

Klinika Chirurgii i Onkologii Dziecięcej Uniwersytetu  
Medycznego w Łodzi



# Podstawy Ultrasonografii dla studentów cz.I-teoretyczna

Joanna Gajęcka

Opiekun koła: Dr n. med. Janusz Jabłoński

Kierownik kliniki: Prof. dr n med. Ewa Andrzejewska



# ULTRASONOGRAFIA

- Nieinwazyjna, atraumatyczna metoda obrazowania tkanek, narządów wewnętrznych, przestrzeni płynowych przy pomocy fal ultradźwiękowych
- Obrazowanie ultrasonograficzne wykorzystuje zjawisko echa.



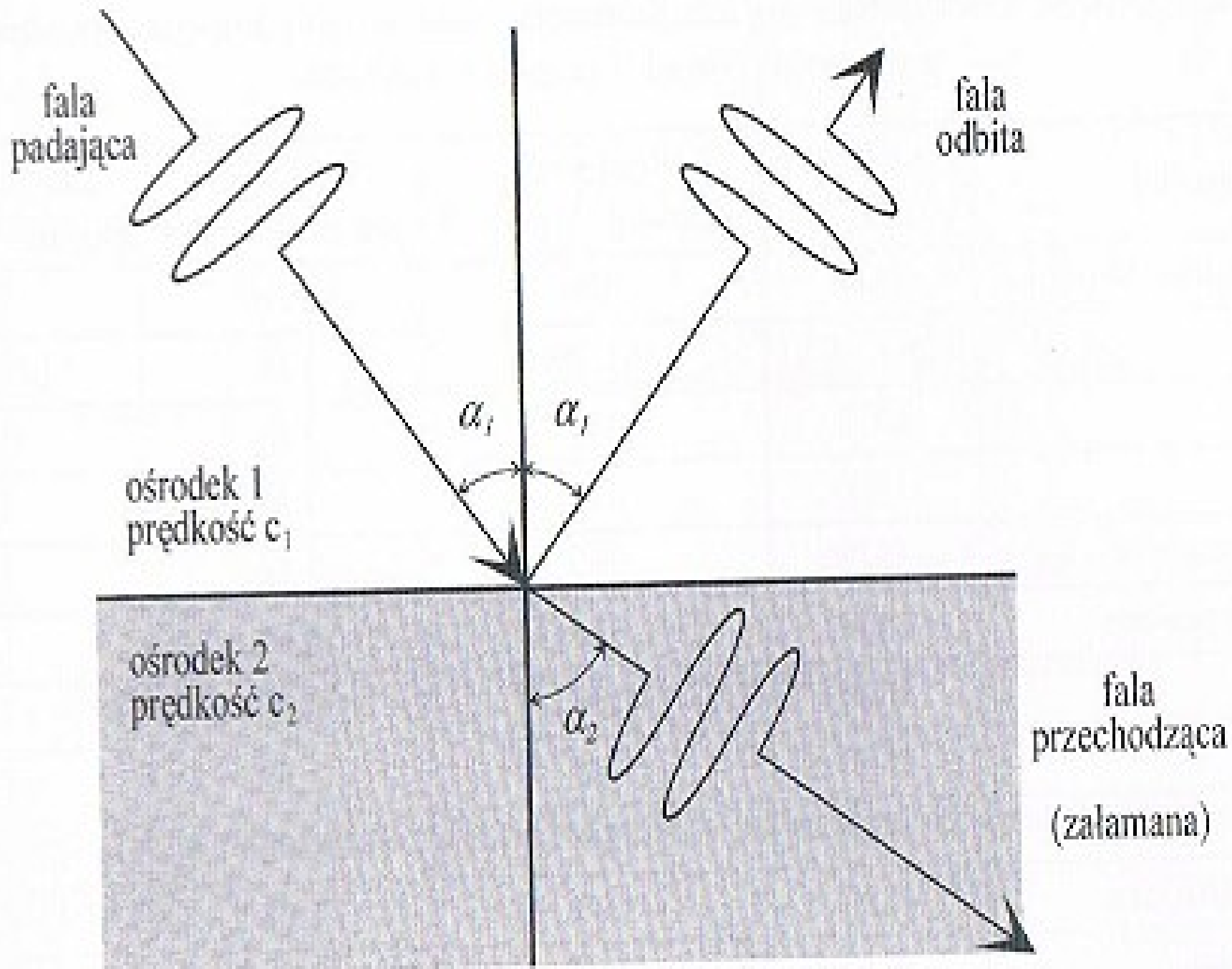
# Ultradźwięki

- Fale- drgania mechaniczne o częstotliwości powyżej 20 kHz, nie wywołujące wrażeń słuchowych
- 50-500 kHz hydrolokacja
- 1-18 MHz badania materiałów, diagnostyka medyczna



