

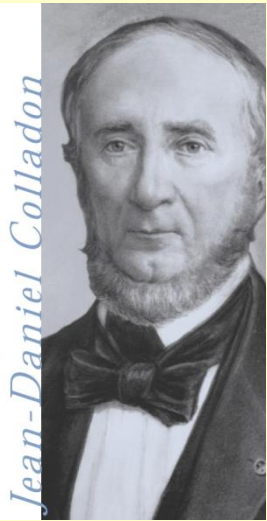
# ULTRASONOGRAFIA

A medical professional in a white lab coat is performing an ultrasound examination on a patient lying on a table. The professional is holding a probe against the patient's abdomen and looking at a monitor displaying the ultrasound image. The scene is dimly lit, with a blue glow from the monitor and the patient's clothing.

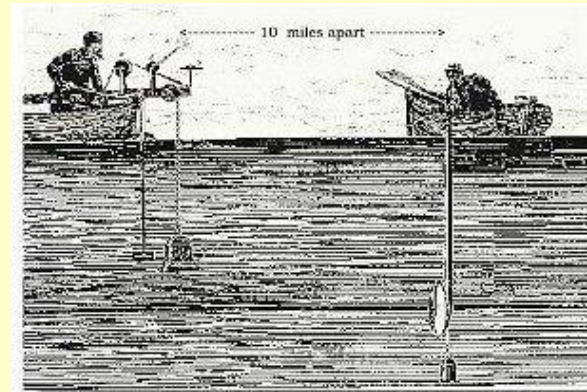
JOANNA GRABSKA -CHRZĄSTOWSKA

# HISTORIA

a wszystko zaczęło się od **Pitagorasa ...**

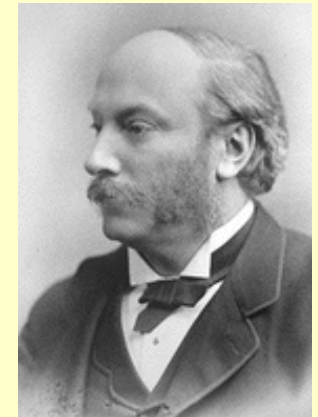


**1822** - Daniel Colladen, fizyk szwajcarski, "podwodnym dzwonem" zbadał prędkość dźwięku w wodach jeziora Genewa. W czasach tych rozpoczęto również pierwsze próby określania map dna oceanu w oparciu o proste metody echa dźwiękowego.



**1877** - Lord Rayleigh opublikował w Anglii rozprawę naukową "Teoria dźwięku" w której opisał podstawy fizyczne rozchodzenia się fal dźwiękowych.

John William Strutt, 3rd Baron Rayleigh



**1880** – Bracia: Pierre i Jacques Curie odkryli efekt piezoelektryczny w kryształach kwarcu i tytanianu baru. Były to podwaliny do generowania i odbierania fal ultradźwiękowych o częstotliwościach w MHz.

# HISTORIA

**1914-1918** - początek rozwoju ultradźwiękowych urządzeń do nawigacji, pomiaru głębokości i odległości w wodzie - używanych przede wszystkim na łodziach podwodnych.

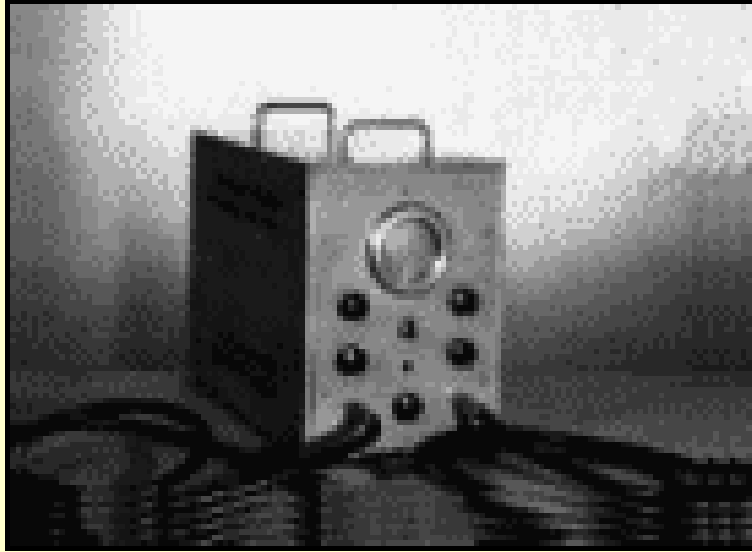
**1918** – **Paul Langevin** w czasie I wojny św. zbudował, opierając się na teorii piezoelektrycznej Piotra Curie, piezoelektryczny generator ultradźwiękowy (**hydrolokator** aktywny) do namierzania łodzi podwodnych.



**REFLEKTOSKOP**

Hydrolokator aktywny, urządzenie podobne do echosondy, wysyła specjalną wiązkę ultradźwięków, która następnie odbita od przeszkody wraca do urządzenia. Na podstawie jej charakterystyki (szybkość poruszania się w wodzie) można z dużą dozą dokładności określić napotkany przez nią obiekt.

# HISTORIA

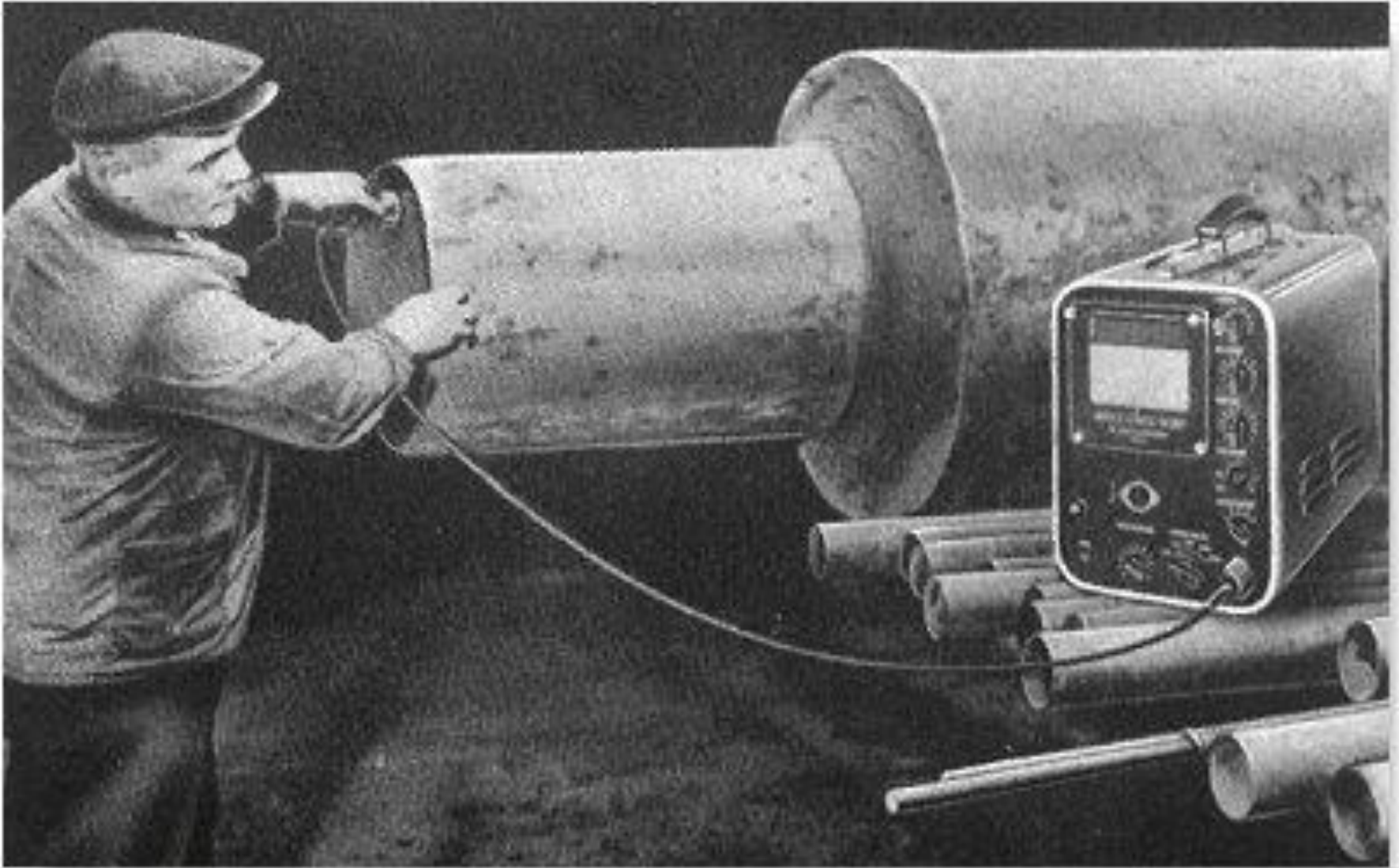


**1928** - **S. Sokołow** w Instytucie Elektrotechnicznym w Leningradzie opracował koncepcję ultradźwiękowego wykrywania wad w metalach i stopach odlewniczych (bardzo słabe efekty, bez praktycznego zastosowania)

**1941** - **F. Firestone** z Uniwersytetu Michigan opracował urządzenie pod nazwą "supersonic reflektoscope" do wykrywania wad w metalach. W następnych latach nastąpił znaczny rozwój ultradźwiękowych metod badań materiałów głównie za sprawą firm **SIEMENS** w Niemczech i **KRETZ TECHNIK** z Austrii.



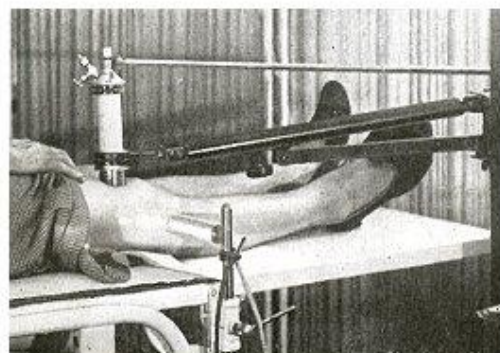
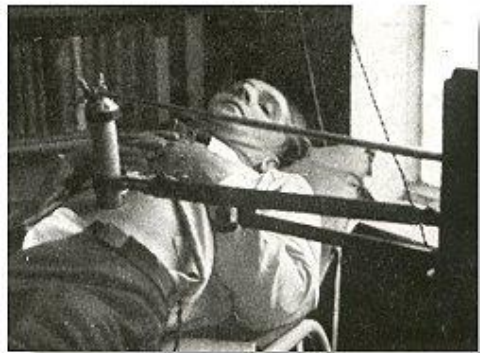
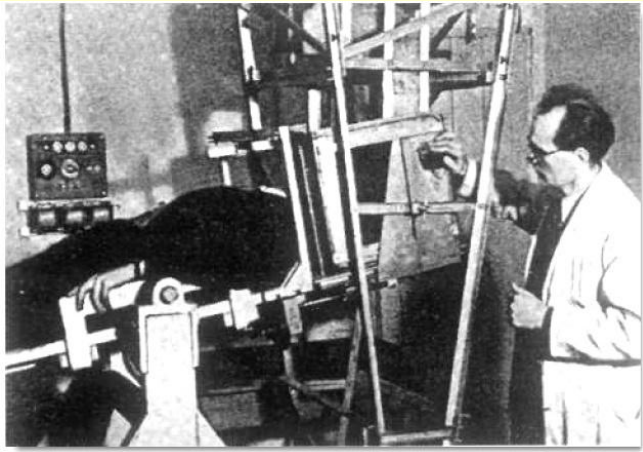
# NDT – NOT DEMAMAGE TESTING



**Pierwsze badania rur aparaturą Krautkrämera ( lata 50-te)  
BADANIA NIENISZCZĄCE (NIEINWAZYJNE)**

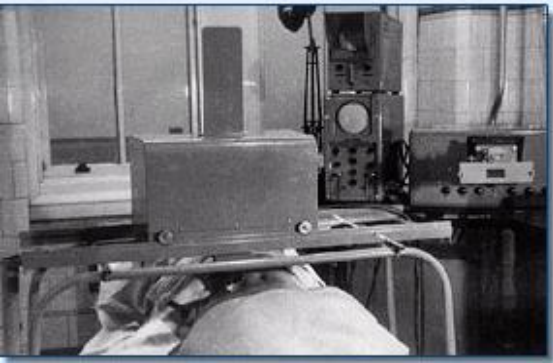
# HISTORIA W MEDYCYNIE

**1946** - Karl T. Dussik neurolog-psychiatra z Uniwersytetu Wiedeńskiego po raz pierwszy użył reflektoskopu do wykrywania guzów mózgu. Badania te nie zakończyły się jednoznacznym sukcesem z powodów technicznych, natomiast stały się inspiracją do poszukiwań innych zastosowań reflektoskopu w diagnostyce medycznej.

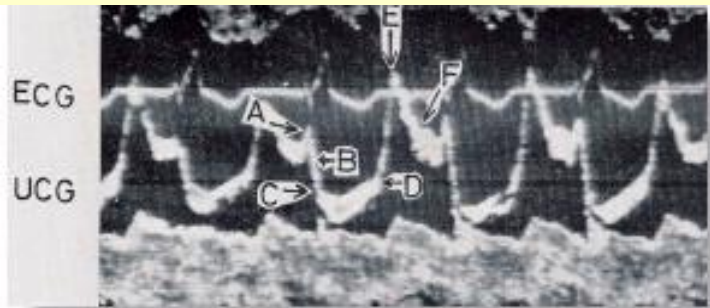


**1948-50** - w wielu ośrodkach medycznych w USA i w Europie prowadzono eksperymenty i badania na tkankach zwierzęcych i wybranych narządach ludzi.

# HISTORIA W MEDYCYNIE

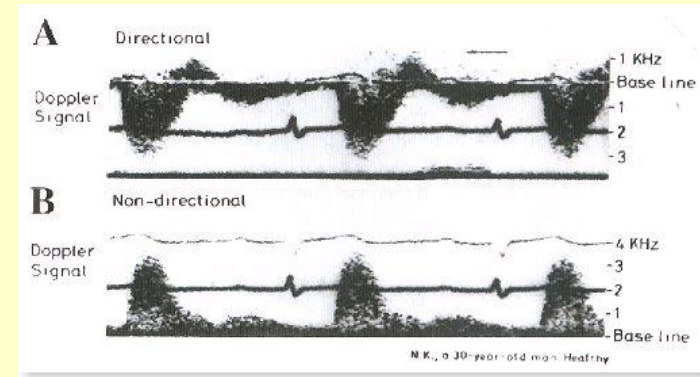


**1951** - powstał pierwszy skaner obrazujący badane organy tzw. prezentacji dwuwymiarowej z modulacją jasności tzw. B-mode. Zaczęto badać guzy sutków, kamienie w pęcherzykach żółciowych i nerkach, guzy mózgu, i oczywiście rozpoczęła się diagnostyka USG w położnictwie.



**1954** - szwedzi I. Edler i H. Hertz zbudowali pierwszy kardiologiczny skaner ultradźwiękowy pracujący w trybie M-mode, umożliwiający zobrazowanie ruchu zastawek serca.

**1955** - japończycy S. Satomura i Y. Nimura przeprowadzili pierwszą analizę ruchu zastawek serca z wykorzystaniem efektu Dopplera.



# HISTORIA W MEDYCYNIE



*William F. Hughes*

**1956** - Mundt i Huges opublikowali pierwsze doniesienia dotyczące ultradźwiękowych badań gałki ocznej w prezentacji A,

a dwa lata później Baum i Greenwood w prezentacji B.



**Second generation" B-mode scanner for the eye used by Gilbert Baum, MD. Ultrasonic coupling was provided by a water bath and goggles. This scanner detected tumors, cysts, and other lesions in the back of the eye.**

Lata sześćdziesiąte - był to prawdziwy boom techniki ultrasonograficznej Powstało wiele firm produkujących ultrasonografy w Europie, USA, Japonii i Australii.

**1964** - W. Buschmann z Berlina Wschodniego po raz pierwszy opisał wieloelementową głowicę ultradźwiękową (multi-element electronic array) w zastosowaniach oftalmologicznych.



# HISTORIA W MEDYCYNIE

**1965** - firma Siemens Medical Systems wyprodukowała pierwszy ultrasonograf czasu rzeczywistego pod nazwą VIDOSON.



Richard Soldner

w projekcie uczestniczyli  
**Walter Krause i Richard Soldner**  
(z J. Paetzold i and Otto Kresse)



**VIDOSON**

**1971** - Professor Nicolaas (Klass) Bom zaprojektował wieloelementową głowicę elektroniczną.



Bom's prototype 2.25 MHz linear array probe

# HISTORIA W MEDYCYNIE

Lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte to lawinowy rozwój coraz powszechniej stosowanej diagnostyki ultrasonograficznej związany m. in. z gwałtownym rozwojem elektroniki. Pojawiły się pierwsze ultrasonografy z głowicami liniowymi, konweksowymi, rozwinęła się dziedzina diagnostyki endowaginalnej i endorektalnej.

# HISTORIA W MEDYCYNIE



Pierwszy dostępny komercyjnie ultradźwiękowy skaner z liniową głowicą elektro-niczną działającą w czasie rzeczywistym.

Firma Aloka, 1976  
(Japonia)

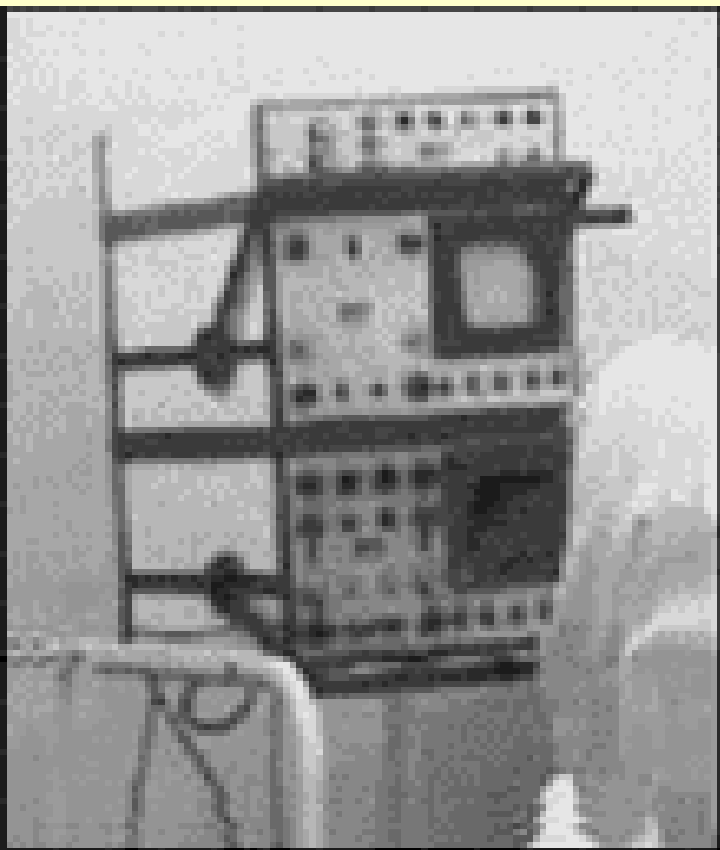
W tym samym roku na rynek wszedł aparat firmy Toshiba® SSL-35H.



# HISTORIA W MEDYCYNIE

Dzięki zastosowaniu nowoczesnych układów elektronicznych stała się możliwa wyrafinowana obróbka sygnałów ultradźwiękowych - co znacznie podniosło jakość obrazowania. Na przełomie lat 70 i 80 rozwinięto też podstawy matematyczne obróbki sygnałów dopplerowskich co umożliwiło powstanie ultrasonografów ze obrazowaniem przepływów (FFT i Color Doppler).

# USG – HISTORIA W POLSCE



**1977** - powstał pierwszy ultrasonograf (z ramieniem pantograficznym) - USG-10,

następne modele nosiły oznaczenia USG-30 -40 i USG-50.



**pierwszy polski ultrasonograf czasu rzeczywistego skomputeryzowany ( z głowicą obrotową)**

# USG – HISTORIA W POLSCE

**1978** - powstał - UDT-10 - ultradźwiękowy detektor tętna płodu, w wersji miniaturowej MDT-10, następne modele były oznaczone jako UDT-20 i MDT-20

**1979** - powstał USO-10 - ultrasonograf okulistyczny, jego następcą USO-20 w 1983

**1982** - powstał UKG-20 - ultrasonograf do diagnostyki kardiologicznej

**1984** - powstał USK-40 - ultrasonograf kardiologiczny czasu rzeczywistego (z głowicą sektorową)

**1984** - powstał USG-P-30 - pierwszy polski ultrasonograf skomputeryzowany (z pantografem)

**1984** - powstał UDP-30/UDP-30TES - dopplerowski skaner ultradźwiękowy do zobrazowania przepływów (profil prędkości) w naczyniach obwodowych.

**1985** - powstał USG-40 - ultrasonograf czasu rzeczywistego (z głowicą obrotową).

**1986** - powstał USG-50 - pierwszy polski ultrasonograf czasu rzeczywistego skomputeryzowany (z głowicą obrotową).

**1989**- powstał USG-55 zminiaturyzowana - przenośna wersja USG-50 (z głowicą obrotową)

**1991** - powstał USG-60 kompaktowy ultrasonograf z głowicą sektorową (przejęty do produkcji przez Elpol-Teson).

# USG – OBECNIE (w firmie ECHOSON)

**1999** - opracowanie pierwszego w Polsce ultrasonografu z kolorowym zobrazowaniem przepływów tzw. Color Doppler i Power Doppler - ONYX II.

