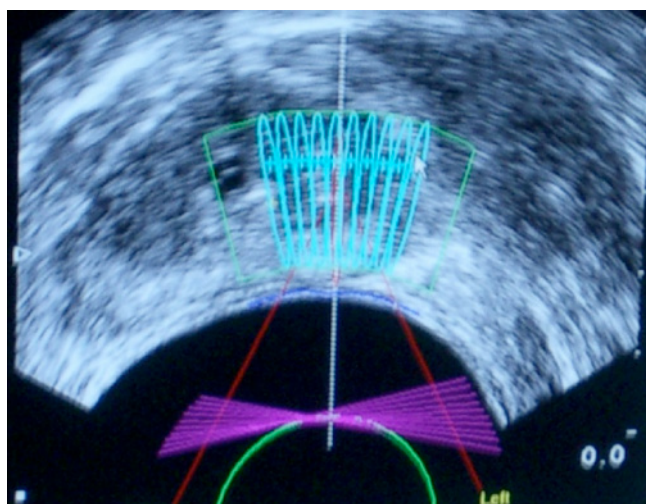
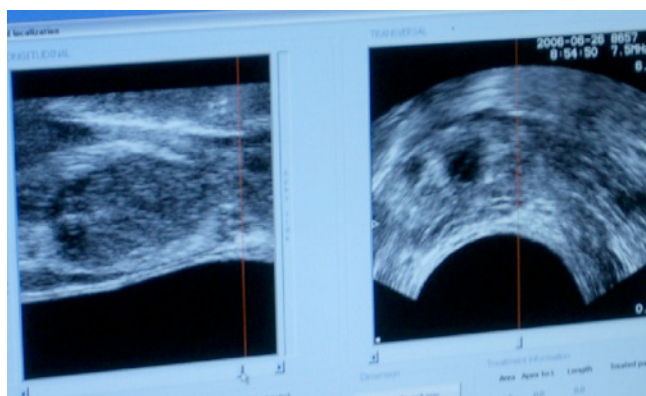
HIFU (*high intensity focused ultrasound*) to termiczna, przездobyttnicza ablacja ultradźwiękowa stercza – zabieg, który polega na niszczeniu tkanki za pomocą specjalnie skoncentrowanej fali ultradźwiękowej o wysokiej energii. Fala ultradźwiękowa przechodzi przez żywe tkanki bez ich uszkodzenia, jednak jeśli wiązka ultradźwięków o odpowiedniej energii zostanie skoncentrowana, wówczas energia w obrębie jej ogniska powoduje miejscowy wzrost temperatury o ponad 80–90°C w ciągu 2–3 sekund. Taki wzrost temperatury niszczy tkankę nowotworową. Między ogniskiem napromienianym a otaczającymi tkankami istnieje duży gradient temperatur. Efektem tego jest stwierdzana w badaniu histopatologicznym wyraźna linia demarkacyjna między zniszczoną zmianą nowotworową a prawidłowymi komórkami tkanek otaczających ognisko. Rozległość martwicy zależy od czasu trwania napromieniania. Zaczyna się w miejscu zogniskowania wiązki i postępuje w stronę głowicy. Tkanki na drodze wejścia i wyjścia fali nie są uszkodzane, dlatego zabiegi można powtarzać z małym ryzykiem uszkodzenia tkanek zdrowych. Dwie firmy oddzielnie skonstruowały aparaty do wykonywania zabiegów HIFU, które nieco się od siebie różnią. Są to starszy aparat Ablatherm, aparat nowszej generacji Focal One francuskiej firmy EDAP oraz aparat Sonoblate amerykańskiej firmy Focus Surgery Inc.^(40–43)

Pierwszy zabieg HIFU w Polsce wykonany został, za pomocą aparatu Ablatherm, 27 czerwca 2006 roku w Klinice Urologii Ogólnej, Onkologicznej i Dziecięcej Collegium Medicum w Bydgoszczy. Wskazaniem do zabiegu jest rak stercza T1–T2 N0 M0 u chorych, którzy ze względu na obciążenia ze strony układu krążenia nie kwalifikują się do prostatektomii radykalnej lub nie zgadzają się na ten zabieg operacyjny, oraz leczenie uzupełniające u chorych z miejscową wznową po operacji, radioterapii lub brachyterapii.

Aparaty Ablatherm i Focal One składają się z łóżka, generatora ultradźwięków, ultradźwiękowego systemu celowniczego, systemu pozycjonowania głowicy i systemu chłodzenia odbytnicy (ryc. 23).