**2000** - szerokopasmowe głowice elektroniczne, 128 - kanałów , ONYX II

**2001** - DIGITAL DOPPLER , całkowicie cyfrowy tor dopplerowski ONYX II

**2001** - wprowadzenie na rynek ultrasonografu weterynaryjnego z głowicą liniową DESMIN vet

**2002** - wprowadzenie na rynek specjalistycznych ultrasonografów Mikroskan

**2003** - modernizacja rodziny ultrasonografów DESMIN. Rozszerzenie oferty o głowice elektroniczne

**2003** - wprowadzenie do produkcji przenośnego ultrasonografu EPIDOT z ekranem ciekłokrystalicznym LCD

**2004** - wprowadzenie do sprzedaży nowej generacji ultrasonografów okulistycznych DESMIN F / USO , DESMIN H USO, EPIDOT USO z głowicami 12MHz

**2004** - Wprowadzenie do sprzedaży nowej wersji mikrosonografu DESMIN MS



DESMIN F

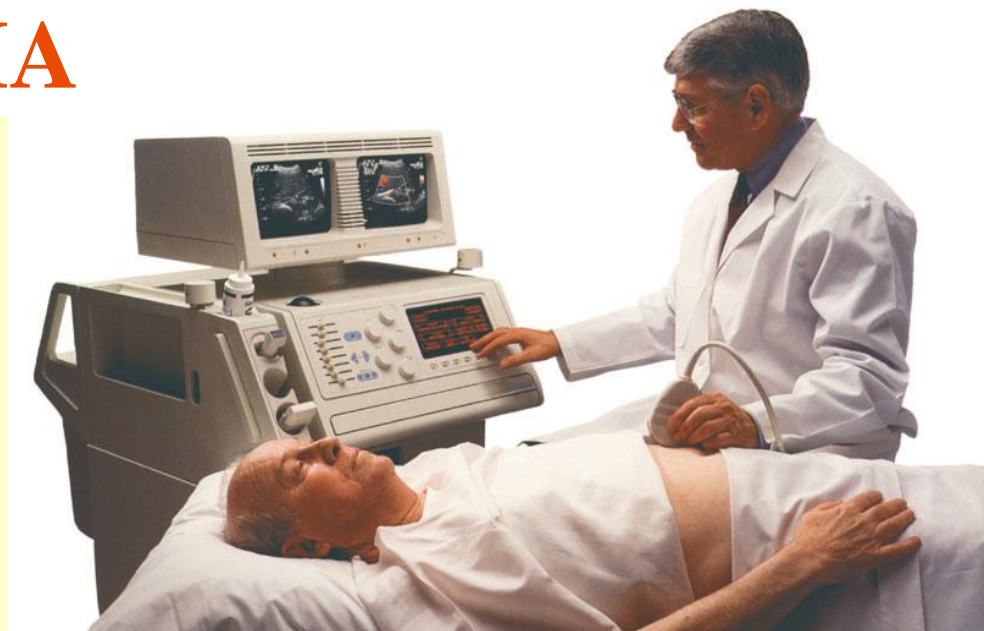
# ULTRASONOGRAFIA

Ultrasonografia jest metodą obrazowania narządów wewnętrznych przy pomocy fal akustycznych - ultradźwiękowych.

Badanie przeprowadza się przy pomocy specjalnej aparatury,

która wykorzystuje zjawiska ultradźwiękowe – wysłane do wnętrza organizmu fale ultradźwiękowe odbijają się od badanych tkanek.

Wykorzystanie zjawiska odbicia fali ultradźwiękowej na granicy ośrodków o różnych gęstościach pozwala na ocenę wielkości, kształtu i struktury narządów wewnętrznych, a w szczególności różnicowanie zmian o charakterze litym od zmian o charakterze płynowym.





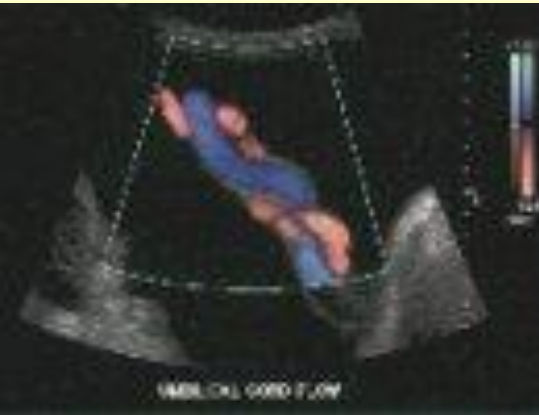
# ULTRASONOGRAFIA

Do obrazowania wykorzystywana jest część odbita fali w postaci tzw. powracającego echa, które analizowane jest pod kątem położenia (czasu powrotu) i intensywności.



Po komputerowym przetworzeniu danych na ekranie widoczne są punkty odpowiadające umiejscowieniu odbicia fali. Intensywności echa przyporządkowane są odpowiednim odcieniom ze skali szarości od tonu najciemniejszego (czarnego) dla braku lub bardzo małej intensywności echa, do białego przy bardzo dużym jego natężeniu.

# CZY BADANIE USG NIE JEST SZKODLIWE?



Pępowina

Z uwagi na niewielką energię dawkę wiązki ultradźwiękowej stosowanej w nowoczesnych aparatach, badanie USG nie wywiera szkodliwego wpływu na ustrój człowieka. Należy podkreślić, że aparat wysyła wiązkę ultradźwięków tylko przez około 1/100 czasu jej odbierania. Ponadto dużą część badania wykonuje się na zatrzymanym obrazie, kiedy sonda nie wysyła ultradźwięków. Po ponad 30 latach wykonywania USG nie udowodniono do tej pory szkodliwości tego badania w ciąży, nawet w pierwszych tygodniach po zatrzymaniu miesiączki. Z drugiej strony korzyści, które przynosi USG, np. potwierdzenie istnienia żywej ciąży lub braku szeregu wad rozwojowych płodu znacznie przekraczają teoretyczne ryzyko.

# BADANIE „DOPPLEREM”



Naczynia  
kończyny dolnej

Badanie dopplerowskie pozwala na ocenę przepływu krwi w dużych tętnicach i żyłach wykorzystując zmiany długości fal ultradźwiękowych odbitych od poruszających się krwinek. Poszukuje się w tych naczyniach między innymi obecności zwężeń spowodowanych skrzeplinami lub innych procesów chorobowych. W położnictwie ocena przepływu krwi w tętnicy pępowinowej jest wykorzystywana w przewidywaniu niektórych powikłań zagrażających prawidłowemu rozwojowi ciąży.

# „KOLOROWY DOPPLER”



nerka w badaniu  
"power angio  
DOPPLER”

USG z kolorowym Dopplerem umożliwia precyzyjną lokalizację nawet małych naczyń zaopatrujących poszczególne struktury. Zmiany nasycenia kolorem odpowiadają różnym szybkościom lub energii przepływu krwi pokazując naczynia o nieprawidłowej budowie ściany. Dla przykładu, zmiany parametrów przepływu krwi w żyłę wrotnej wraz z jej rozgałęzieniami, w żyłach wątrobowych i w tętnicy wątrobowej pozwalają na bardzo wczesne rozpoznanie szeregu zmian w mięszu wątroby. Kolorowy Doppler pomaga w ocenie niektórych szybko rosnących guzów, w tym nowotworów złośliwych. W różnych powikłaniach ciąży ważną rolę ogrywa ocena przepływu krwi w małych, niewykrywalnych zwykłym USG naczyniach płodu.

# WŁASNOŚCI ULTRADŹWIĘKÓW

W diagnostyce: 1 do 10 MHz

- fale mechaniczne: wymagają elastycznego ośrodka do rozprzestrzeniania się
  - w wodzie i tkankach miękkich przeważają fale podłużne
  - w tkankach twardych (np. w kości pojawiają się również, ale poprzeczne)
- w zastosowaniach diagnostycznych prędkość rozchodzenia się zasadniczo stała, średnio ok. 1540 m/s
  - (np. wątroba 1550, krew 1570, śledziona 1578, mięśnie wzdłuż włókien 1592, w poprzek 1610)
- oporność akustyczna ośrodka (powietrze 0.0004, woda 1.48, kości czaszki  $48 \times 10^{-6}$  [kg/m<sup>2</sup>s])

# PRĘDKOŚCI ROZCHODZENIA SIĘ FAL ULTRADŹWIĘKOWYCH

| <b>ośrodek</b>    | <b>prędkość [m/s]</b> |
|-------------------|-----------------------|
| powietrze         | 340                   |
| krew              | 1570                  |
| kość              | 2500 – 4700           |
| tkanka tłuszczowa | 1450                  |
| mózg              | 1540                  |
| wątroba           | 1550                  |
| nerki             | 1560                  |
| śledziona         | 1578                  |
| woda destylowana  | 1530                  |

# ODDZIAŁYWANIE Z TKANKAMI

## 1. Odbicie

W prostym przypadku (dla fali padającej prostopadle do granicy dwóch ośrodków) część odbita od granicy dwóch ośrodków to:

$$R = \frac{I_r}{I_0} = \frac{(z_1 - z_2)^2}{(z_1 + z_2)^2} \quad \text{gdzie: } z_1, z_2 - \text{oporności akustyczne ośrodków}$$

### • **Konsekwencje:**

- konieczność używania żeli
- jelita i płuca uniemożliwiają obserwacje tkanek znajdujących się za nimi
- podobnie „cień akustyczny” za tkanką kostną

### **Szczególne przypadki:**

- Całkowite wewnętrzne odbicie (R zmienia się wraz ze zmianą kąta padania)
- Załamanie

# ODDZIAŁYWANIE Z TKANKAMI

## 2. Rozproszenie (opór akustyczny), absorpcja, tłumienie

- zachodzi, gdy przeszkoda mniejsza od długości fali
- występuje często w badaniach; wiele tkanek stanowi „matryce” ośrodków rozpraszających
- istotne z diagnostycznego punktu widzenia: tkanki patologiczne mają inny charakter rozproszenia (opór akustyczny jest w znacznej mierze zdeterminowany kolagenem)
- Duże w tkankach (energia fali jest przekształcana w ciepło)
- Pojęcie grubości (warstwy) połówkowej: grubość tkanki powodująca spadek natężenia wiązki o połowę (-3dB)
- Rośnie wraz ze wzrostem częstotliwości



# WYTWARZANIE ULTRADŹWIĘKÓW

## Wykorzystanie zjawiska piezoelektrycznego

- zjawisko piezoelektryczne:

wytwarzanie potencjału elektrycznego przy mechanicznym oddziaływaniu na kryształ

- odwrotne zjawisko piezoelektryczne:

bezpośrednie przekształcenie potencjału elektrycznego w drgania mechaniczne

# WYTWARZANIE ULTRADŹWIĘKÓW

## piezoelektryki:

materiały krystaliczne:                      kwarc (klasyczny),

wypierany przez syntetyki:

   tytanian baru, cyrkonian ołowiu, tytanian ołowiu.

## Przetworniki:

- dysk z materiału piezoelektrycznego o średnicy 1-2 cm (lub wiele elementów)
- rolę elektrod pełnią metalizowane powierzchnie piezoelektryka
- odgrywa jednocześnie rolę nadajnika i odbiornika
- grubość równa połowie długości fali w tym materiale (piezoelektryku) przy częstotliwości, w której zaplanowano prace urządzenia □ rezonans (największe zmiany grubości przetwornika)
- za przetwornikiem: gruba warstwa materiału tłumiącego: umożliwia emitowanie bardzo krótkich impulsów, co polepsza zdolność rozdzielczą osiową całego systemu
- przed przetwornikiem: warstwa dopasowująca (umożliwia dopasowanie i przekazanie fali do ciała pacjenta).

# OGNISKOWANIE WIĄZKI

## Stosuje się w celu:

- polepszenia jakości odwzorowania w tzw. polu bliskim (wynika ze specyfiki rozchodzenia się fal generowanych przez przetwornik)
- polepszenia kątowej zdolności rozdzielczej

## Techniki ogniskowania

- mechaniczne - za pomocą soczewek i zwierciadeł akustycznych  
Ø wada: powoduje ogniskowanie wiązki w jednym punkcie, podczas gdy w diagnostyce pożądana jest możliwość obserwacji większych obiektów => pożądane ogniskowanie w całym polu widzenia
- elektroniczne (dla przetworników wieloelementowych) - umożliwia zmianę ogniskowej w obrębie całego pola widzenia  
Ø przetworniki w kształcie koncentrycznych pierścieni (lub uszeregowane liniowo) + linie opóźniające nadawanie i odbiór impulsów => umożliwia zmianę ogniskowej

# ZDOLNOŚĆ ROZDZIELCZA

## **osiowa zdolność rozdzielcza**

dotyczy rozróżniania dwóch punktów leżących na osi wiązki (odwrotność najmniejszej odległości dwóch punktów widzianych jeszcze oddzielnie)

zależy od długości trwania impulsu ultradźwiękowego (im krótszy tym większa: tłumienie) oraz od częstotliwości (im wyższa tym większa)

## **zdolność rozdzielcza boczna (kątowna)**

zależy od szerokości wiązki ultradźwiękowej (dla przetwornika ogniskującego - najlepsza w rejonie ogniska)

**sumarycznie obie rozdzielczości przedstawia się jako tzw. komórkę zdolności rozdzielczej**

# INNE ZJAWISKA FIZYCZNE ZACHODZĄCE W USG

- Refrakcja
- Rozpraszanie fali
- Rozpraszanie Tyndalla
- Rozpraszanie Reileigh'a
- Osłabianie fali

# ROZDZIELCZOŚĆ OBRAZU

Większość badań ultrasonograficznych prowadzi się w zakresie częstotliwości od 50kHz do 100MHz. Ten zakres częstotliwości jest podzielony na poszczególne rodzaje badań

- 50kHz - 600kHz – badania kości (diagnostyka osteoporozy)
- 200kHz - 5MHz – badania przepływów
- 2MHz - 10MHz – obrazowanie tkanek wewnętrznych
- 20MHz - 100MHz – obrazowanie
- skóry (operacje plastyczne)

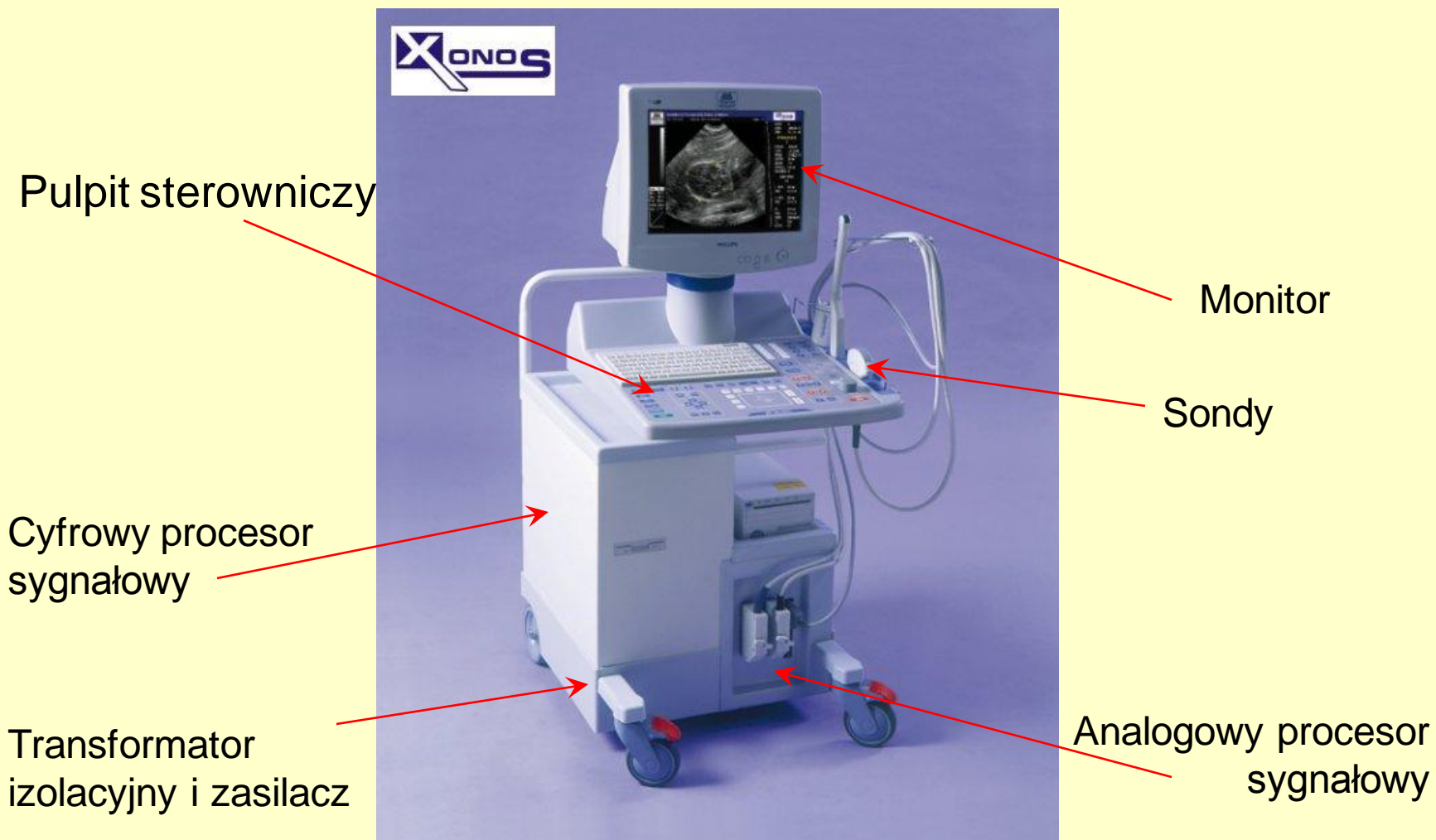
Wyższa częstotliwość to oczywiście krótsza fala.

| f        | $\lambda$    |
|----------|--------------|
| 50 kHz   | 30,8 mm      |
| 500 kHz  | 3,08 mm      |
| 2,25 MHz | 0,684 mm     |
| 3,5 MHz  | 0,440 mm     |
| 5,0 MHz  | 0,308 mm     |
| 7,5 MHz  | 0,205 mm     |
| 10 MHz   | 0,154 mm     |
| 100 MHz  | 15,4 $\mu$ m |

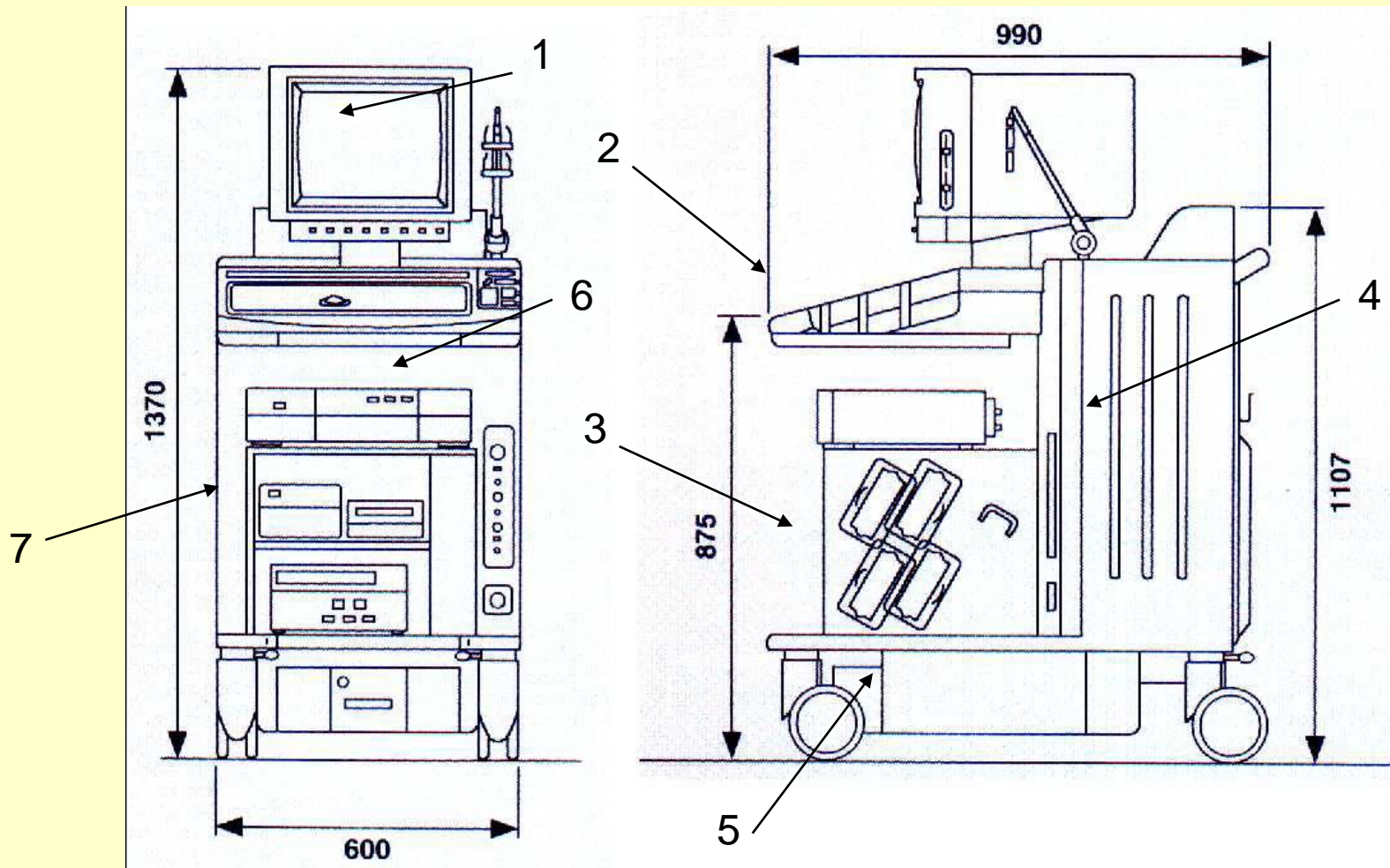
Dobór częstotliwości jest zawsze kompromisem między głębokością zobrazenia a jego jakością. Współczesne aparaty uzyskują:

- osiową zdolność rozdzielczą rzędu  $0,8 - 1,5 \lambda$
- poprzeczną zdolność rozdzielczą rzędu  $5 - 15 \lambda$

# BUDOWA SKANERA USG



# BUDOWA SKANERA USG





# BUDOWA SKANERA USG

**1. Monitor (B/W, COLOR)** – w prostszych i tańszych aparatach czarno-biały, w bardziej rozbudowanych, wyposażonych w prezentacje CFM i angiografię USG kolorowy. Niektóre modele wyposażane są w dwa monitory, czarno-biały do prezentacji obrazów **B, M i Doppler** oraz kolorowy do prezentacji obrazów **CFM i Angio**. Wobec ciągłej poprawy jakości monitorów kolorowych rozwiązanie dwumonitorowe zanika.

**2. Klawiatura (KBiF)** – najczęściej składa się z kilku wydzielonych pól – przycisków i regulatorów funkcyjnych, bezpośrednio sterujących parametrami zobrazowania, pola zawierającego klawiaturę alfanumeryczną oraz pola zawierającego klawiaturę programowalną, umieszczona w taki sposób, aby można było powiązać jednoznacznie przyciski i regulatory z tego pola z ich opisami wyświetlanymi na monitorze. Aby ułatwić pracę operatora, w polu regulatorów funkcyjnych stosuje się podświetlanie regulatorów według klucza:

- Brak podświetlenia – funkcja sterowana tym regulatorem nieaktywna i jej uaktywnienie w zadeklarowanym trybie pracy niemożliwe.
- Półpodświetlenie – funkcja nieaktywna, ale można ją wywołać.
- Pełna jaskrawość – funkcja aktywna.

# BUDOWA SKANERA USG

**3. Analogowy procesor sygnałowy** – składa się z kilku modułów elektronicznych współpracujących bezpośrednio z głowicami USG i przetwarzających analogowy sygnał z głowic. Pierwszy z modułów tego procesora, interfejs głowic, zawiera gniazda głowic – od dwóch do czterech gniazd po 250 kontaktów każde. Pozostałe operacje wykonywane w procesorze analogowym to ogniskowanie wiązki przy nadawaniu i odbiorze oraz przetwarzanie analogowo-cyfrowe.

**4. Cyfrowy procesor sygnałowy** – składa się z kilku lub kilkunastu modułów elektronicznych realizujących wszystkie operacje cyfrowe, od cyfrowej obróbki obrazu USG po wszelkie funkcje sterujące. We współczesnych aparatach cyfrowy procesor sygnałowy często budowany jest zgodnie z wymaganiami standardu VME.

**5. Transformator izolacyjny i zasilacz** – transformator izolacyjny gwarantuje spełnienie wymagań norm bezpieczeństwa sprzętu medycznego w zakresie prądu upływu. W starszych aparatach, w których transformator izolacyjny pracuje na częstotliwości sieci 50Hz, jest to element o pokaźnej masie, około 30kg. Musi dostarczyć w sposób ciągły mocy przekraczającej 1kW. W nowych aparatach, pracujących z przetwarzaniem częstotliwości, masa transformatora izolacyjnego i zasilaczy nie przekracza kilku kilogramów.

# GŁOWICE ULTRADŹWIĘKOWE

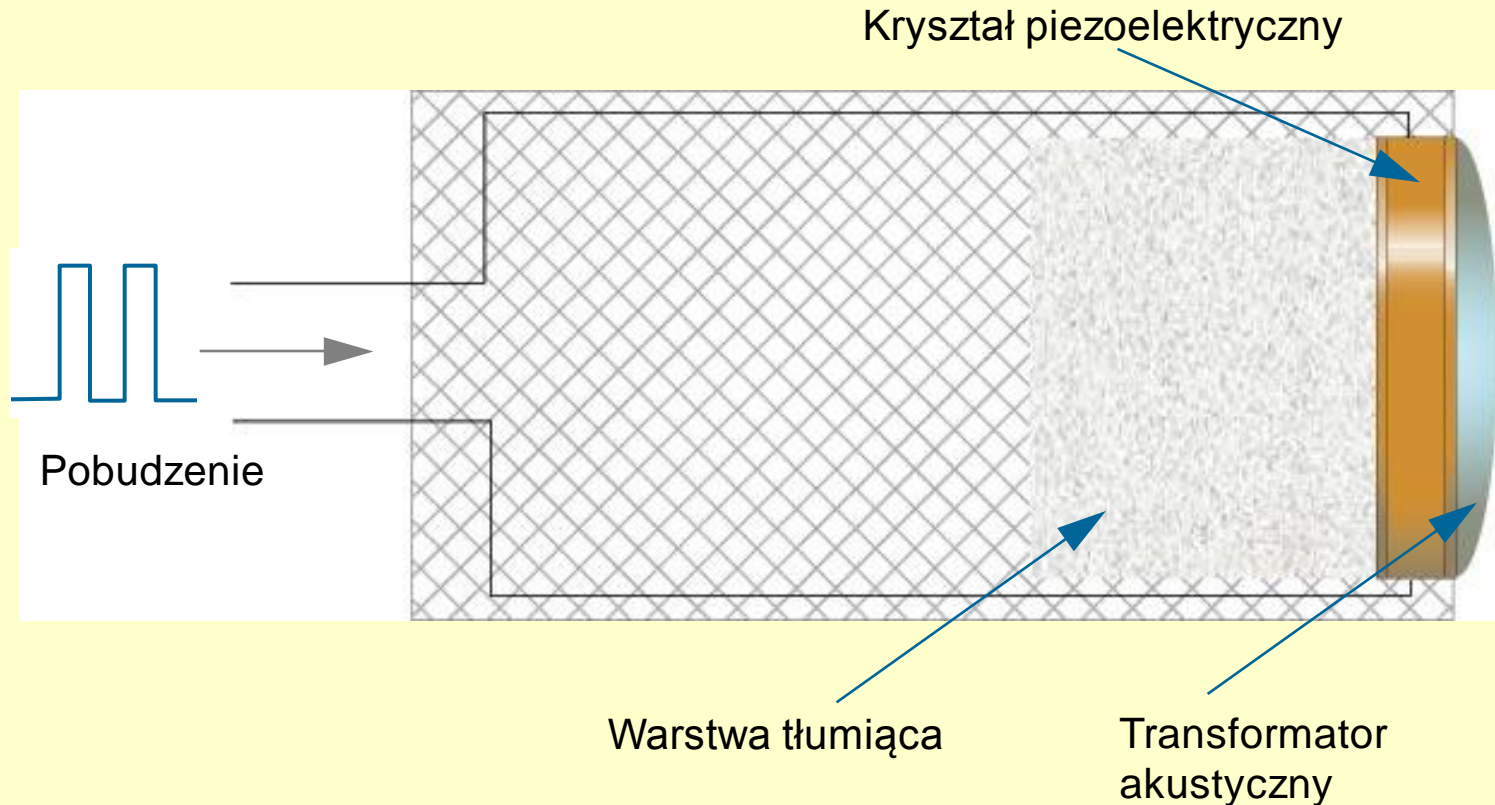
**Głowica ultradźwiękowa** pozwala na generację fali ultradźwiękowej (zmiana sygnału elektrycznego na sygnał mechaniczny) oraz na odbiór sygnału echa (o niskim poziomie) i zamianę z postaci mechanicznej na elektryczną.

Podstawowe wymagania stawiane głowicom ultradźwiękowym to:

- natężenie fali emitowane 10-100 mW/cm<sup>2</sup>
- generacja bardzo krótkiego impulsu
- dobre dopasowanie akustyczne
- duży stosunek S/N (sygnał/szum)
- tłumienie promieniowania wstecznego
- zapewnienie dużego kąta obserwacji
- minimalny przesłuch pomiędzy głowicami elementarnymi

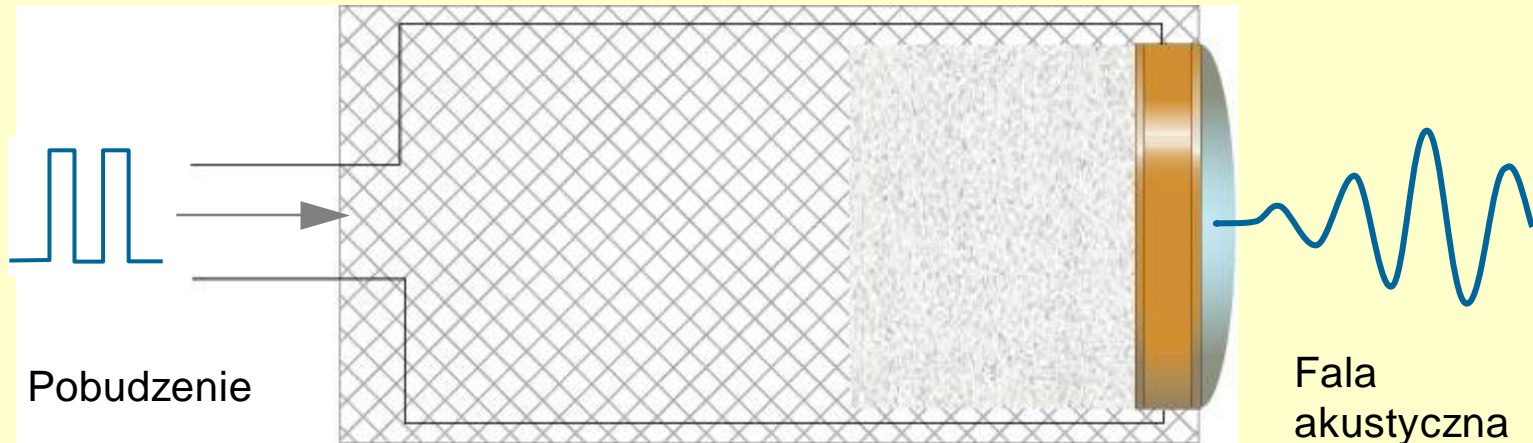
# GŁOWICE ULTRADŹWIĘKOWE

Historyczna głowica do prezentacji typu A



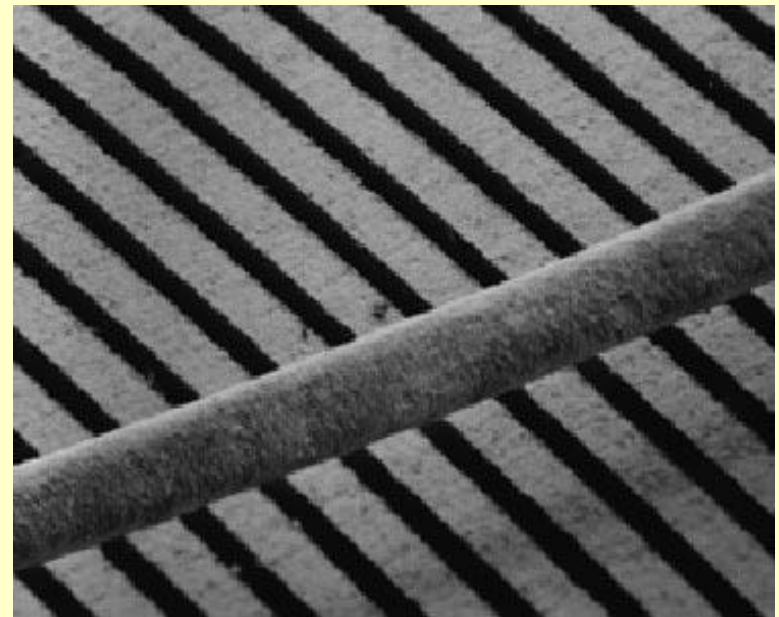
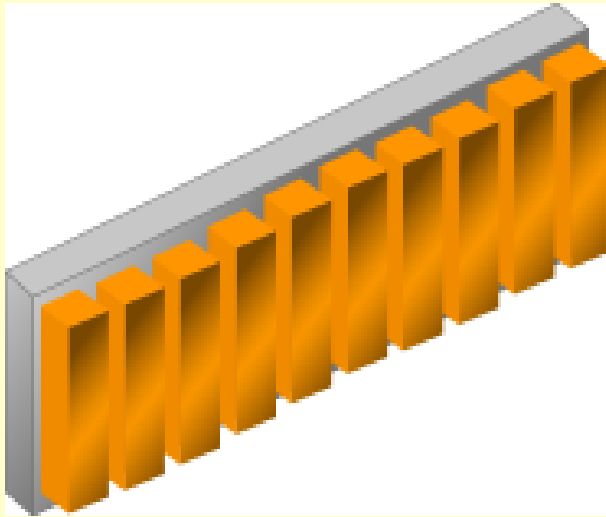
# GŁOWICE ULTRADŹWIĘKOWE

- **Transmisja:** spolaryzowanie kryształu piezoelektrycznego krótkim impulsem pobudza go do drgań gasnących na własnej częstotliwości rezonansowej.
- **Odbiór:** odbita fala akustyczna jest konwertowana przez kryształ piezoelektryczny na falę elektryczną



# KRYSZTAŁ PIEZOELEKTRYCZNY

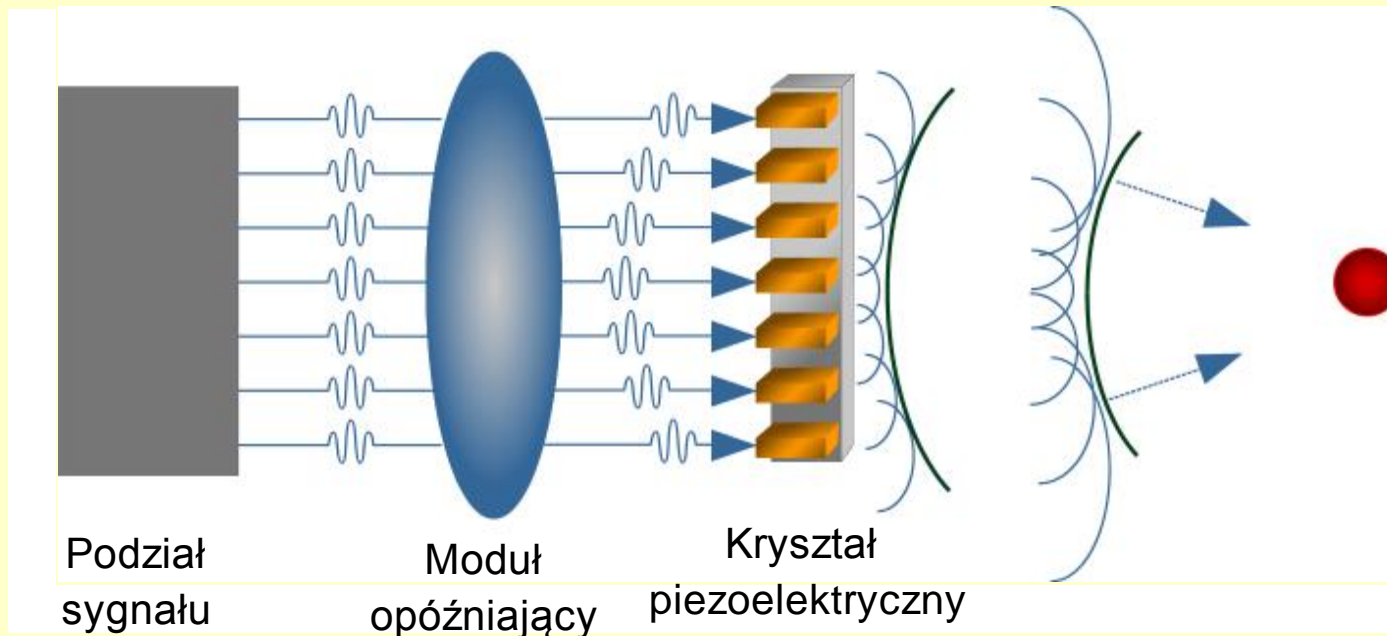
- Krysztal piezoelektryczny jest podzielony na małe elementy
- Każdy element jest połączony jako indywidualny przetwornik



**Obraz mikroskopowy krysztalu  
piezoelektrycznego  
(na pierwszym planie - włos)**

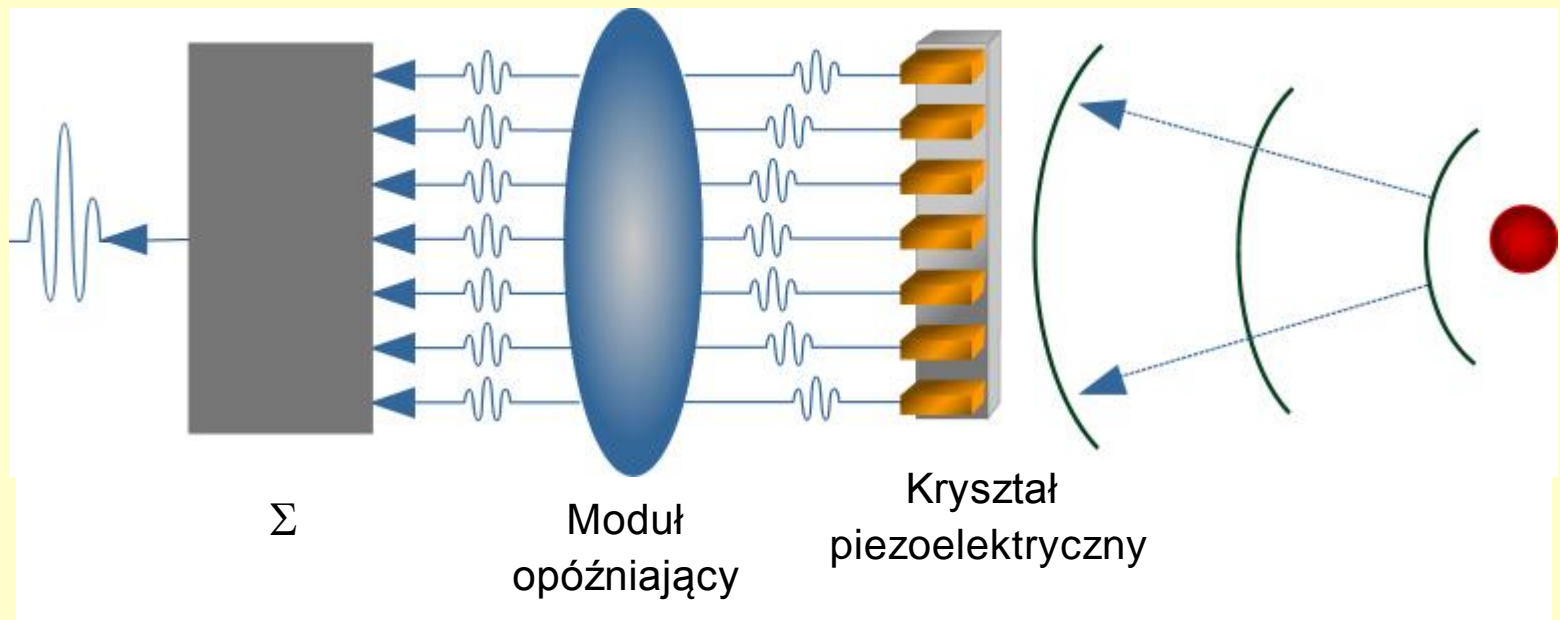
# GŁOWICA KONWEKSOWA - TRANSMISJA

- Każdy element kryształu wytwarza oddzielną falę.
- Każdy punkt powierzchni drgającego przetwornika jest źródłem fali kulistej, emitowanej w ośrodku nagłaśnianym.
- Odpowiednie opóźnienia sygnału w grupie elementów kryształu pozwalają na zakrzywienie czoła fali wypadkowej. W ten sposób wiązka jest ogniskowana.






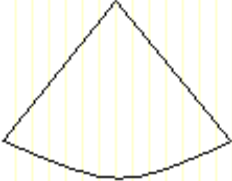


# GŁ. KONWEKS. - ODBIÓR SYGNAŁU

- Każdy z elementów kryształu odbiera odbitą próbkę.
- Ze względu na różne drogi przebyte przez falę odbitą od obiektu każdy element kryształu rejestruje ją w innym czasie.
- Moduł opóźniający „wyrównuje” odebrane impulsy.
- W celu rekonstrukcji sygnału próbki są sumowane.





# TYPY GŁOWIC

|                            | Mechaniczne  |  | Elektroniczne  |  |
|----------------------------|--|--|--|--|
| Typ sondy                  |  <p>Sektorowa</p> |  <p>Liniowa</p> |  <p>Konweksowe<br/>(cylindryczne)</p> |  |
| Pole widzenia              |                   |                 |                                       |  |
| Charakterystyka zastosowań | <p>Mała powierzchnia skanowania; użyteczne do skanowania przestrzeni międzyżebrowych</p>           | <p>Skanowanie powierzchniowe; cechą jest skanowanie szerokiego ale bliskiego pole</p>              | <p>Skanowanie podżebrowe, gdzie dostęp nie jest ograniczony</p>  |  |
| Zakres ogniskowania        | <p>14 - 28mm</p>   | <p>26 - 52mm</p>   | <p>20 - 160mm<br/>w zależności od kąta zakrzywienia</p>  |  |

# GŁOWICA SEKTOROWA (MECHANICZNA)

Głowica sektorowa, do niedawna zapewniała najwyższą jakość obrazu. Jest to głowica, w której kryształ piezoelektryczny, soczewka akustyczna i materiał tłumiący tworzą zespół ruchomy, zamocowany na osi umożliwiającej obrót całego zespołu. Zespół ruchomy zakończony jest w tylnej części sprzęgłem kulowym, pozwalającym na dokładne przeniesienie napędu z silnika krokowego, umieszczonego osiowo w tylnej części głowicy. Wnętrze głowicy wypełnione jest olejem mineralnym, sprzęgającym akustycznie przetwornik z roboczą częścią obudowy.