Głowica zawiera dwa przetworniki: 7,5 MHz – służy do wizualizacji gruczołu krokowego i zlokalizowania miejsc, które mają zostać zniszczone, oraz 3 MHz – służy do generowania HIFU i niszczenia tkanek (ryc. 24).

Chory leży w trakcie zabiegu na boku, jest znieczulony ogólnie. Głowicę HIFU wprowadza się do odbytnicy i wykonuje liczne skany gruczołu krokowego. Następnie skany są analizowane na panelu kontrolnym, ustalone



Ryc. 25. Zabieg HIFU poprzedzony dokładnym „mapowaniem” gruczołu krokowego

zostają strefy leczenia i dane te – wprowadzone do komputera – są zapisywane. Idealnym gruczołem do leczenia jest stercz o objętości do 40 cm³. Jeśli stercz jest większy, w pierwszym etapie, przed zabiegiem HIFU, zaleca się elektroresekcję przezcewkową. System ma liczne zabezpieczenia, które sprawiają, że niszczona jest tkanka stercza w ściśle określonej strefie (ryc. 25). W aparacie

Focal One istnieje możliwość dokonania fuzji zdjęć wykonanych podczas badania rezonansu magnetycznego MRI z obrazami TRUS w czasie rzeczywistym. Możliwość fuzji ma zwiększyć dokładność niszczenia tkanki nowotworowej stercza. Zabieg trwa około 3 godzin. Ze względu na wtórny do efektów termicznych obrzęk wprowadza się do pęcherza cewnik Foleya lub wytwarza się przetokę nadłonową. Cewnik utrzymuje się średnio przez 2 tygodnie. Skuteczność leczenia sprawdza się zaraz po zakończeniu procedury poprzez podanie dożylny preparatu SonoVue i wykonanie badania USG stercza. Obszary zniszczone widoczne są w badaniu jako obszary nieme, wyraźnie odróżniające się od dobrze unaczynionego i dobrze widocznego otoczenia. Następnie, po 6–8 tygodniach, wykonuje się rezonans magnetyczny w celu potwierdzenia wielkości obszaru zniszczenia tkanki stercza.