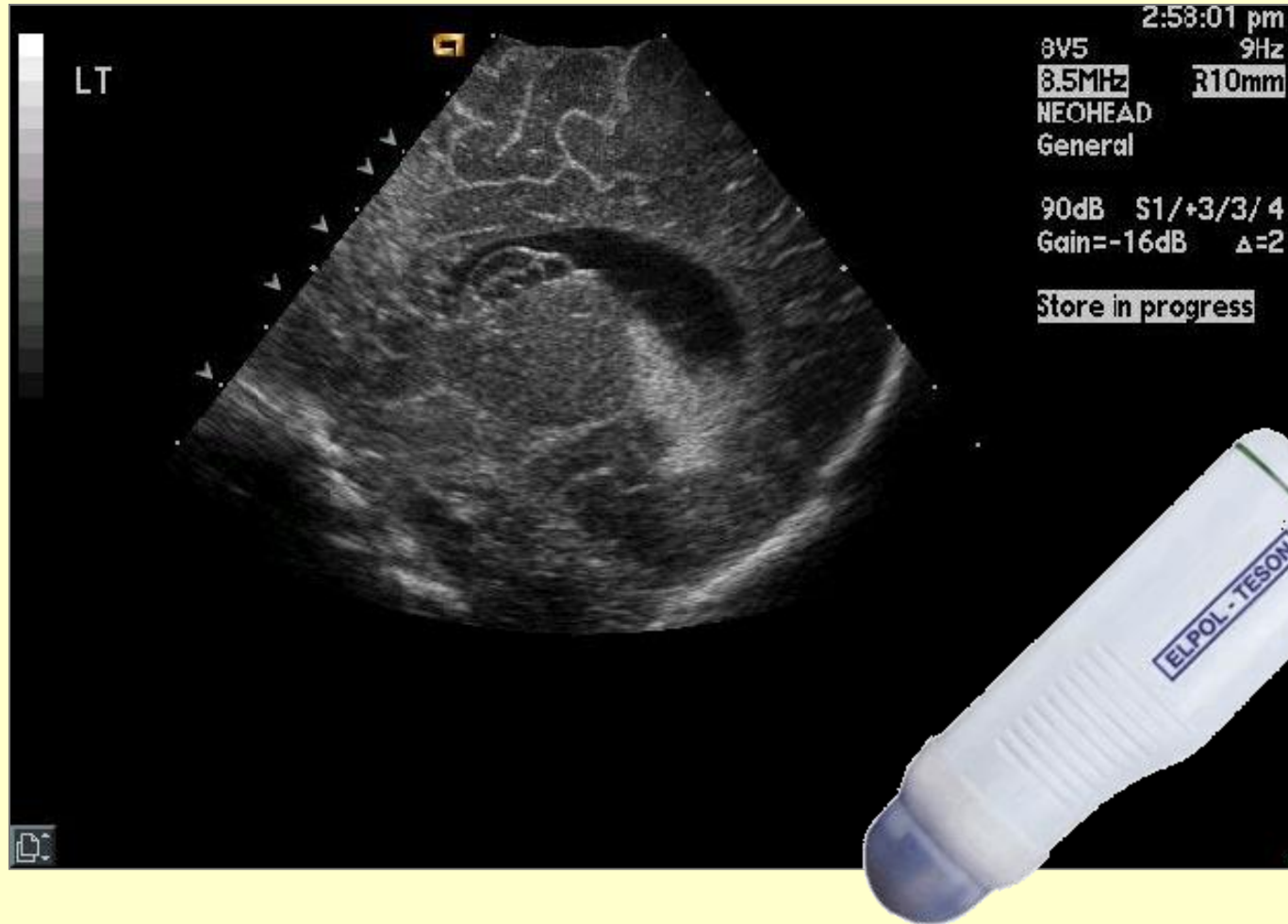
# GŁOWICA SEKTOROWA



diagnostyka:

chirurgia, ginekologia, interna, kardiologia, nefrologia,  
położnictwo, pulmonologia, radiologia, urologia

# GŁOWICA SEKTOROWA



Joanna Grabska-Chrzastowska

# GŁOWICE ELEKTRONICZNE

- Sondy te zbudowane są z wielu niezależnych kryształów, umieszczonych na powierzchni roboczej obok siebie. Kryształy mogą być umieszczone na linii prostej – głowica taka nosi nazwę **sondy liniowej** lub na łuku, wtedy jest to **sonda konweksowa**. Stosuje się np. 192 kryształy.
- Głowice wieloelementowe są w tej chwili najpopularniejszym przetwornikiem w skanerach USG. Zapewniają najwyższą jakość obrazu.
- Głowice liniowe stosowane są głównie do badań szyi i tarczycy, piersi, rzadziej do badań brzusznych.
- Głowice konweksowe o dużym promieniu (70mm i 50mm) do badań brzusznych i położniczych.
- Głowice konweksowe o małym promieniu (10mm) w kardiologii i badaniach przezciemiączkowych.

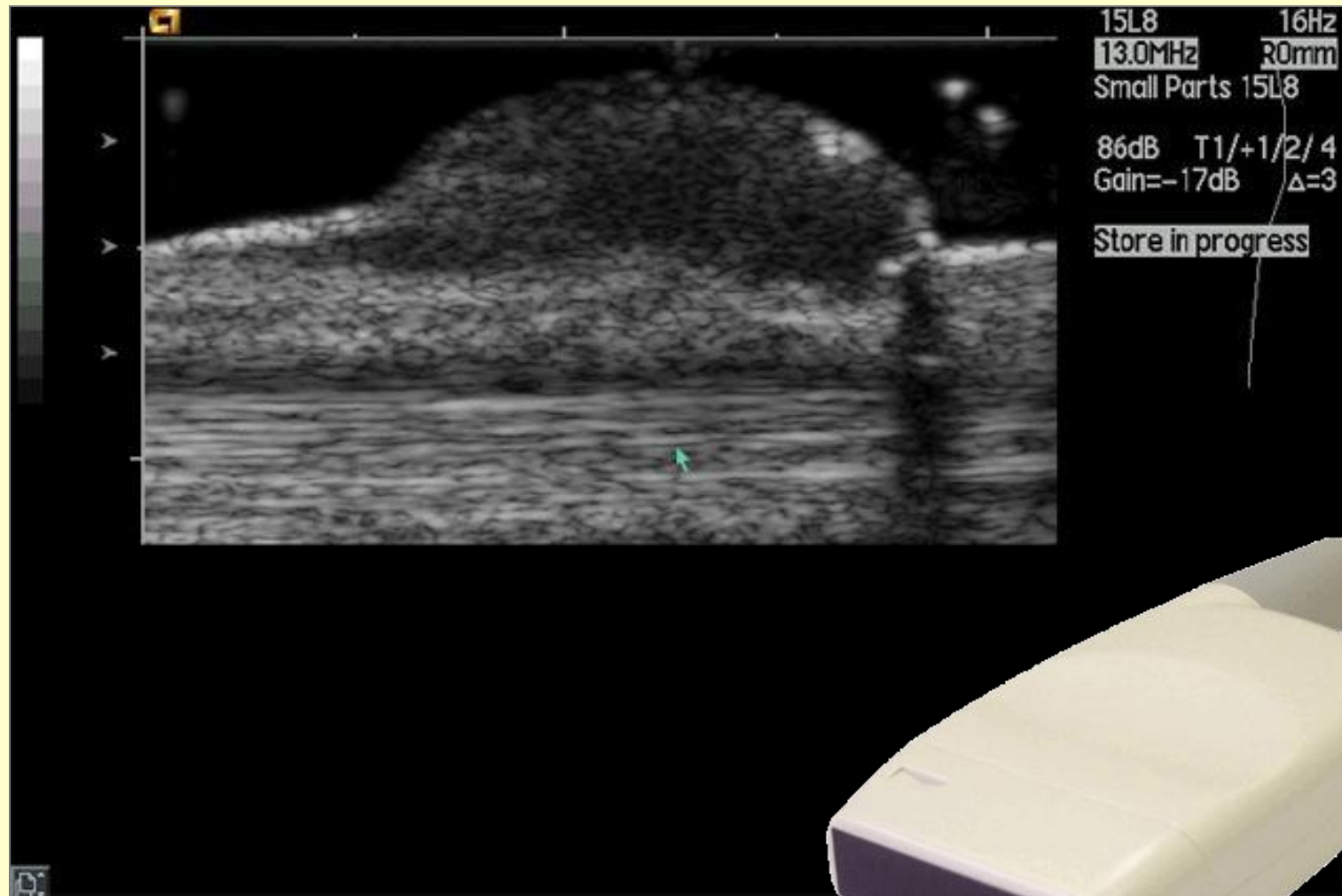
# GŁOWICA LINIOWA



**diagnostyka:**

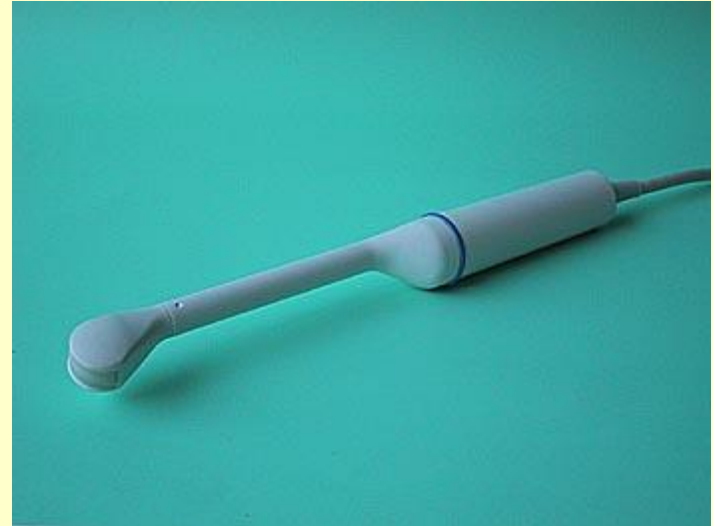
**interna, położnictwo, urologia**

# GŁOWICA LINIOWA



Joanna Grabska-Chrzastowska

# Głowica konweksowa



## diagnostyka:

chirurgia, ginekologia, interna, nefrologia,  
położnictwo, pulmonologia, radiologia,  
urologia



# GŁOWICA KONWEKSOWA o małym promieniu krzywizny



Joanna Grabska-Chrząstowska

# GŁOWICA KONWEKSOWA o dużym promieniu krzywizny



Joanna Grabska-Chrząstowska

# GŁÓWICE ULTRADŹWIĘKOWE

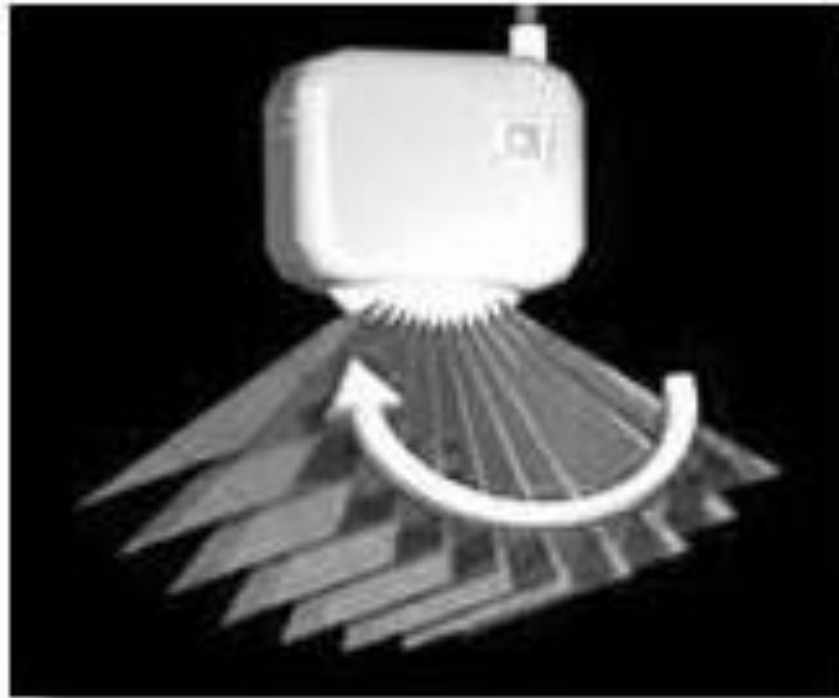


Joanna Grabska-Chrzastowska

# GŁÓWICE ULTRADŹWIĘKOWE



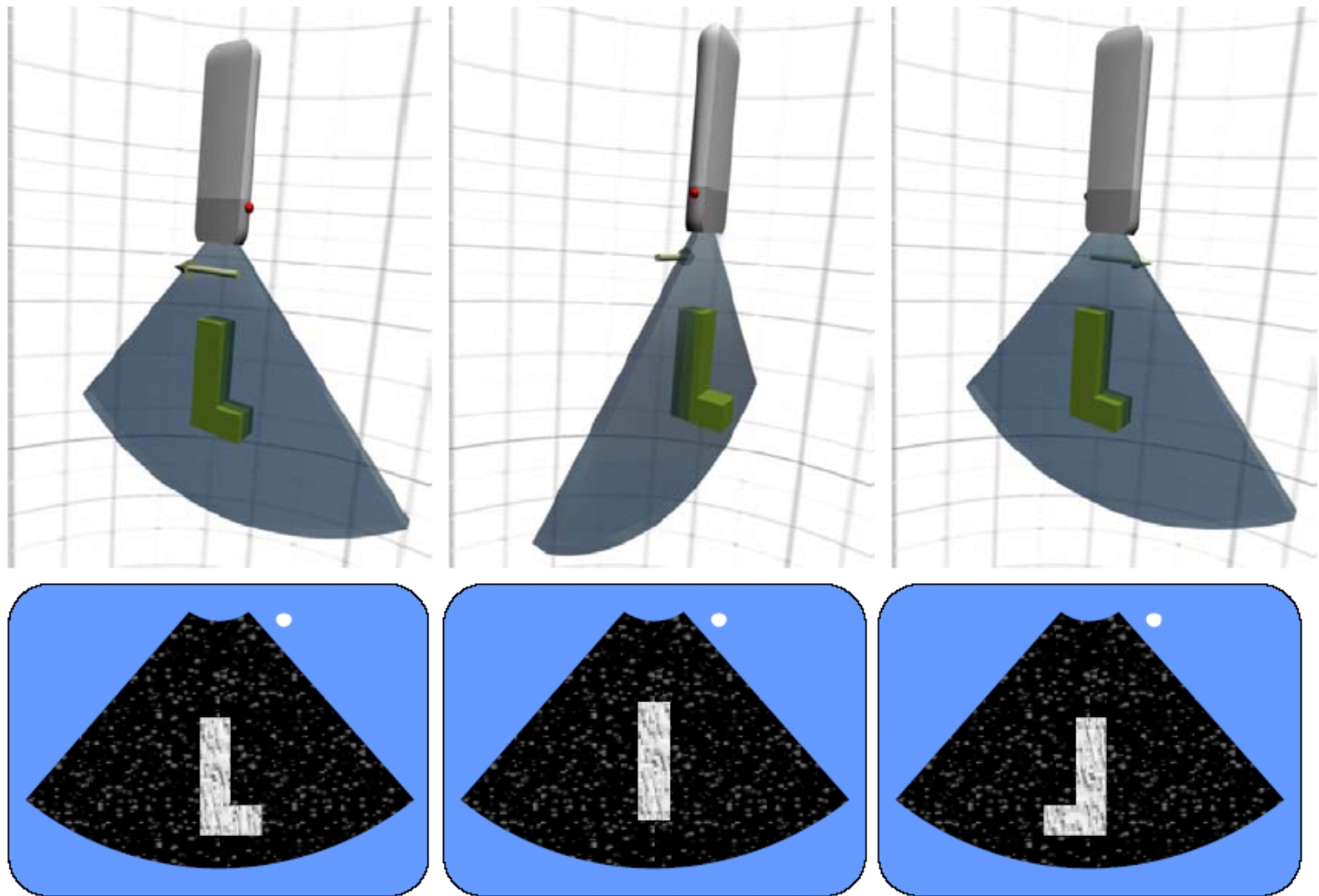
2-D arrays with focusing in two planes



Hand-held 3-D probe from Kretztechnik

# KIERUNEK „PATRZENIA” SONDY

Niezwykle ważny podczas badania, USG jest tzw. „kierunek” sondy (Rys. 1). Znajomość relacji między położeniem sondy a obserwowanym obrazem pozwala prawidłowo określać anatomie obserwowanego obszaru ciała pacjenta.



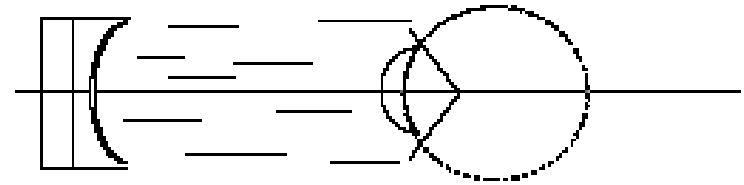
Rys.1. Elementy piezoelektryczne ułożone są wewnątrz sondy wzdłuż kierunku określonego strzałką. Bok sondy, przy którym zaczyna się układ elementów piezoelektrycznych jest wyróżniony. Na ekranie oznaczona jest krawędź obrazu związana z oznaczonym bokiem sondy. W pierwszym i ostatnim przypadku sonda obrazuje tę samą płaszczyznę, ale jest odwrócona o 180°, przez co uzyskane obrazy są lustrzanymi odbiciami.

# RODZAJE PREZENTACJI

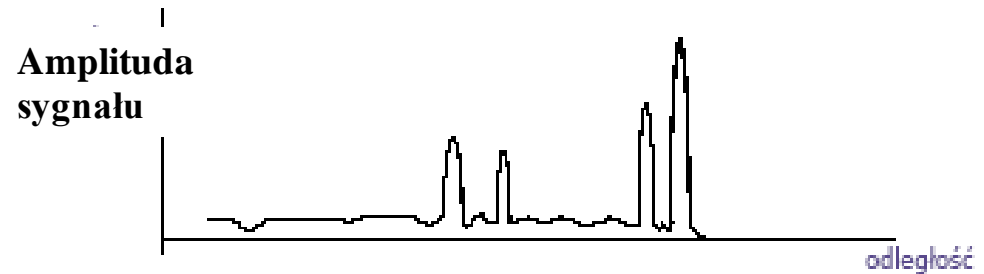
## Prezentacja A (Amplitude)

najprostszy rodzaj prezentacji, polega na wyświetleniu wartości chwilowych natężenia (amplitudy) odbieranego sygnału USG w funkcji odległości (obliczonej z czasu powrotu echa).

Do uzyskania obrazów w prezentacji A wystarczy głowica USG z pojedynczym krysztalem piezoelektrycznym, nadająca impuls pobudzający i odbierająca powstające w ośrodku badanym echa. Badanie takie stosowane jest w okulistyce.



Szkic usytuowania sondy i obiektu przy prezentacji A



Typowy sygnał dla prezentacji A

# RODZAJE PREZENTACJI

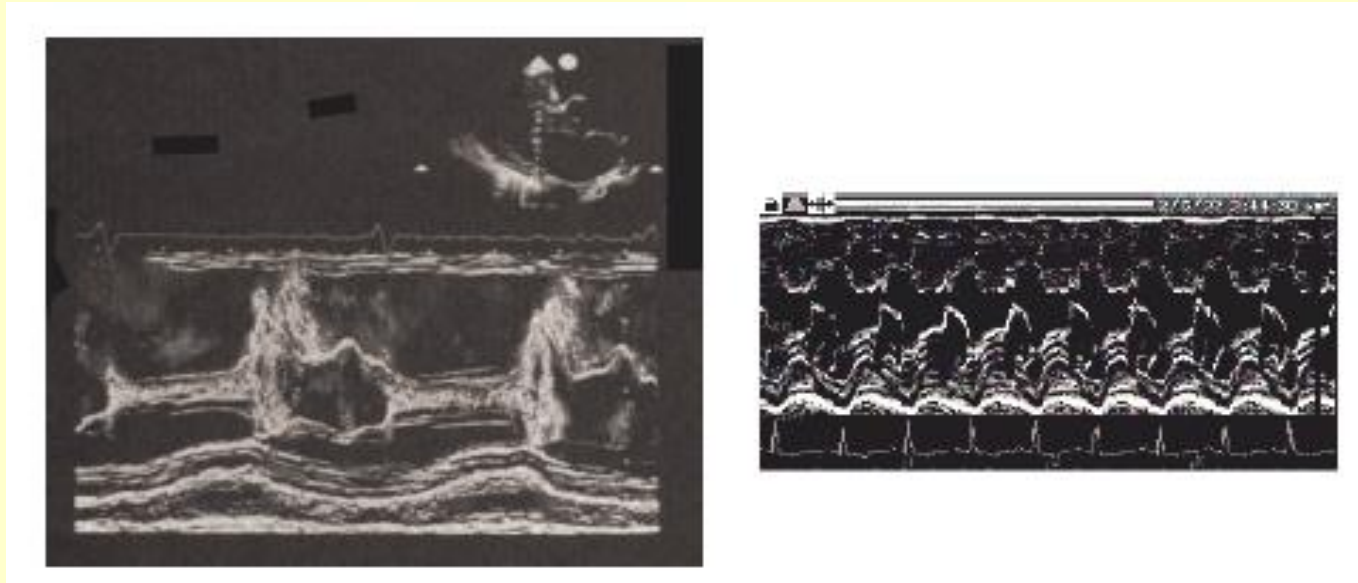
## Prezentacja B (Brightness)

polega na wizualizacji dwuwymiarowego przekroju, w której wartość chwilowa odbieranego sygnału moduluje jasność (brightness) kolejnych punktów obrazu. Może być wykorzystana do badania narządów nieruchomych, np. narządów jamy brzusznej, szyi, głowy.



# RODZAJE PREZENTACJI

## Prezentacja M (Motion) dawniej TM (Time Motion)



polega na odsłuchu echa z tego samego kierunku w kolejnych chwilach czasowych. Echa wyświetlane są tak, jak w prezentacji B, to znaczy wartość chwilowa sygnału moduluje jasność wyświetlanych punktów, kolejne linie wyświetlane są obok siebie, pionowo. Prezentacja ta najczęściej służy do wizualizacji ruchu serca.

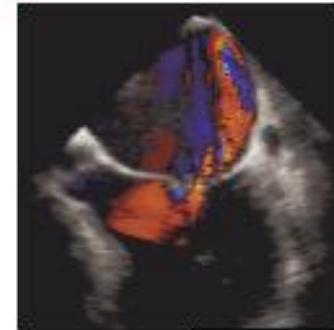
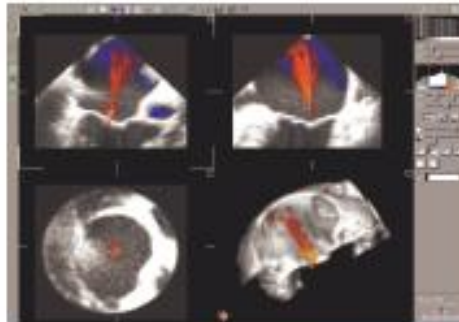


# RODZAJE PREZENTACJI

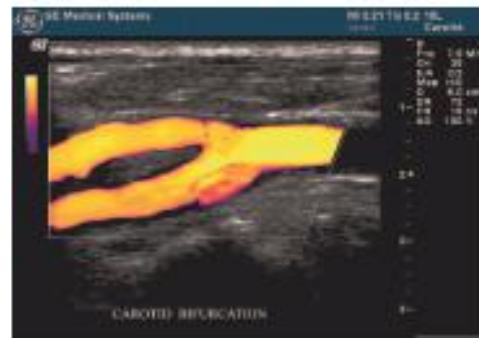
## Prezentacja D (Doppler)

polega na odbiorze fali USG, odbitej od będących w ruchu krwinek. W zależności od kierunku ruchu krwinek względem wiązki USG i kierunku propagacji fali następuje dopplerowskie przesunięcie częstotliwości fali nadawanej i odebranej. Prezentacja ta służy do diagnozowania przewężeń w naczyniach krwionośnych.

### Doppler 2W i ...



Kolorowy Doppler



# RODZAJE PREZENTACJI

- **Prezentacja CFM (Color Flow Mapping)**

polega na wpisaniu w obraz czarno–biały typu B w wybranym przez operatora sektorze barwnego zobrazowania przepływów pomierzonych techniką korelacyjną.

- **Prezentacja CFA (Color Flow Angiography)**

polega na identyfikacji przepływu, przypisaniu barwy obszarom, w których zidentyfikowany został przepływ i wkomponowaniu ich w czarno-biały obraz B.

# OBRAZOWANIE TRÓJWYMIAROWE

3D ultrasonografia umożliwia szczegółową ocenę przestrzennej morfologii bez przyjmowania założeń prostych modeli geometrycznych. Chodzi o zapewnienie obserwatorowi dostępu do dynamicznej anatomicznej informacji poprzez interaktywne wyświetlanie obiektów opisanych w przestrzeni 3D.

## **Korzyści:**

- poprawa jakości metod wizualizacji danych;
- pomiary objętościowe - są dokonywane na podstawie rzeczywistych danych pomiarowych
- czasu badań
- dodatkowe możliwości analizy obiektów przestrzennych

## **Obszar zastosowań badań 3D:**

- badania płodu i badania ginekologiczne
- ogólna radiologia
- urologia
- angiografia
- gastrologia

# Przetzerenne badania ultrasonograficzne 4D

2D



2D FETAL PROFILE

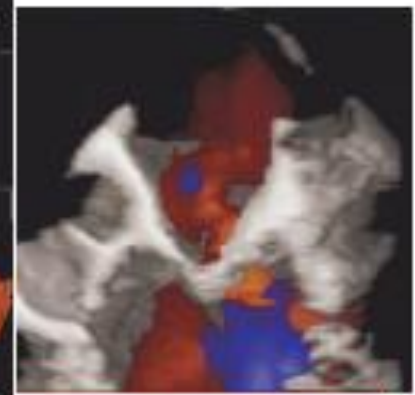
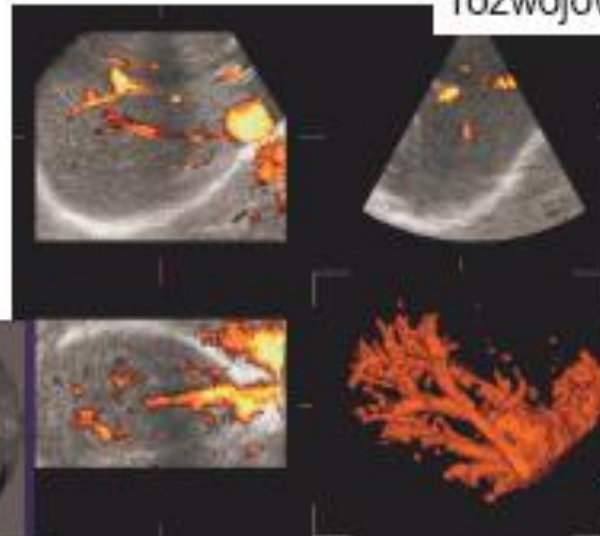
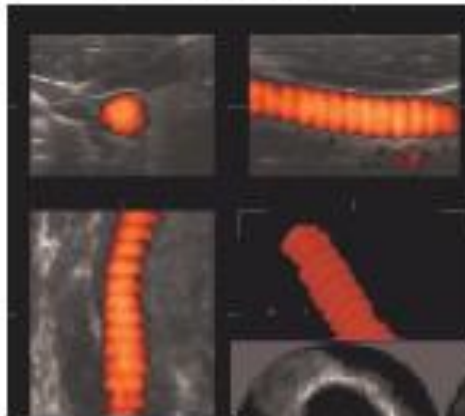
3D



3D FETAL PROFILE



60 % wzrost skuteczności  
diagnozy płodowych wad  
rozwojowych



# USG - ZASTOSOWANIE

**USG jamy brzusznej** - jest wykonywane najczęściej. Po nałożeniu na skórę brzucha cienkiej warstwy przezroczystego żelu zapobiegającego rozpraszaniu fal oglądane są: wątroba, pęcherzyk żółciowy, trzustka, śledziona, nerki oraz naczynia jamy brzusznej. Ważne jest, że za pomocą USG nie można dokładnie ocenić stanu żołądka i jelit; w tym nie można rozpoznać choroby wrzodowej, polipów i nadżerek w przewodzie pokarmowym.

# USG JAMY BRZUSZNEJ



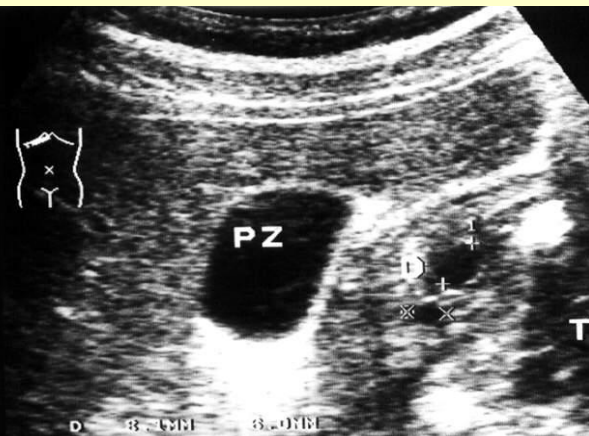
Choroba wrzodowa



Kamica pęcherzyka  
żółciowego



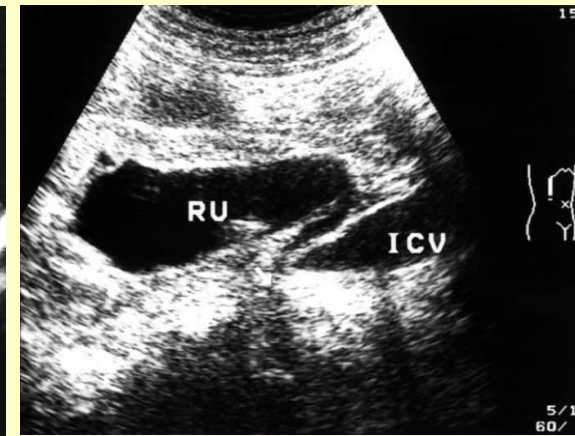
odejście pnia trzewnego  
po prawej stronie aorty



Zapalenie trzustki



Powiększone światło  
żołądka



Rozszerzony układ zbiorczy  
prawej nerki

Joanna Grabska-Chrzęstowska

# KAMICA PĘCZERZYKA ŻÓŁCIOWEGO



Joanna Grabska-Chrzastowska

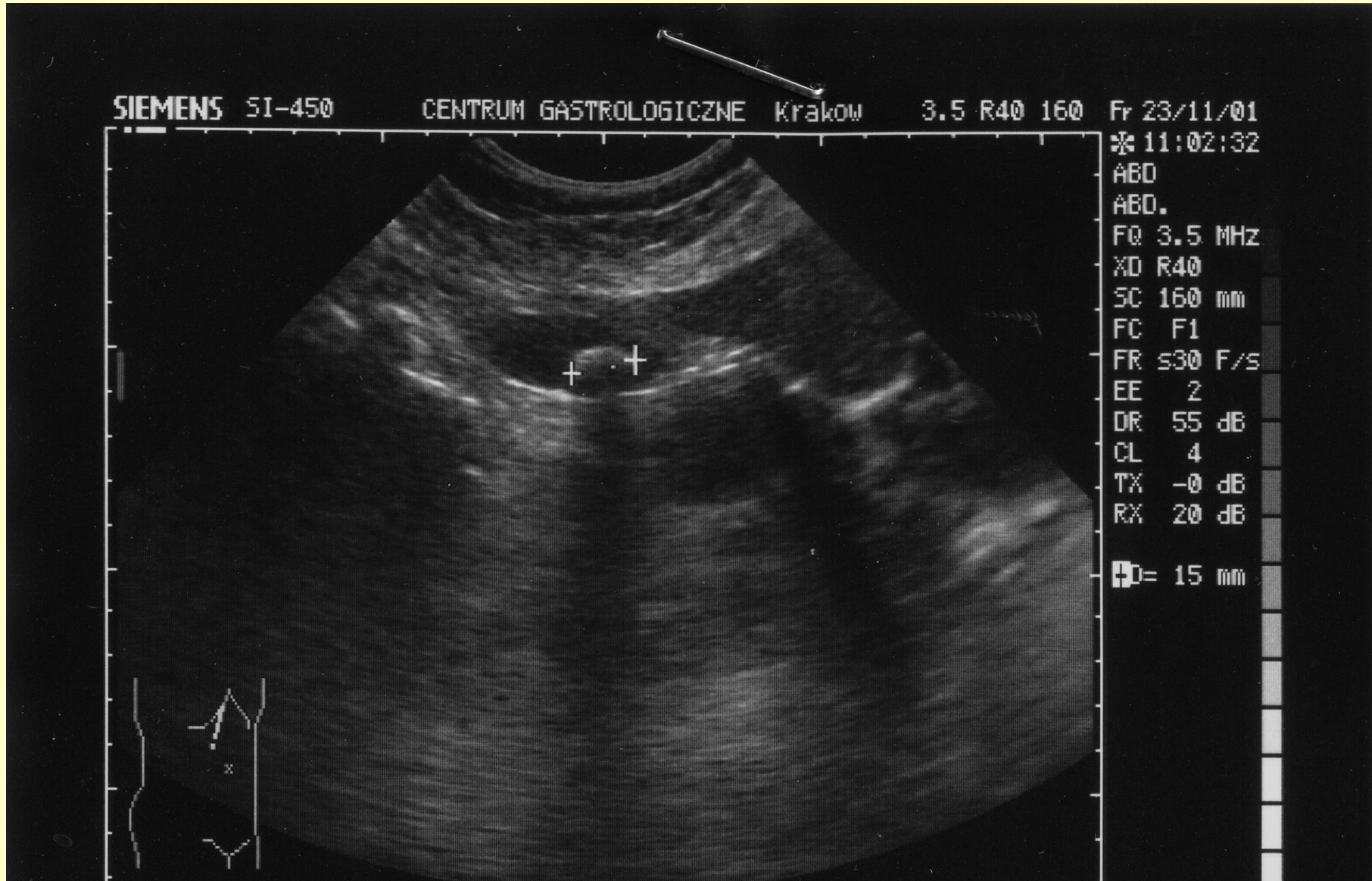
# KAMICA PĘCHERZYKA ŻÓŁCIOWEGO



Joanna Grabska-Chrzastowska

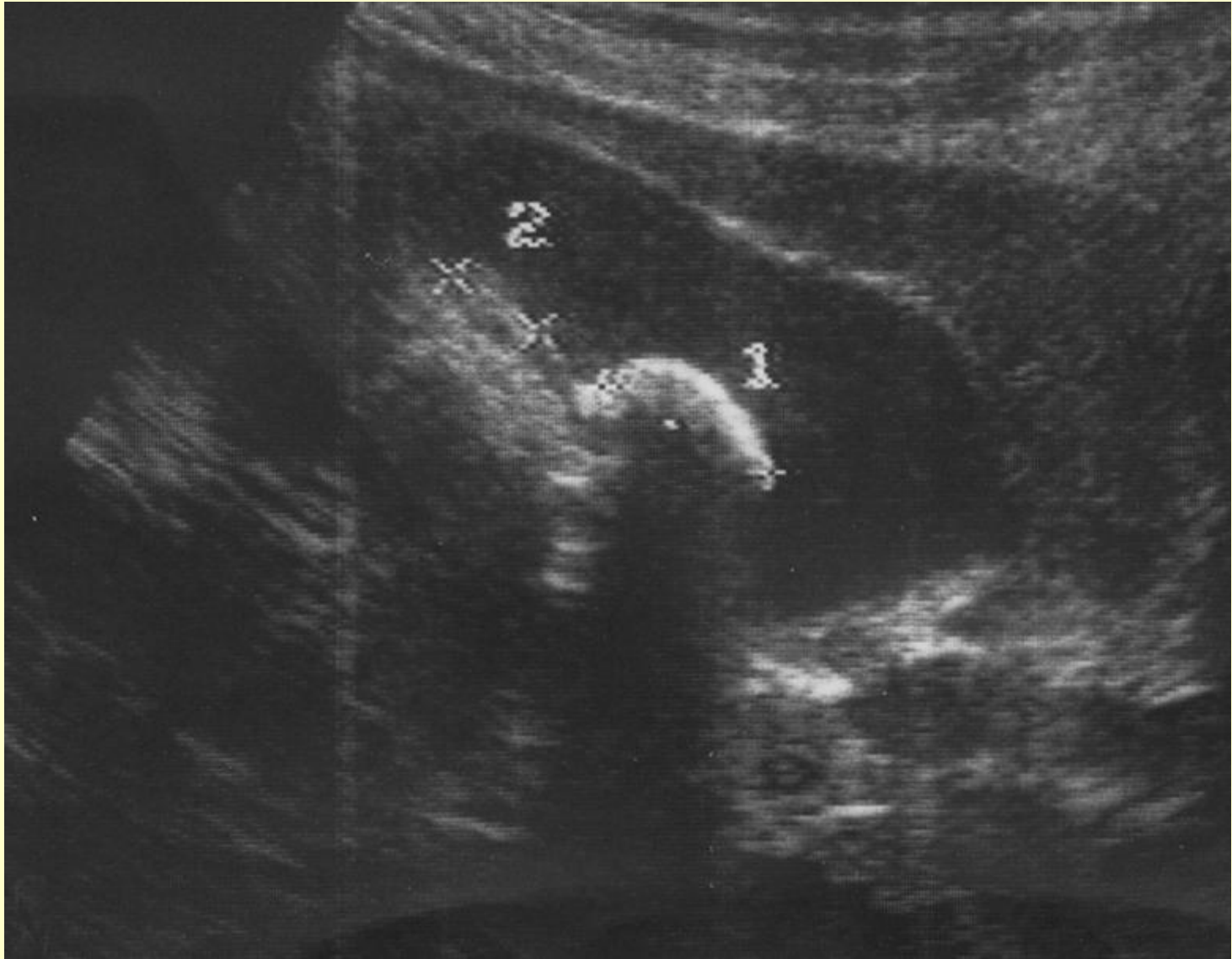


# KAMICA PĘCHERZYKA ŻÓŁCIOWEGO



Joanna Grabska-Chrzastowska

# KAMICA PEŁCZERZYKA ŻÓŁCIEWSKIEGO



Joanna Grabska-Chrzastowska

# KAMIEŃ PO WYCIĘCIU PĘCZERZYKA ŻÓŁCIOWEGO



Joanna Grabska-Chrzęstowska

# KAMIEŃ PO WYCIĘCIU PĘCHERZYKA ŻÓŁCIOWEGO



Joanna Grabska-Chrzastowska

# USG - ZASTOSOWANIE

**USG ciąży** - jest drugim najczęściej wykonywanym badaniem ultrasonograficznym. We wczesnej ciąży najlepszy obraz daje sonda dopochwowa, a od 4 miesiąca stosowane są przede wszystkim sondy przezbrzuszne: czy ciąża jest pojedyncza czy mnoga, czy jest żywa i czy jest prawidłowo umiejscowiona. Z tego względu badanie USG przewyższa znacznie testy ciążowe. Aktualnie Polskie Towarzystwo Ginekologiczne zaleca wykonanie w ciąży prawidłowej trzech badań USG: około 10-go, około 20-go i po 30-tym tygodniu ciąży. Każde z nich ma celu ocenę aktualnego rozwoju i dobrostanu płodu. W niektórych przypadkach możliwe jest przewidywanie zagrożenia ciąży na kilka tygodni wcześniej zanim wystąpią problemy.



2D Fetal “Rasberry”

**Joanna Grabska-Chrzastowska**

# USG rozwój płodu



6 – ty tydzień



9 – ty tydzień



12 – ty tydzień



18 – ty tydzień



21 – szy tydzień

# USG rozwój płodu



**Bliźnięta 10 – ty tydzień**

**Joanna Grabska-Chrzastowska**



# USG rozwój płodu



Joanna Grabska-Chrzastowska

# USG rozwój płodu



17-11-97

22:45:26



Mem 1 2

1

V75P

Pr: 4

R: 10

Po: 1

# USG rozwój płodu



Joanna Grabska-Chrzastowska

# USG rozwój płodu



Joanna Grabska-Chrzastowska

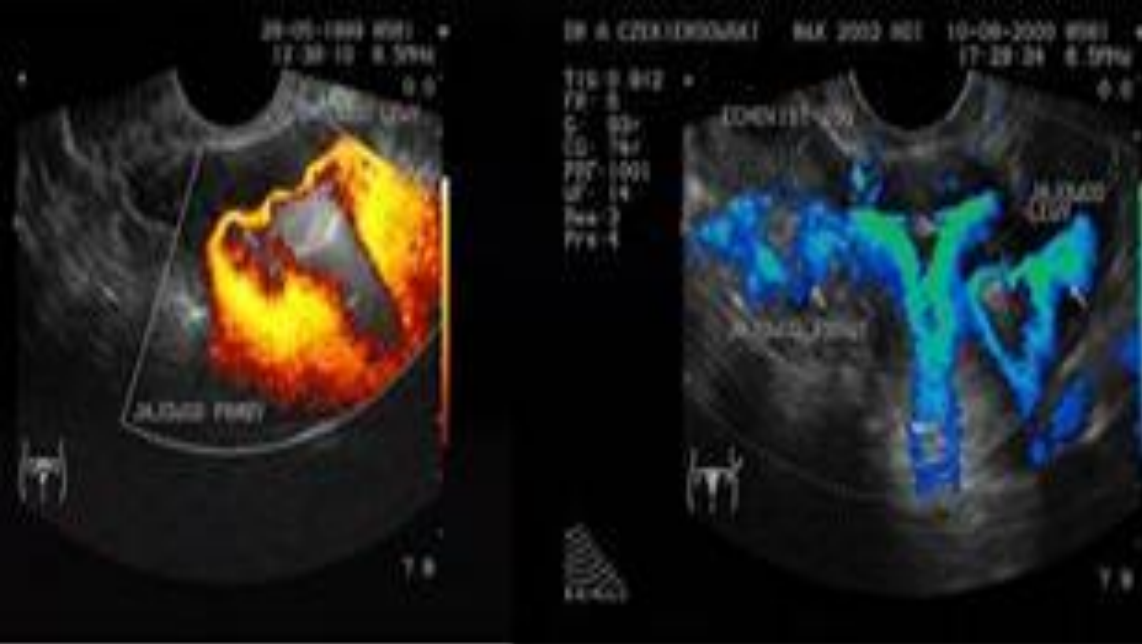
# USG rozwój płodu



Joanna Grabska-Chrzastowska

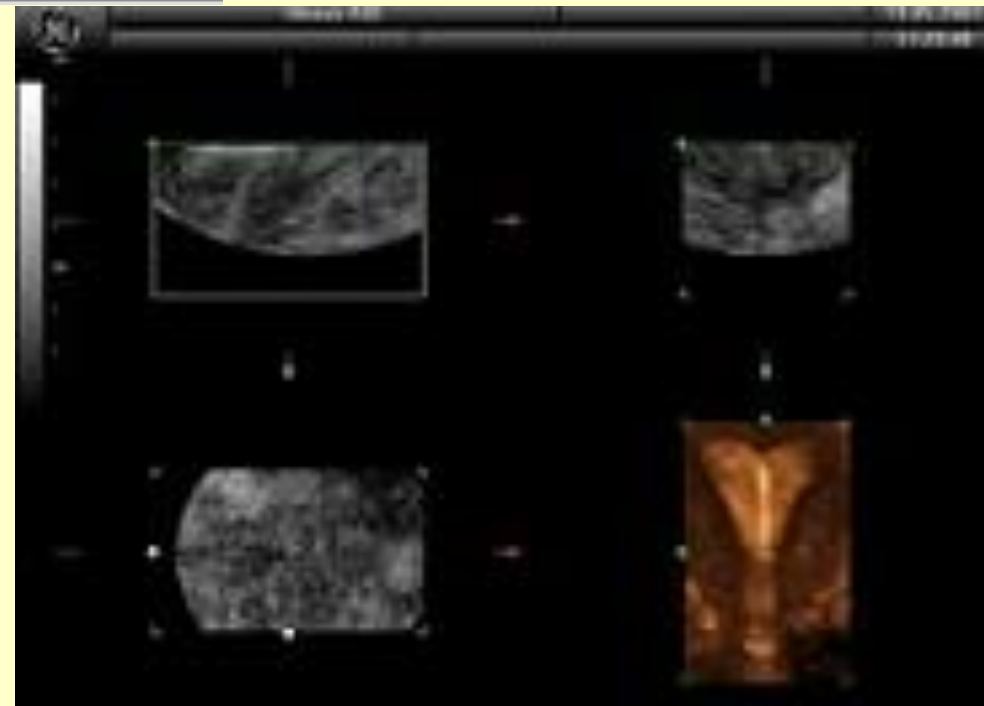
# USG - ZASTOSOWANIE

**USG endowaginalne i endorektalne** - czyli inaczej dopochwowe i przezodbytnicze, stosowane głównie w ginekologii i urologii do oceny zmian w miednicy. Wykorzystywane są specjalne, cienkie sondy umieszczone w jednorazowych gumowych osłonkach. Badanie nie wymaga wypełnienia pęcherza moczowego, a bliskość oglądanego w ten sposób narządu pozwala na bardzo dokładną ocenę macicy i jajników u kobiet oraz gruczołu krokowego u mężczyzn.