Piśmiennictwo

1. Mc Neal JE: The zonal anatomy of the prostate. *Prostate* 1981; 2: 35–49.
2. Tyloch J: Ultrasonografia w diagnostyce i leczeniu chorób gruczołu krokowego. *Ultrasonografia* 2010; 10: 90–108.
3. Szopiński T, Sudoł-Szopińska I: Gruczoł krokowy. In: Sudoł-Szopińska I, Szopiński T (eds.): Diagnostyka ultrasonograficzna w urologii. Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa–Zamość 2007: 94–128.
4. Tyloch J: Badanie usg przezbrzusze gruczołu krokowego. In: Jakubowski W (ed.): Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego. Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa–Zamość 2008: 161–162.
5. Tyloch J: Badanie usg pęcherza moczowego. In: Jakubowski W (ed.): Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego. Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa–Zamość 2008: 159–160.
6. Tyloch J: Przydatność badania ultrasonograficznego do pomiaru pojemności pęcherza moczowego i oceny ilości zalegającego moczu – porównanie dokładności kilkunastu sposobów pomiaru. *Ultrasonografia* 2002; 2: 86–91.
7. Tyloch J: Własna metoda pomiaru pojemności pęcherza moczowego i oceny ilości zalegającego moczu. *Ultrasonografia* 2002; 2: 92–96.
8. Tyloch J: Ocena dokładności własnej metody pomiaru pojemności pęcherza moczowego i zalegania moczu u chorych z asymetrycznym, niekształtnym pęcherzem moczowym. *Ultrasonografia* 2002; 2: 97–100.
9. Tyloch J, Wolski Z, Szerstobitow B, Jakubowski W: Pomiary pojemności pęcherza moczowego i ocena objętości zalegającego moczu po mikcji za pomocą aparatu BladderScan™ BVI 6000. *Ultrasonografia* 2005; 21: 88–93.
10. Tyloch J, Wolski Z, Kobajło C: Evaluation of PINIT Echson Bladder Scanner use to measure the capacity of urinary bladder and evaluate the volume of urine retained following micturition. EAU 12th Central European Meeting (CEM), Dresden, Germany, 12–13 October 2012. *Eur Urol Suppl* 2012; 11: 117–118.
11. Tyloch J: Badanie usg gruczołu krokowego głowicą doodbytniczą. In: Jakubowski W (ed.): Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego. Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa–Zamość 2008: 163–165.
12. Watanabe H, Saitoh M, Mishina T, Igari D, Tanahashi Y, Harada K *et al.*: Mass screening program for prostatic diseases with transrectal USG. *J Urol* 1977; 117: 746–748.
13. Bożiłow W, Tyloch J, Tyloch F, Sawicki K, Góralczyk K, Wronczewski A *et al.*: Ultrasonograficzne badania wymiarów stercza. *Ultrasonografia Polska* 1995; 5: 9–19.
14. Tyloch F, Tyloch J: Porównanie dwóch sposobów ultrasonograficznego pomiaru wielkości gruczołu krokowego. Program 23. Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Urologicznego, Szczecin 14–16 września 1993. Streszczenie: *Urologia Polska*; 46 (Suppl. 47–48): 25.
15. Tyloch J: Diagnostyka usg chorób zapalnych nerek, pęcherza moczowego, stercza i moszny – punkt widzenia urologa. Część 3: Choroby zapalne gruczołu krokowego. *Ultrasonografia* 2009; 37: 90–95.
16. Tyloch J, Wolski Z, Drewa T: Three-dimensional ultrasonography (3D USG) administration in evaluation antibiotic distribution given intraprostatic injection during chronic prostatitis. EAU 3rd North Eastern European Meeting (NEEM), Szczecin 11–12 September 2009. *Eur Urol Suppl* 2009; 8: 588.
17. Tyloch J, Tyloch D, Wolski Z: Assessment of the distribution of intraprostatic antibiotic injections in chronic prostatitis using three-dimensional ultrasound (3D TRUS) – nine years' experience. 4th Meeting of the EAU Section of Urological Imaging (ESUI), Barcelona, 12–15 November 2015. *Eur Urol Suppl* 2015; 14: 227.
18. Marko J, Gould CF, Bonavia GH, Wolfman DJ: State-of-the-art imaging of prostate cancer. *Urol Oncol* 2016; 34: 134–146.
19. Kuru TH, Fütterer JJ, Schiffmann J, Porres D, Salomon G, Rastinehad AR: Transrectal ultrasound (US), contrast-enhanced US, real-time elastography, HistoScanning, magnetic resonance imaging (MRI), and MRI-US fusion biopsy in the diagnosis of prostate cancer. *Eur Urol Focus* 2015; 1: 117–126.
20. Simmons LAM, Ahmed HU, Moore CM, Punwani S, Freeman A, Hu Y *et al.*: The picture study – prostate imaging (multi-parametric MRI and prostate HistoScanning™) compared to transperineal ultrasound guided biopsy for significant prostate cancer risk evaluation. *Contemp Clin Trials* 2014, 37: 69–83.
21. Nelson ED, Slotoroff CB, Gomella LG, Halpern E: Targeted biopsy of the prostate: the impact of color Doppler imaging and elastography on prostate cancer detection and Gleason score. *Urology* 2007; 70: 1136–1140.
22. Szopiński T, Nowicki A, Ząbura F, Gołąbek T, Chłosta P: Nowe trendy w obrazowaniu raka stercza metodą ultrasonografii przezodbytniczej. *J Ultrason* 2014; 14: 306–319.
23. Schiffmann J, Grindei M, Tian Z, Yassin D-J, Steinwender T, Leyh-Bannurah S-R: Limitations of elastography based prostate biopsy. *J Urol* 2016; 195: 1731–1736.
24. Woo S, Kim SY, Lee MS, Cho JY, Kim SH: Shear wave elastography assessment in prostate: an intraobserver reproducibility study. *Clin Imaging* 2015; 39: 484–487.
25. Koh J, Jung DC, Oh YT, Yoo MG, Noh S, Han KH *et al.*: Additional targeted biopsy in clinically suspected prostate cancer: prospective randomized comparison between contrast-enhanced ultrasound and sonoelastography guidance. *Ultrasound Med Biol* 2015; 41: 2836–2841.
26. Zhang B, Ma X, Zhan W, Zhu F, Li M, Huang J *et al.*: Real-time elastography in the diagnosis of patients suspected of having prostate cancer: a meta-analysis. *Ultrasound Med Biol* 2014; 40: 1400–1407.
27. Barr RG: Elastography in clinical practice. *Radiol Clin North Am* 2014; 52: 1145–1162.