## Badanie drożności jajników

Lokalizacja wkładki w jamie macicy

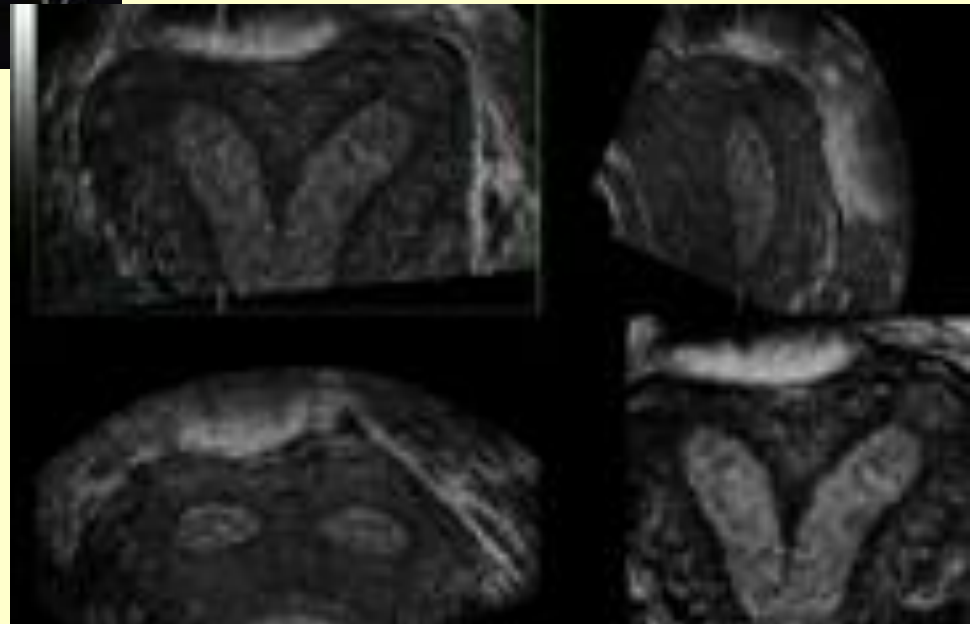


Joanna Grabska-Chrzastowska



## Rak jajnika

## Wady macicy – macica dwurożna





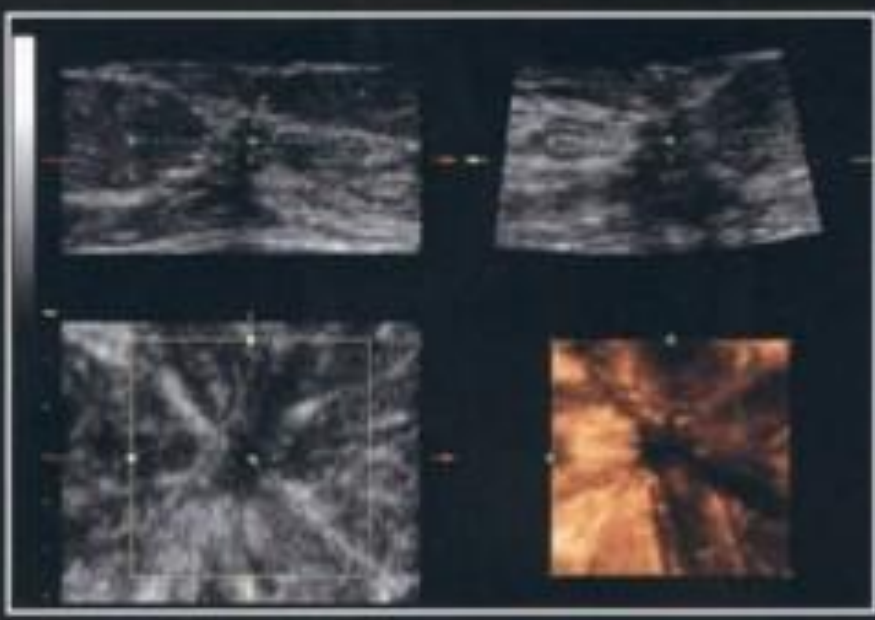
# USG - ZASTOSOWANIE

**USG sutka** - jest podstawowym badaniem obrazowym piersi u kobiet poniżej 35 roku życia. Ultrasonografia przy zastosowaniu nowoczesnych sond umożliwia obecnie m.in. wykrycie guzków o średnicy poniżej 5 mm, to znaczy takich, których lekarz nie może wy badać dotykiem. U kobiet ciężarnych lub karmiących, kobiet powyżej 35 roku życia USG sutków jest wykonywane przy podejrzeniu zmian ogniskowych, to znaczy małych guzków często niewidocznych w mammografii rentgenowskiej.

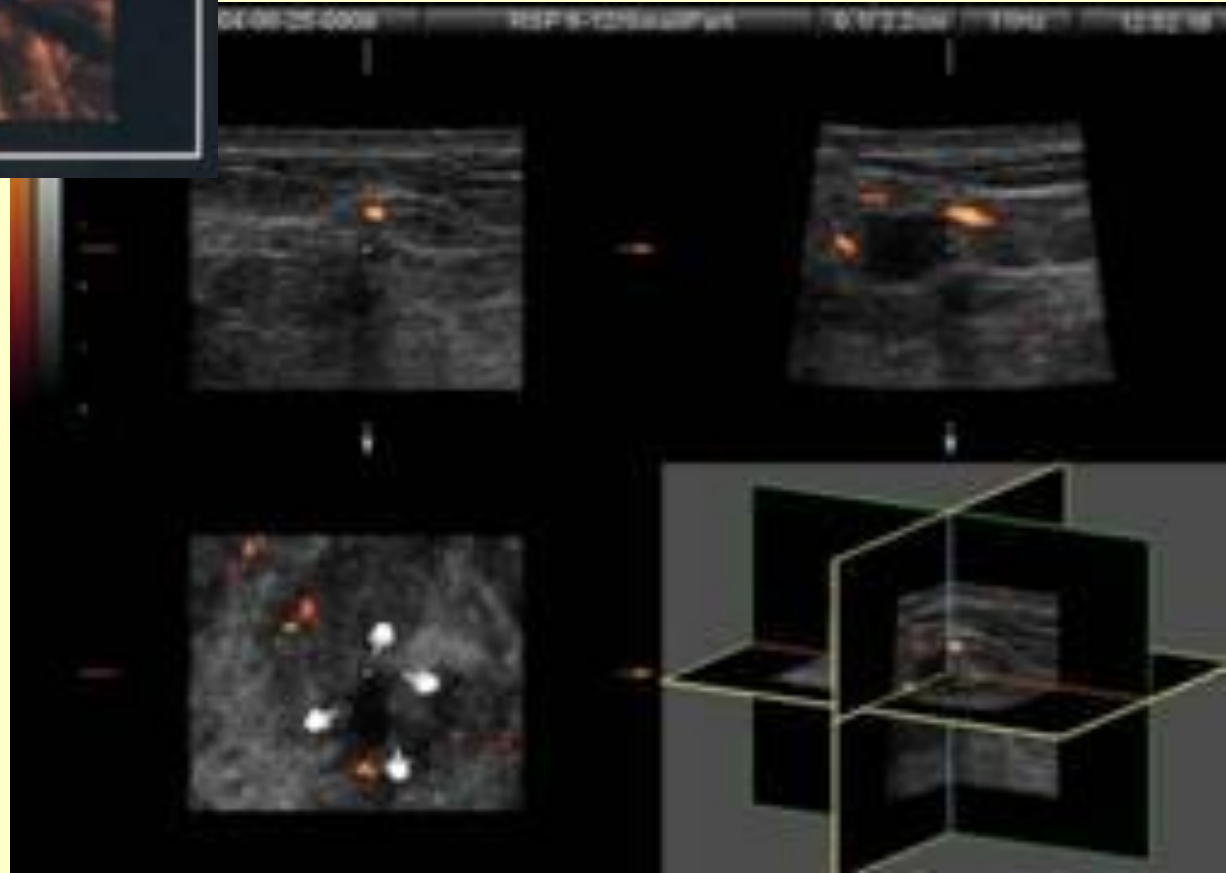
**Jakie inne narządy są badane w USG ?** - innymi najczęściej badanymi narządami są serce, tarczyca, gruczoł krokowy i jądra, węzły chłonne, a nawet stawy i ścięgna. Bóle narządowe (na przykład: głowy, kończyn, brzucha) mogą być wskazaniem do wykonania dopplerowskiej oceny przepływu naczyniowego.

# USG piersi

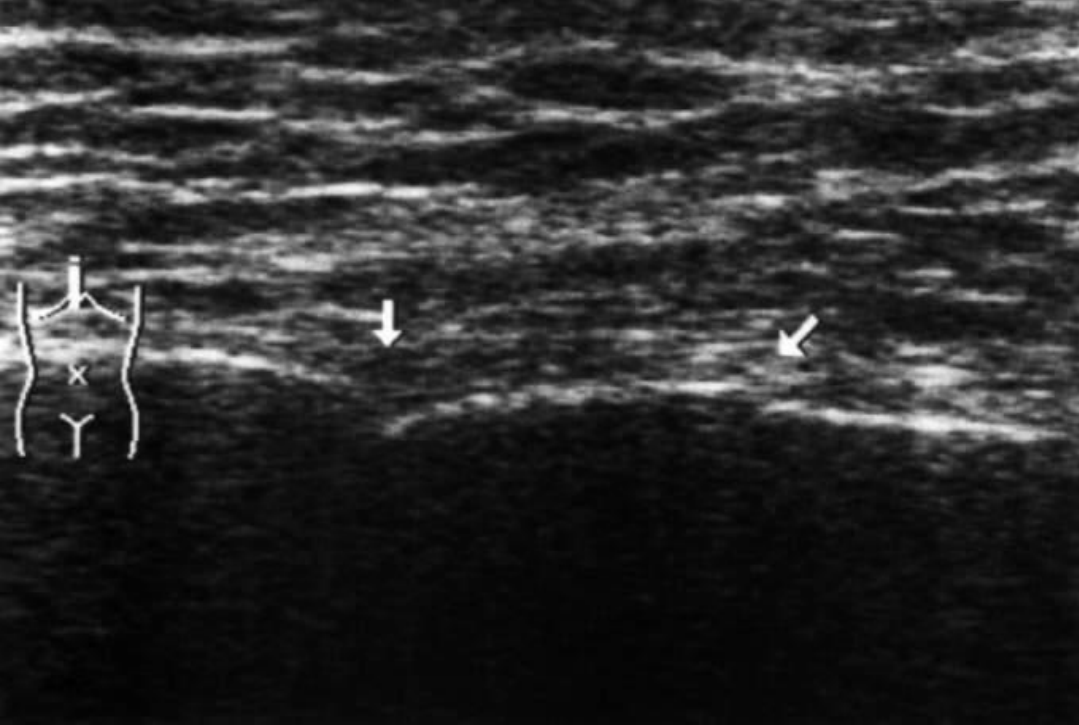
Guz piersi



Rak sutka

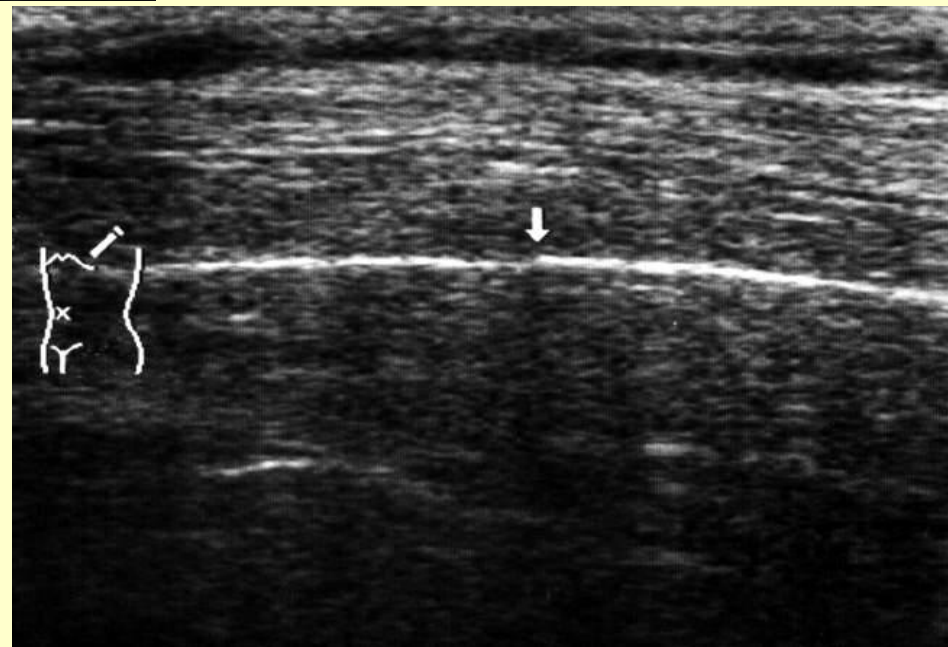


Joanna Grabska-Chrzęstowska



# USG klatki piersiowej

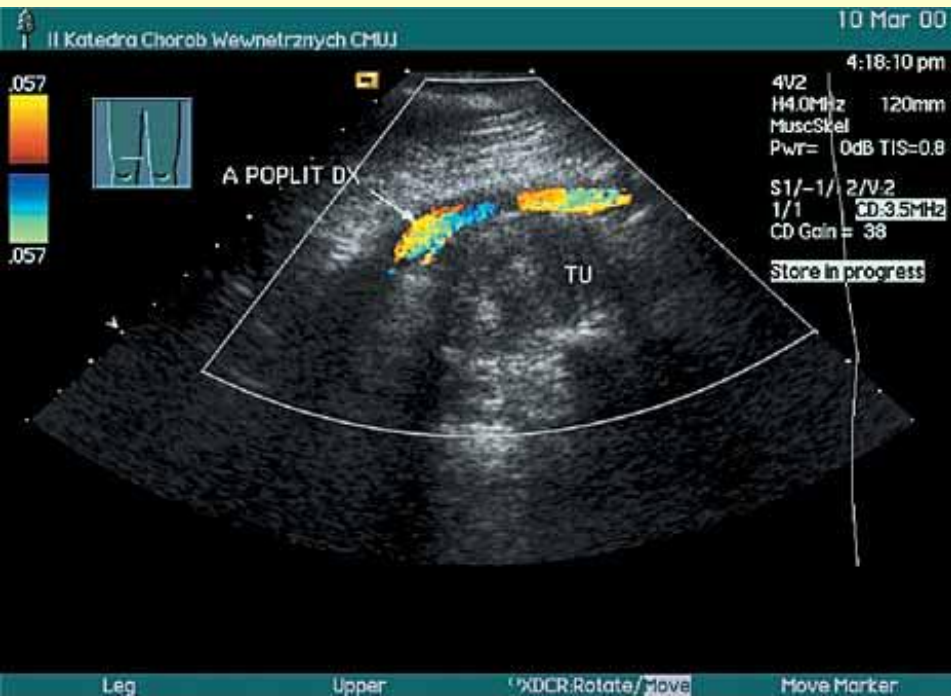
**Dwukrotne załamanie mostka**



**Załamane żebra**

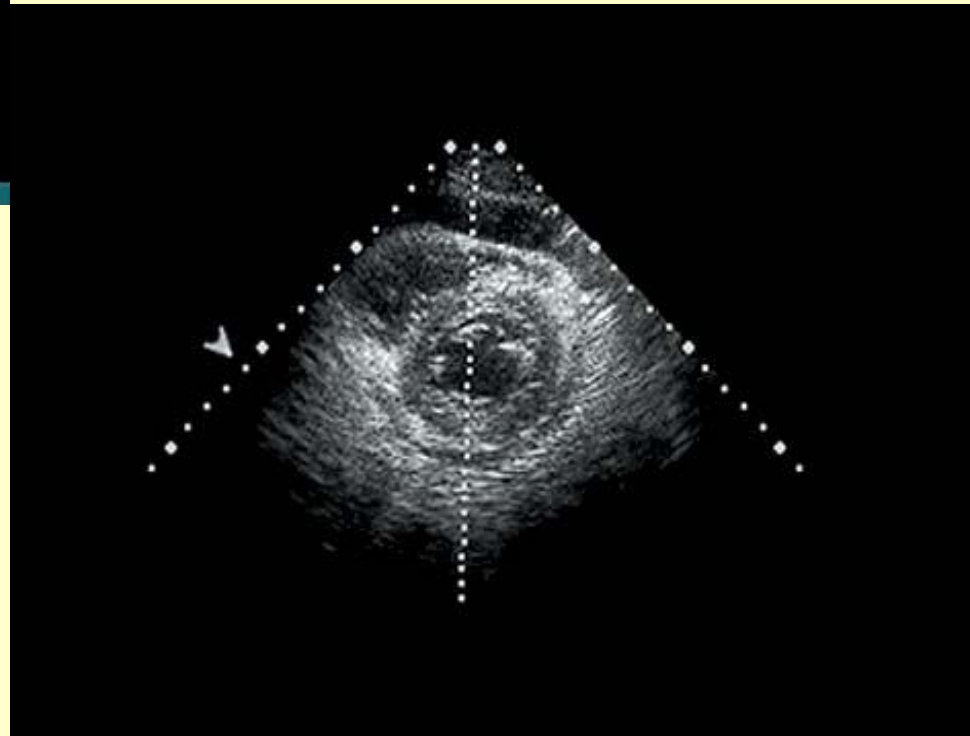
**Joanna Grabska-Chrzastowska**

# USG inne narządy



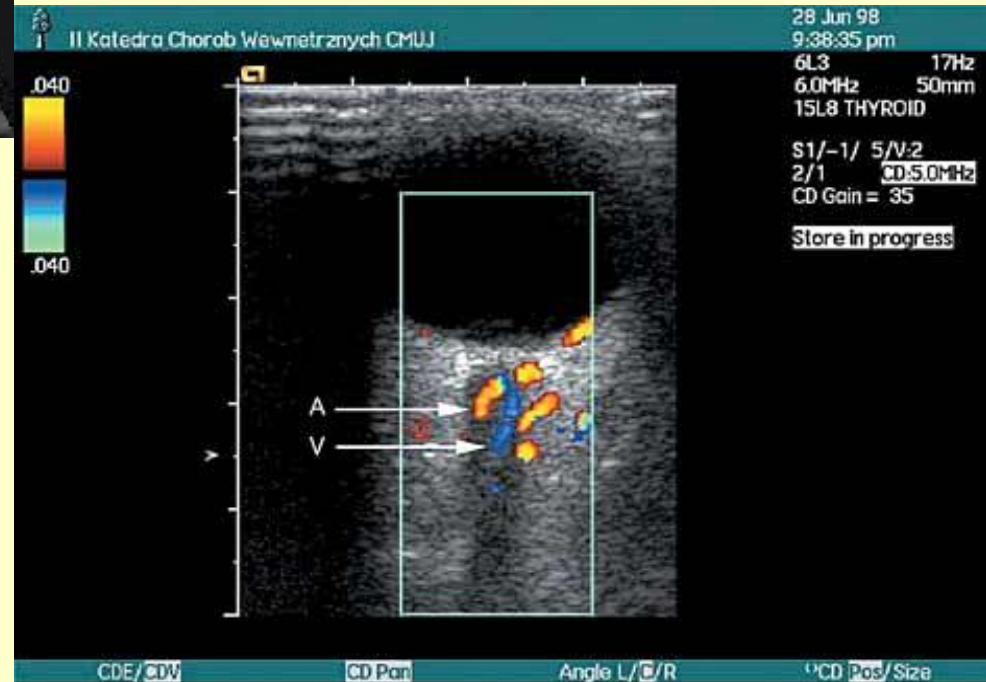
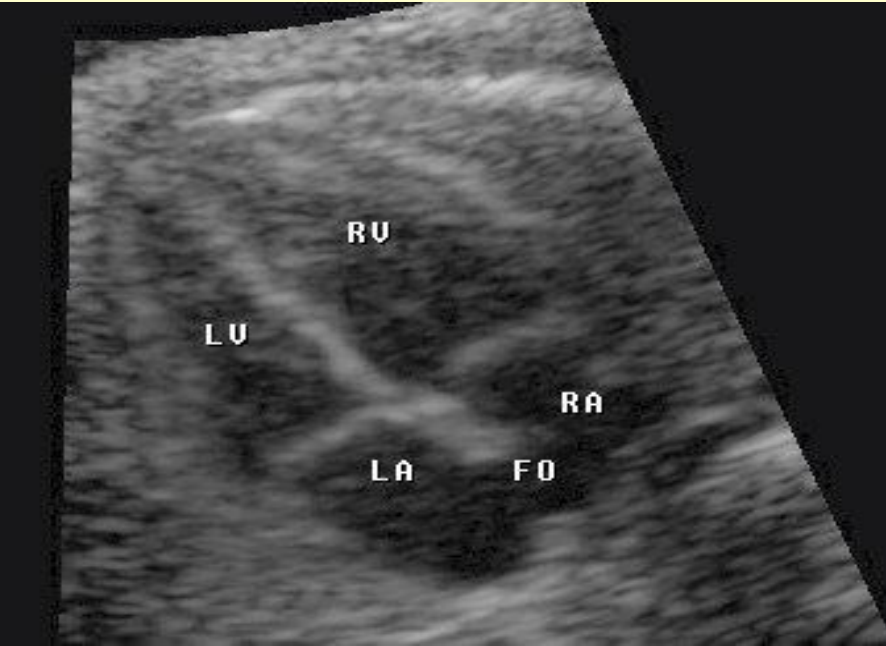
## Guz dołu podkolanowego