Podsumowanie

Postępy ultrasonografii, jakie dokonały się w ciągu ostatnich 20 lat, całkowicie zmieniły diagnostykę gruczołu krokowego. Ultrasonografia przydatna jest na każdym etapie stawiania rozpoznania, oceny stanu zaawansowania i planowania leczenia. Jest także przydatna w trakcie leczenia jako metoda obrazowa, dzięki której można zlokalizować i zniszczyć chore tkanki. Postęp technologiczny daje nadzieję na dalsze doskonalenie badań ultrasonograficznych.

Konflikt interesów

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

28. Correas JM, Tissier AM, Khairoune A, Khoury G, Eiss D, Helenon O: Ultrasound elastography of the prostate: state of the art. *Diagn Interv Imaging* 2013; 94: 551–560.
29. Senkus-Konefka E, Antoniewicz A, Borkowski A, Borówka A, Demkow T, Dobruch J *et al.*: Zalecenia dotyczące postępowania w raku gruczołu krokowego – konferencja okrągłego stołu. *Onkologia w Praktyce Klinicznej* 2007; 3: 103–119.
30. Antoniewicz A (ed.): *Biopsja stercza. Urologia Praktyczna. Komitet Edukacji Polskiego Towarzystwa Urologicznego* 2002.
31. DiBianco JM, Mullins JK, Allaway M: Ultrasound guided, freehand transperineal prostate biopsy: an alternative to the transrectal approach. *Urology Practice* 2016; 3: 134–140.
32. Tyloch J: Ultrasonografia zabiegowa w urologii. In: Jakubowski W (ed.): *Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego. Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa–Zamość* 2008: 171–173.
33. Szempliński S, Modzelewska E, Dzik T, Dobruch J, Borówka A: Gęstość wielomiejscowej biopsji mappingowej stercza wykonywanej pod kontrolą ultrasonografii przezodbytniczej u mężczyzn, u których podejrzewa się raka jedynie na podstawie podwyższenia stężenia swoistego antygenu sterczowego w surowicy. *Przegląd Urologiczny* 2010; 62: 48–51.
34. Hansen N, Patruno G, Wadhwa K, Gaziev G, Miano R, Barrett T *et al.*: Magnetic resonance and ultrasound image fusion supported transperineal prostate biopsy using the ginsburg protocol: technique, learning points and biopsy results. *Eur Urol* 2016; 70: 332–340.
35. Ghai S, Eure G, Fradet V, Hyndman ME, McGrath T, Wodlingert B *et al.*: Assessing cancer risk on novel 29 MHz micro-ultrasound images of the prostate: creation of the micro-ultrasound protocol for prostate risk identification. *J Urol* 2016; 196: 562–569.
36. Han M, Chang D, Kim C, Lee BJ, Zuo Y, Kim H-J *et al.*: Geometric evaluation of systematic transrectal ultrasound guided prostate biopsy. *J Urol* 2012; 188: 2404–2409.
37. Scattoni V, Zlotta A, Montironi R, Schulman C, Rigatti P, Montorsi F: Extended and saturation prostatic biopsy in the diagnosis and characterisation of prostate cancer: a critical analysis of the literature. *Eur Urol* 2007; 52: 1309–1322.
38. Yan P, Cheeseborough JC 3rd, Chao KSC: Automatic shape-based level set segmentation for needle tracking in 3-D TRUS-guided prostate brachytherapy. *Ultrasound Med Biol* 2012; 38: 1626–1636.
39. Wolski Z: Brachyterapia raka gruczołu krokowego. *Przegląd Urologiczny* 2002; 6: 26–33.
40. Rouviere O, Souchon R, Salomir R, Gelet A, Chapelon JY, Lyonnet D: Transrectal high-intensity focused ultrasound ablation of prostate cancer: Effective treatment requiring accurate imaging. *Eur J Radiol* 2007; 63: 317–327.
41. Asimakopoulos AD, Miano R, Virgili G, Vespasiani G, Agro EF: HIFU as salvage first-line treatment for palpable, TRUS-evidenced, biopsy-proven locally recurrent prostate cancer after radical prostatectomy: a pilot study. *Urol Oncol* 2012; 30: 577–583.
42. Wolski Z, Roźnowski K: Termiczna przezodbytnicza ablacja ultradźwiękowa stercza (HIFU) – pierwsze zabiegi w Polsce. *Przegląd Urologiczny* 2006; 6: 7.
43. Tyloch J, Roźnowski K, Tyloch D, Gelet A, Wolski Z: Innovative technique of transrectal, high-intensity focused ultrasound ablation of prostate gland using „Focal One” device in patients with organ confined prostate cancer. *EAU 14th Central European Meeting, Kraków, 10–12 October 2014. Eur Urol Suppl* 2014; 13: 1308.