## Serce – lewa komora



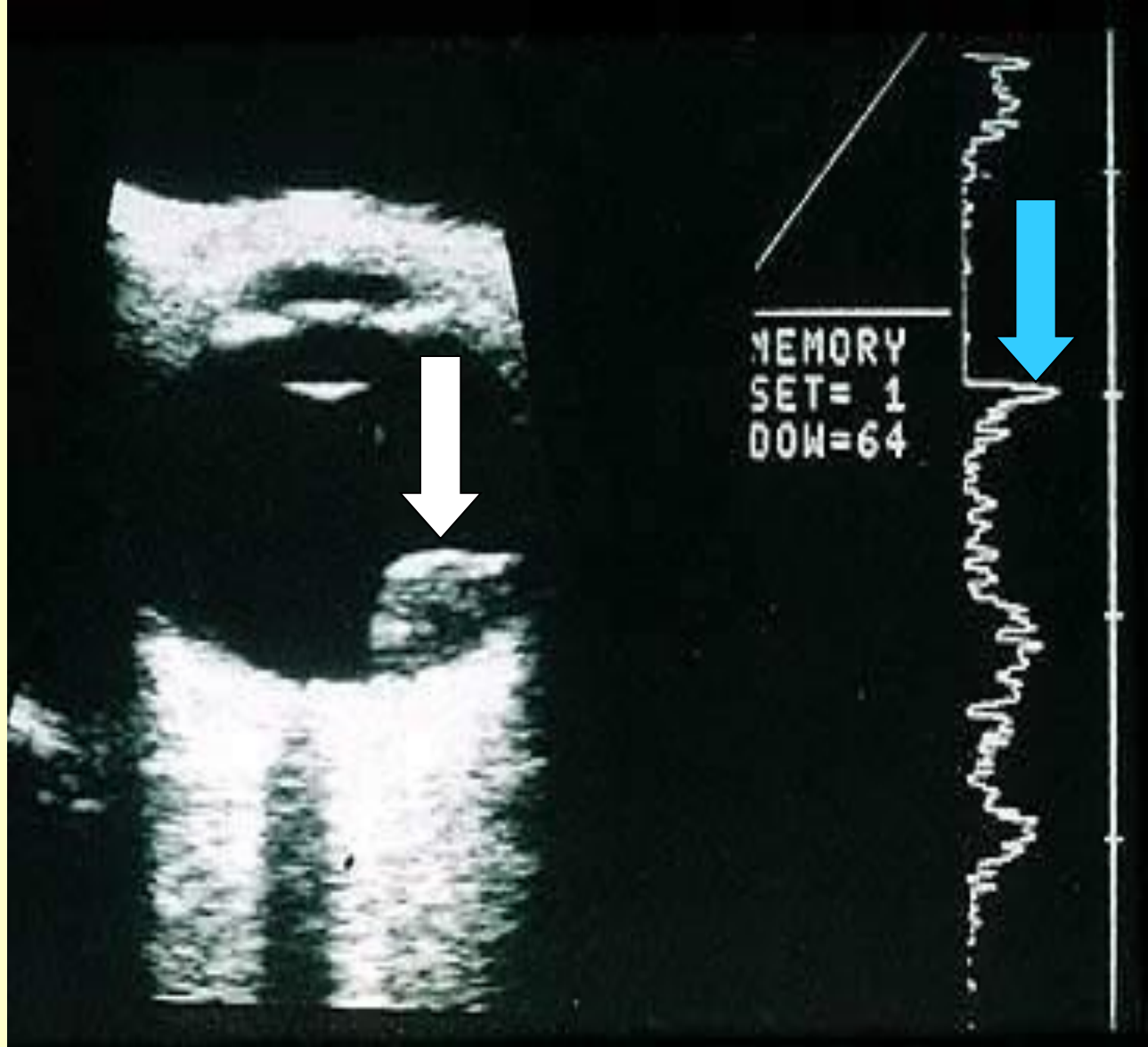
# USG inne narządy

## Serce płodu w przekroju 4 - jamowym

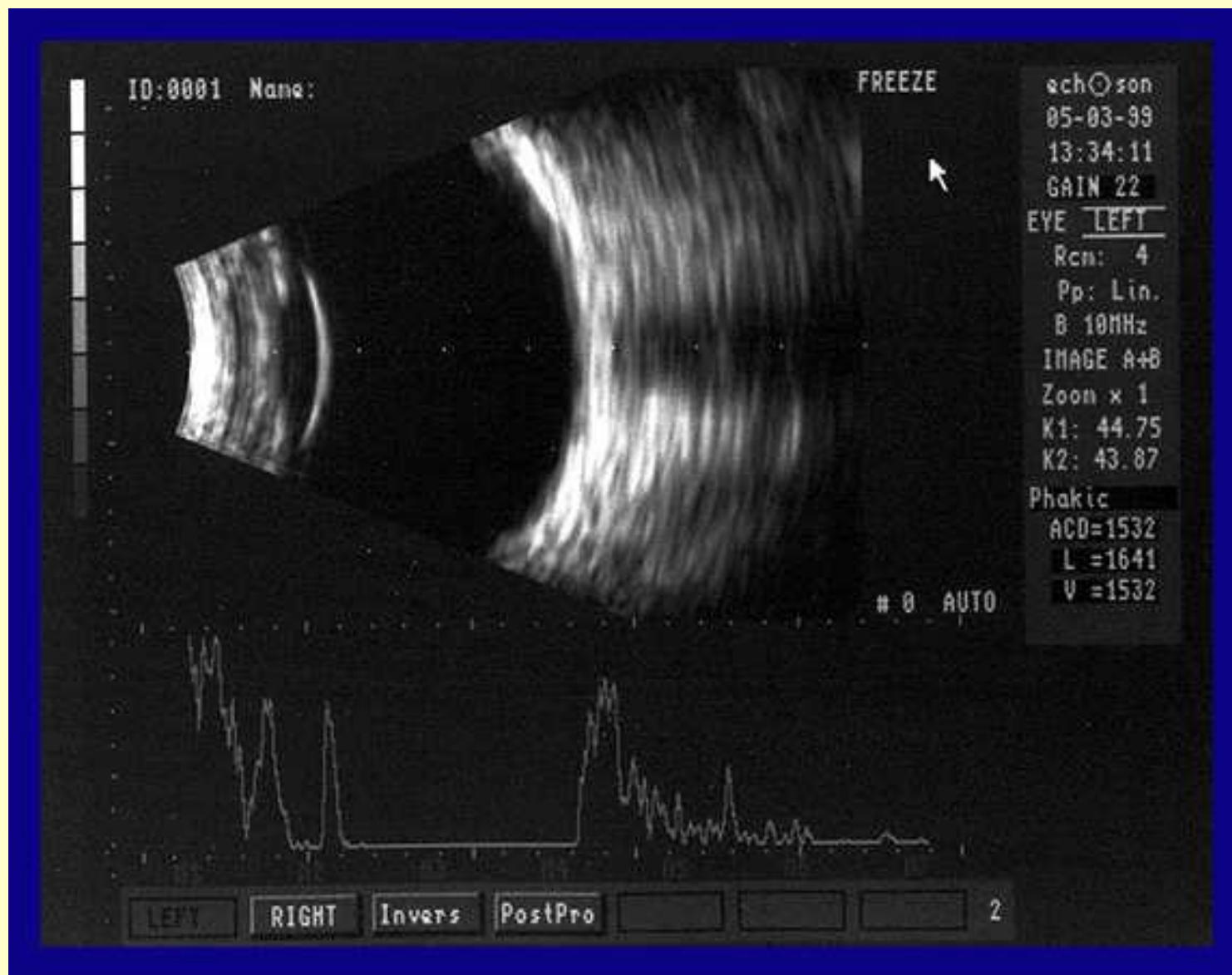


## Naczynia siatkówki w badaniu oczodołu

Ultrasonography of melanomas will demonstrate their shape and relative density. On the left is a B-scan, showing a mass (white arrow) in the posterior aspect of the eye. On the right is an A-scan which shows the high peak (blue arrow) at the surface of the tumor, with low internal reflectivity (lower peaks following the initial spike).

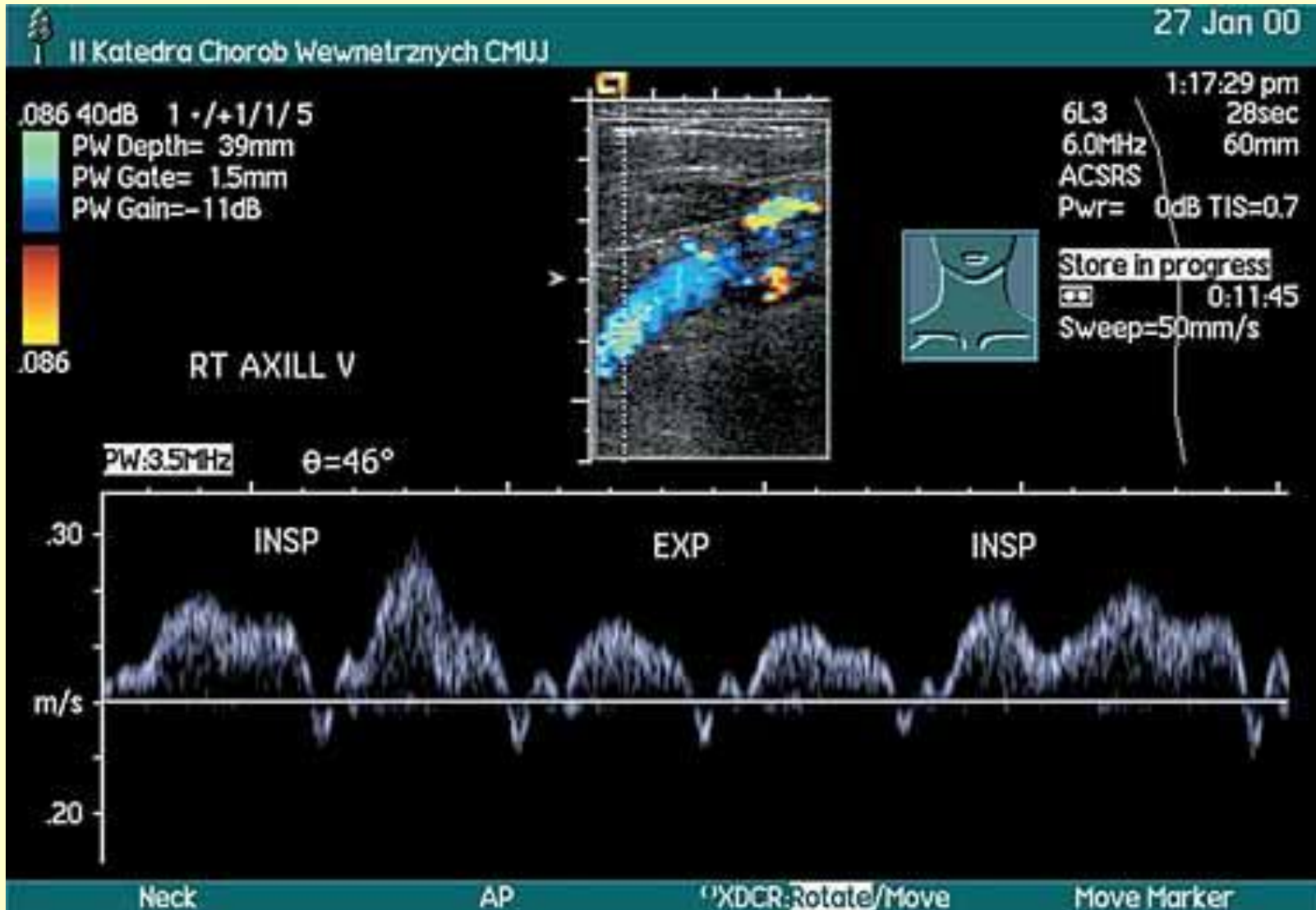


# USG ZDROWEGO OKA



Joanna Grabska-Chrzastowska

# USG inne narządy



**Prawidłowe widmo prędkości przepływu w żyłę pachowej**

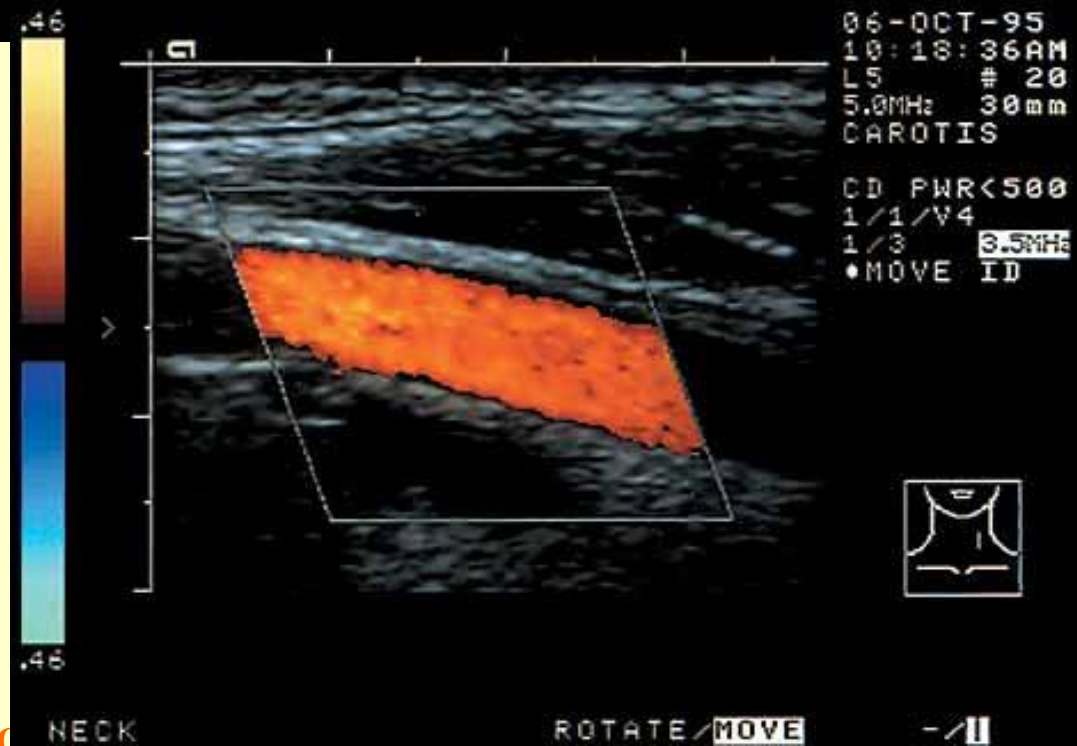
**Joanna Grabska-Chrzastowska**



# USG kolorowy Doppler

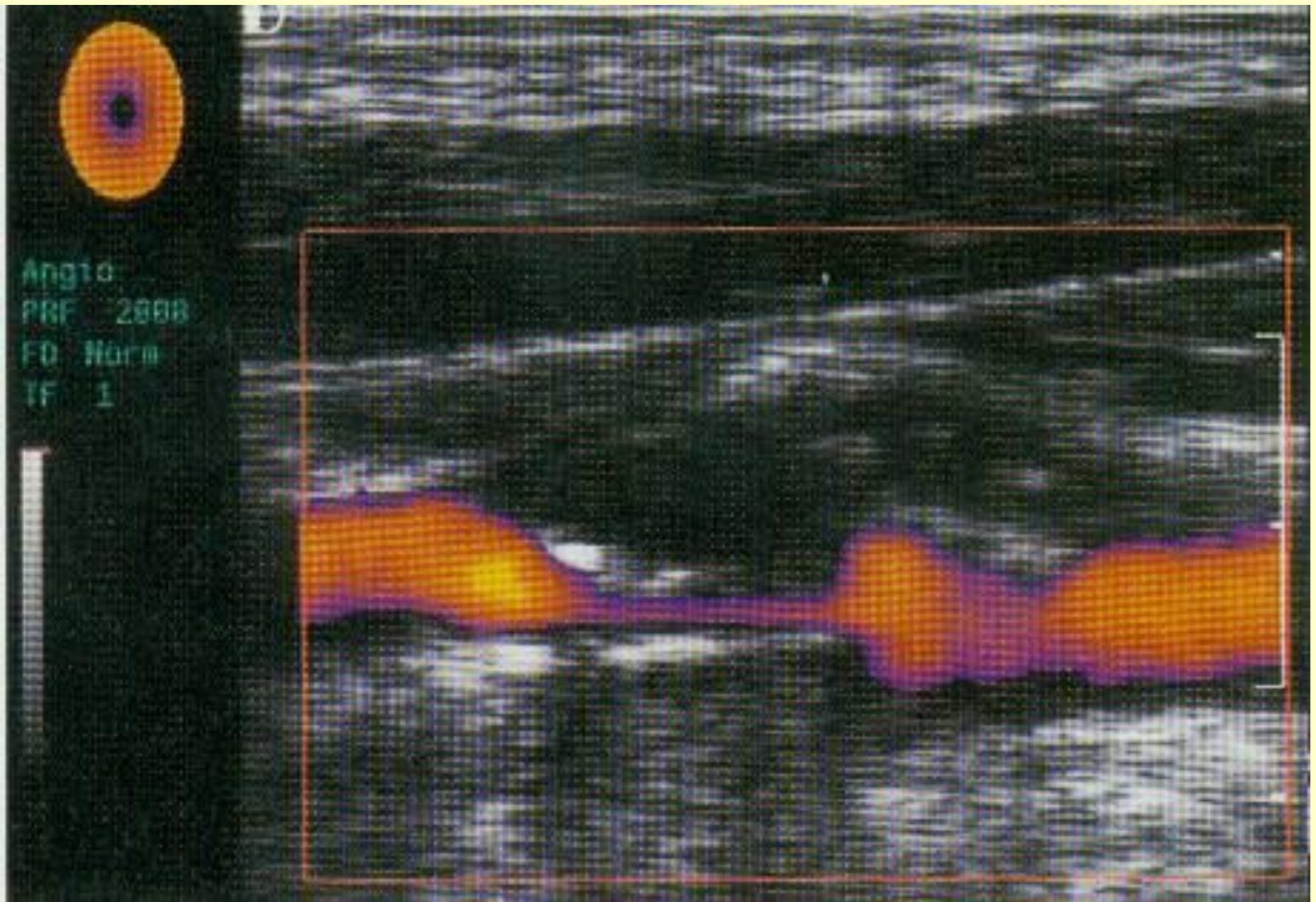


Śledziona

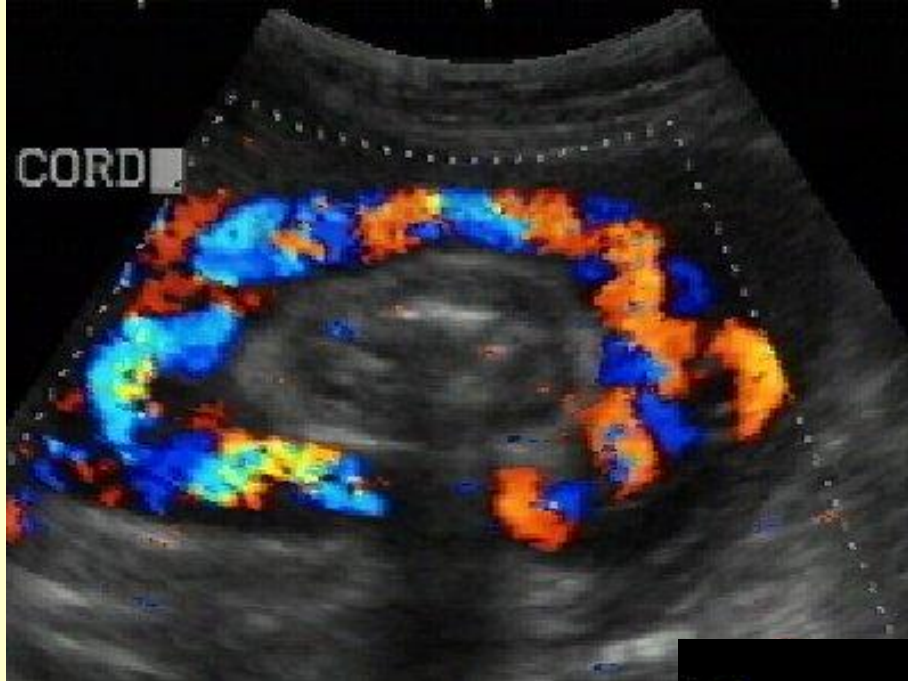


Tętnica szyjna

# USG kolorowy Doppler

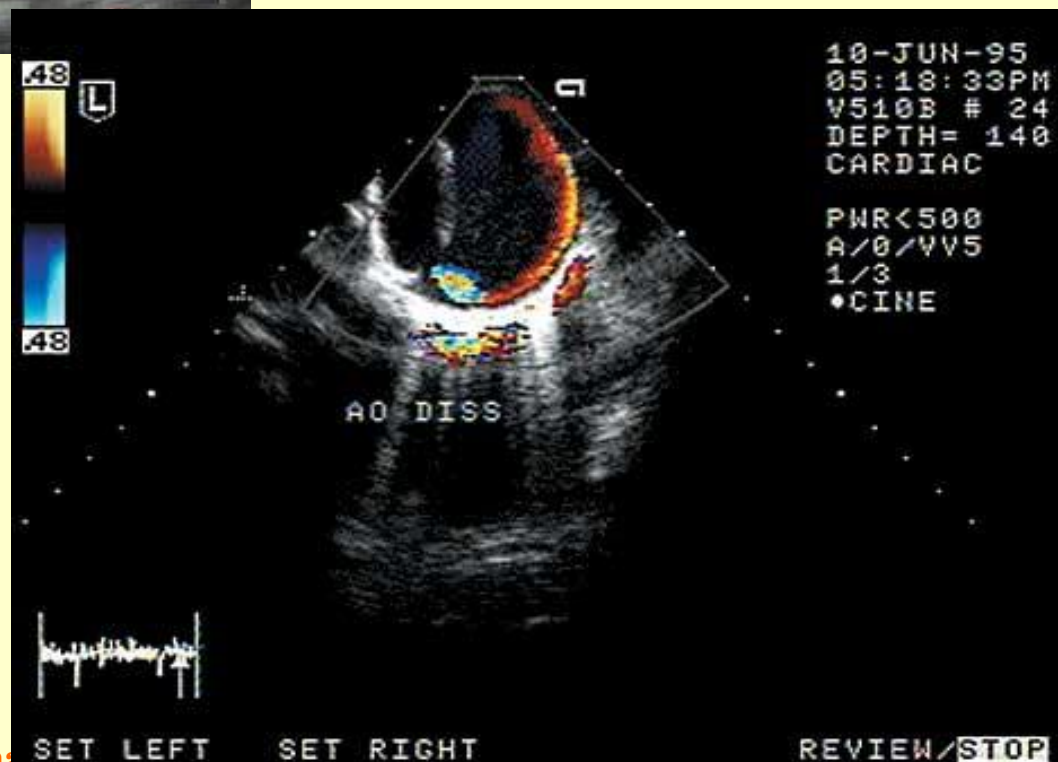


Joanna Grabska-Chrząstowska

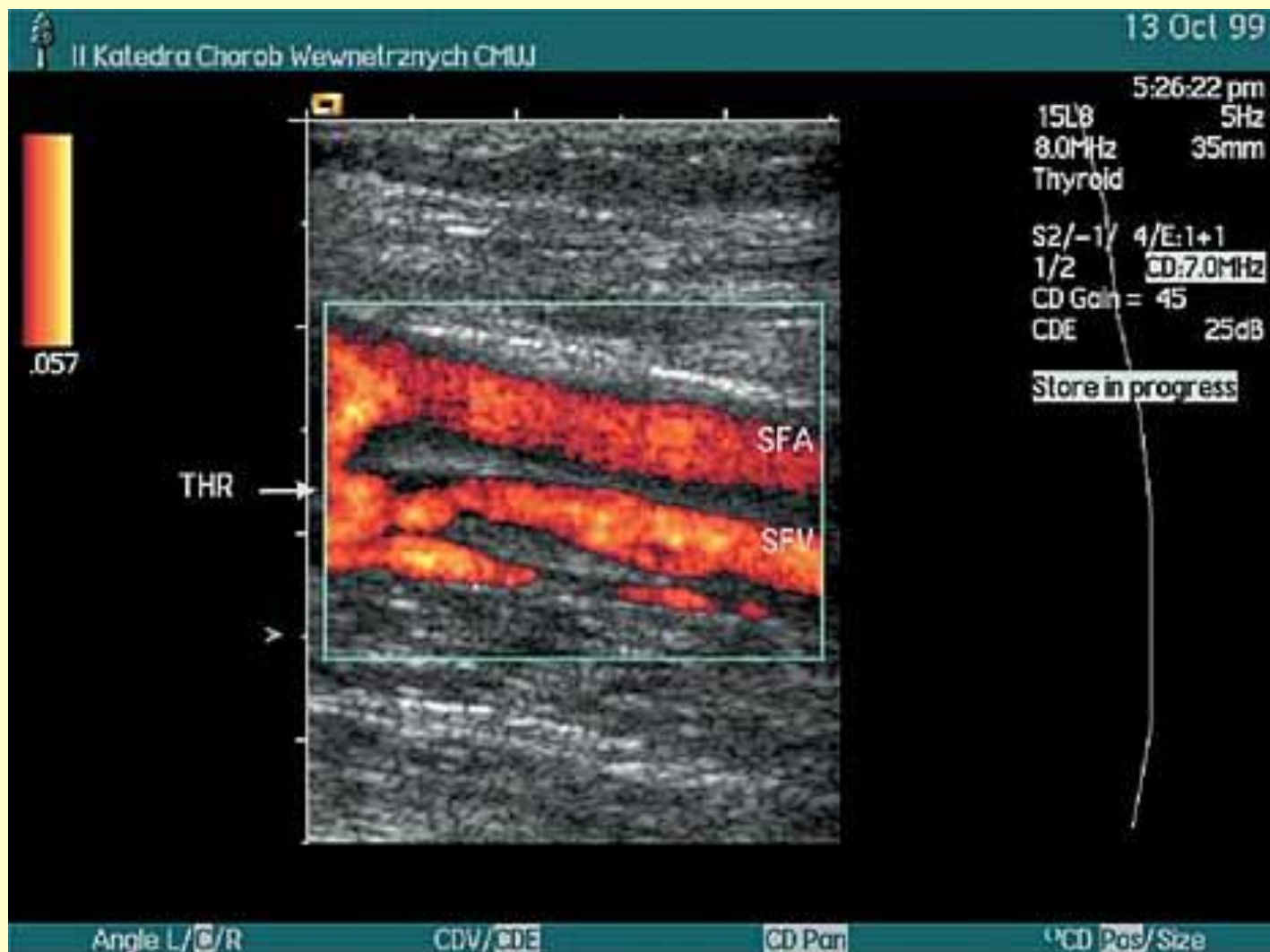


Pępowina owinięta wokół szyi płodu

Rozwarstwienie aorty – przepływ krwi przez ubytek w błonie



# USG kolorowy Doppler



**SFA – tętnica udowa powierzchniowa**

**SFV – żyła udowa powierzchniowa**

**THR – skrzeplina**

**Joanna Grabska-Chrzastowska**

# USG kolorowy Doppler



Żyła udowa wspólna w przekroju poprzecznym.  
Widoczny zakrzep krwi w świetle naczynia.

Joanna Grabska-Chrzastowska

# USG zdjęcia 3D (ciąża)



8 – my tydzień



9 - ty tydzień



10 - ty tydzień



11 - ty tydzień

# USG zdjęcia 3D (BLIŹNIAKI)



-Chrząsto



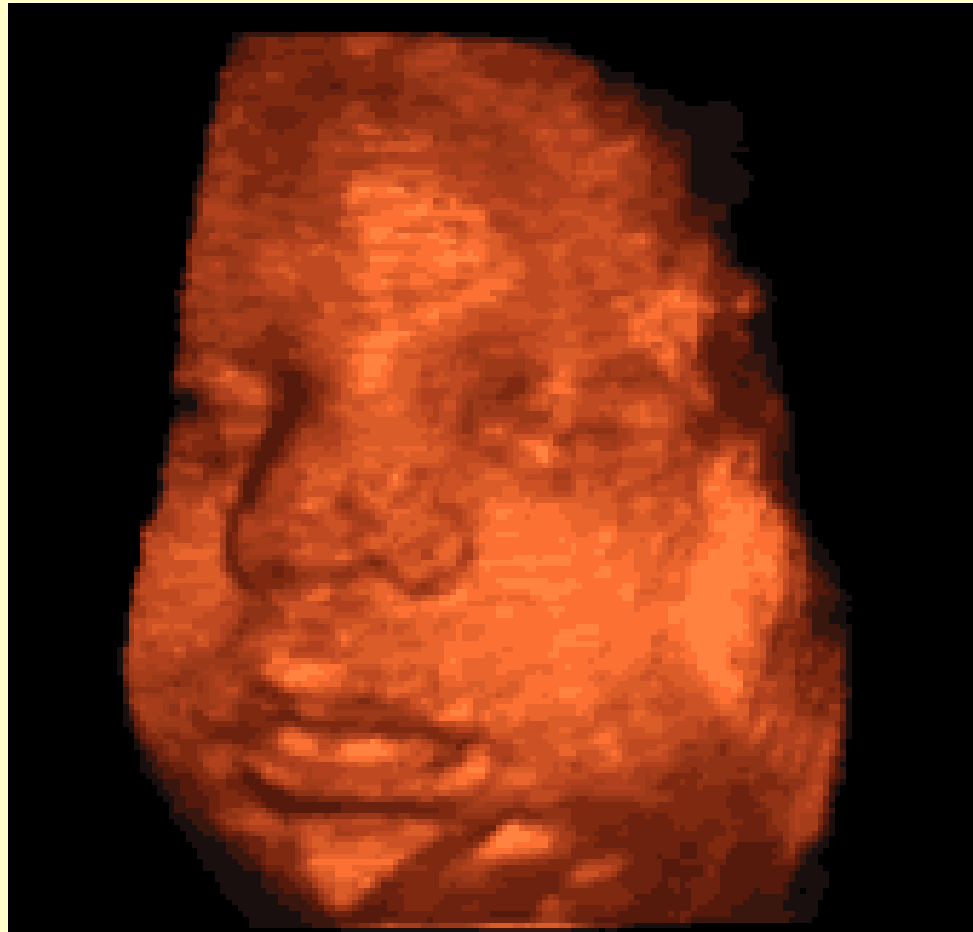
# USG zdjęcia 3D CZWORAKI



Joanna Grabska-Chrząstowska



# USG zdjęcie 3D



Joanna Grabska-Chrząstowska

# USG obrotowe zdjęcia 3D



Joanna Grabska-Chrząstowska

# USG obrotowe zdjęcia 3D



Joanna Grabska-Chrząstowska

# USG obrotowe zdjęcia 3D



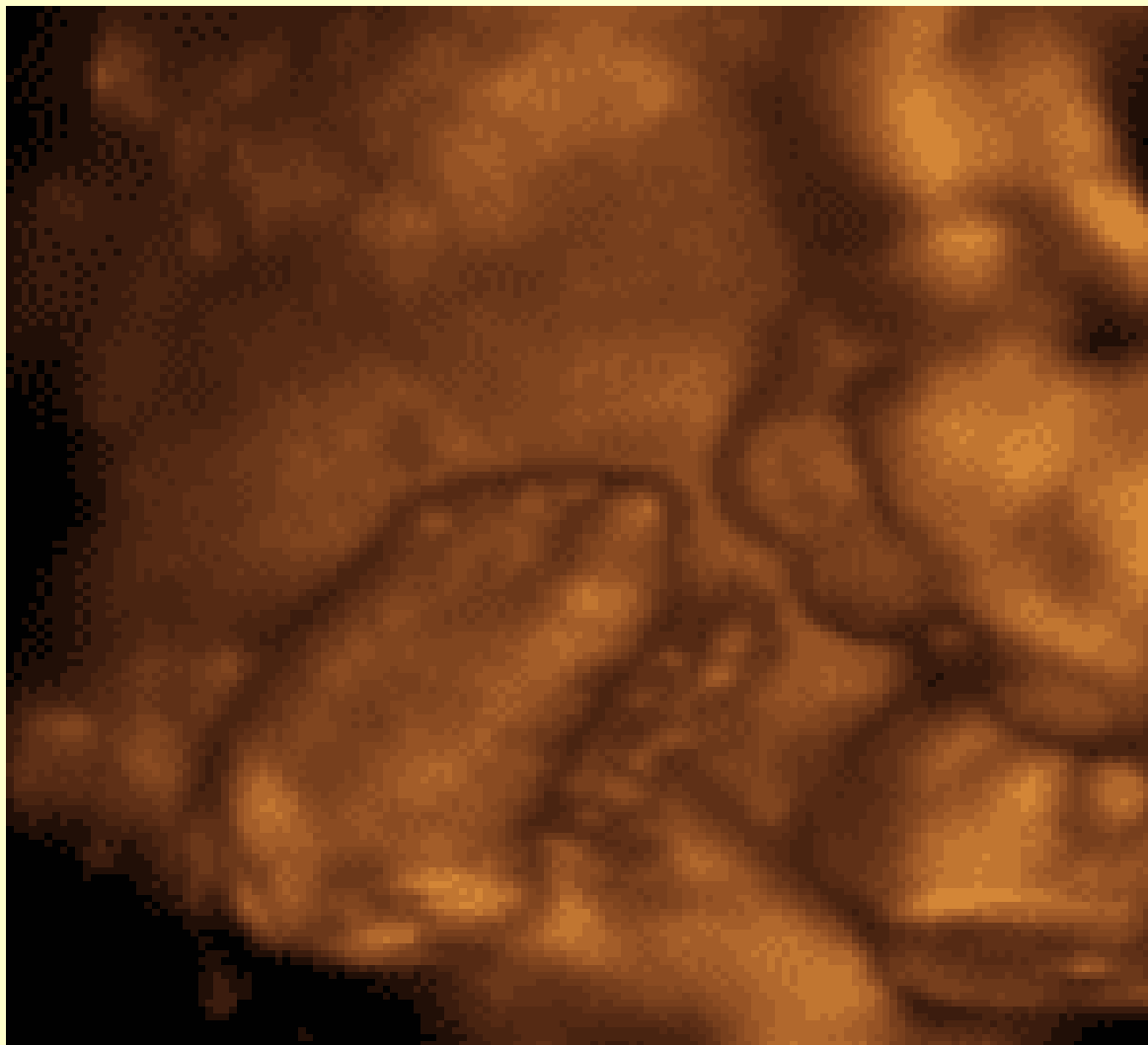
Joanna Grabska-Chrząstowska

# USG obrotowe zdjęcia 4D



Joanna Grabska-Chrząstowska

# USG obrotowe zdjęcia 4D



Joanna Grabska-Chrzastowska

# USG obrotowe zdjęcia 4D



Joanna Grabska-Chrzastowska

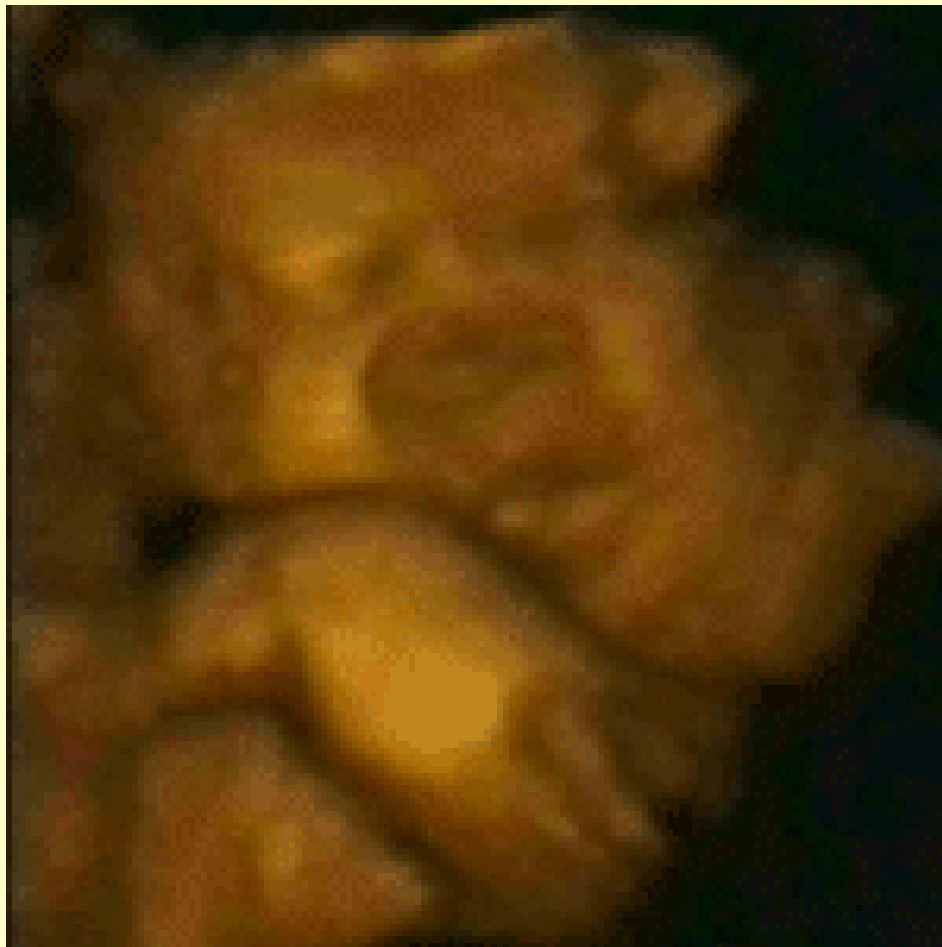
# USG obrotowe zdjęcia 4D



Joanna Grabska-Chrząstowska

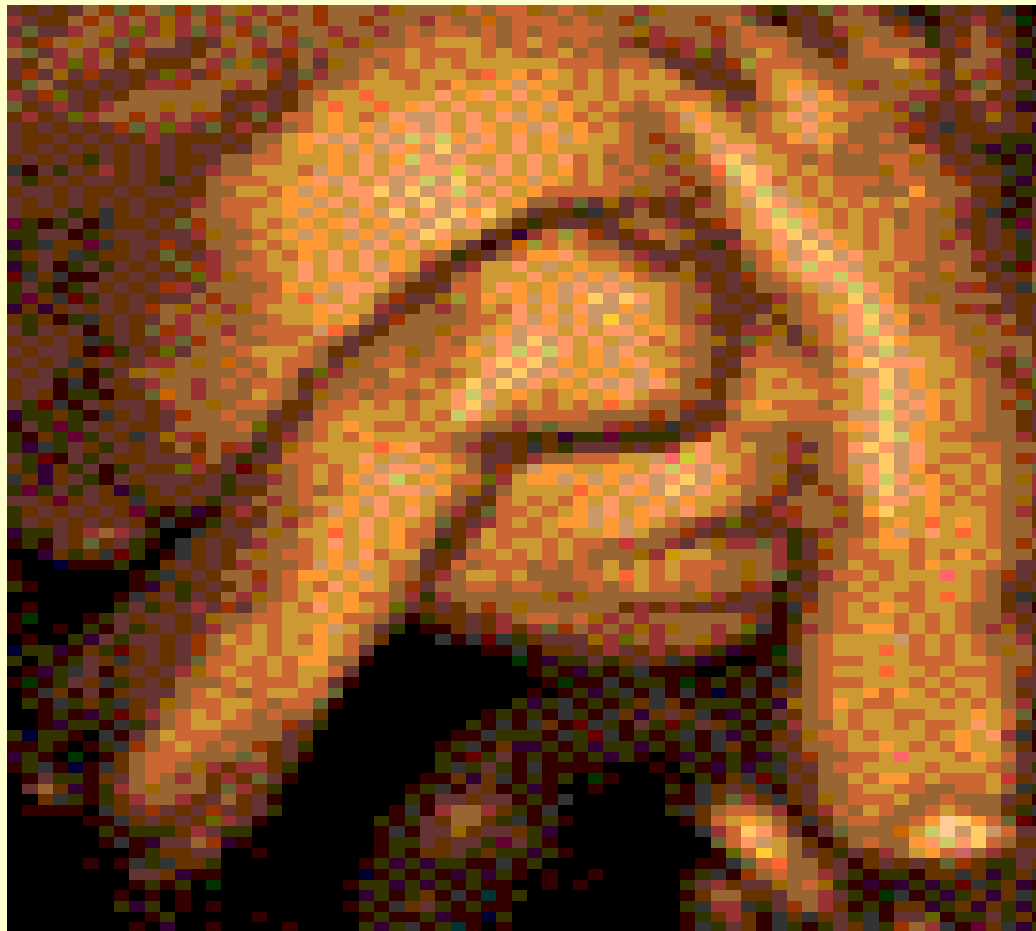


# USG obrotowe zdjęcia 4D



Joanna Grabska-Chrząstowska

# USG obrotowe zdjęcia 4D



Joanna Grabska-Chrząstowska

# Aparat 50 S Tringa

Aparat 50 S Tringa jest najmniejszym USG na świecie. Aparat może być umieszczony na specjalnej rękawicy lub podstawie na stół, zapewniając maksymalną mobilność. Jest to znakomite narzędzie do diagnostyki w stanach zagrożenia życia i w ratownictwie. Tringa 50 S waży 800g i jest zasilany z akumulatora.



Podstawowe cechy aparatu to:

- pakiet obliczeniowy
- umocowana na stałe głowica 3.5/5 lub 5/7.5 MHz
- możliwość różnorodnych pomiarów i ustawień aplikacji
- 3 godz. zasilania z baterii
- wyjście video
- port podczerwieni



# ALOKSA SSD 500

wyposażenie:

- 2 D/ B/ M Mode

- Sonda Convex 3,5 MHz

- Sonda IVT 5,0 MHz

- *opcja*: Sonda Liniowa 7,5 MHz

- Pakiet kalkulacyjny: OB/GIN, Abdominal, Vascular, Interna

- Drukarka cz/b



# Sigma 330

Stacjonarny, uniwersalny, cyfrowy  
ultrasonograf Kontron Medical

- znakomita jakość obrazu w trybach 2D i M
- doskonała czułość w trybie PW/CW
- zastosowanie: jama brzuszna, układ naczyniowy, ginekologia, kardiologia, klatka piersiowa, neurologia, endokrynologia, układ mięśniowo-szkieletowy, ratownictwo
- Tryby obrazowania: 2D (tryb B), Kolor 2D (B-kolor), Powiększenie (read zoom), ROI Zoom (write zoom), Zoom panoramiczny (write zoom), Dual 2D, Quad 2D, PW Doppler (duplex, kolor), CFM (Color Flow Mapping), CW Doppler (duplex), High PRF (duplex i kolor), 3D (3D-Fetal View, 3D-Vascular View), Kolor tryb-M, ECG (układ wyzwiania 2D) i złożone



# Imagic 500

Aplikacje: radiologiczna, kardiologiczna, naczyniowa, sercowo-naczyniowa.

## Cechy wyróżniające Imagic 5000

- przejrzysta klawiatura
- płaski ekran TFT 15''
- połączenia z urządzeniami zewnętrznymi
- ergonomia systemu
- zablokowanie i odblokowanie istniejących badań
- używanie trybów kombinowanych
- dostosowywanie jakości obrazowania do wymagań użytkownika
- zmiana rozmiaru okna w CFM
- możliwość pomiarów w trybie off- line
- możliwość tworzenia oraz modyfikowania raportów
- eksport i import danych: video, obrazy, raporty





**KONIEC**

# Galeria zdjęć USG

- <http://www.ultrasonix.com/abdominal.html>