# Impedancja akustyczna

- W przybliżeniu jest to iloczyn gęstości i prędkości rozchodzenia się fali w danym ośrodku
- Gdy fala pada na granicę ośrodków różniących się impedancją akustyczną dochodzi do częściowego odbicia fali- tkanka różniąca się od otaczającego ją ośrodka





# Odbicie fali - echo

- Zależy od właściwości elastycznych tkanki-zawartości kolagenu



- Kolagen jest strukturą najbardziej echogenną
- Wielkość echa zależy od tego jaka część energii fali odbija się, a jaka przenika przez granicę ośrodków - współczynnik odbicia
- Im mniejsza częstotliwość fali tym większa penetracja



# Tłumienie

- Energia fali ultradźwiękowej ulega zmniejszeniu w czasie propagacji w tkankach
- Spadek energii zależy od szeregu czynników ( np. przewodności cieplnej, tarcia wew. lepkości, procesów molekularnych)



# Aparatura USG





# Wytwarzanie ultradźwięków

- wywołane drganiami umieszczonych w głowicy kryształów- piezoelektryków
- materiały krystaliczne: kwarc (klasyczny),
- wypierany przez syntetyki: tytanian baru, cyrkonian ołowiu, tytanian ołowiu



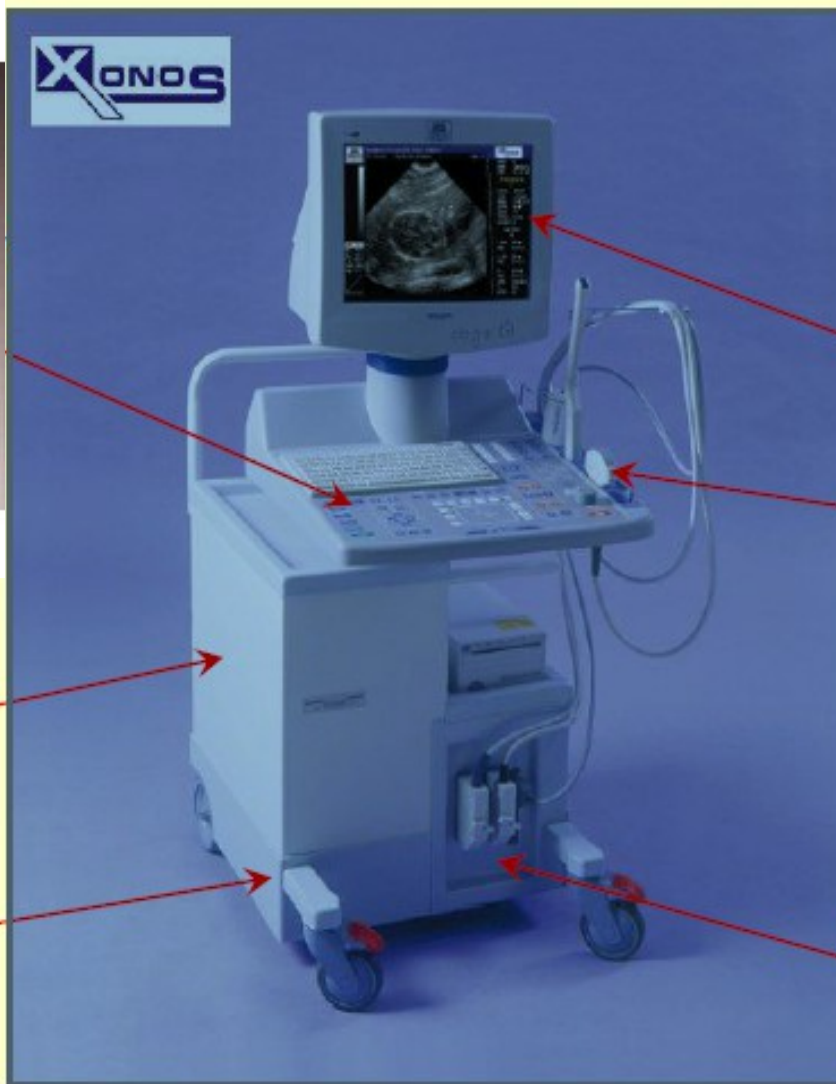
- **zjawisko piezoelektryczne:**

wytwarzanie potencjału elektrycznego przy mechanicznym oddziaływaniu na kryształ

- **odwrotne zjawisko piezoelektryczne:**

bezpośrednie przekształcenie potencjału elektrycznego w drgania mechaniczne

# BUDOWA SKANERA USG



Cyfrowy procesor  
sygnałowy

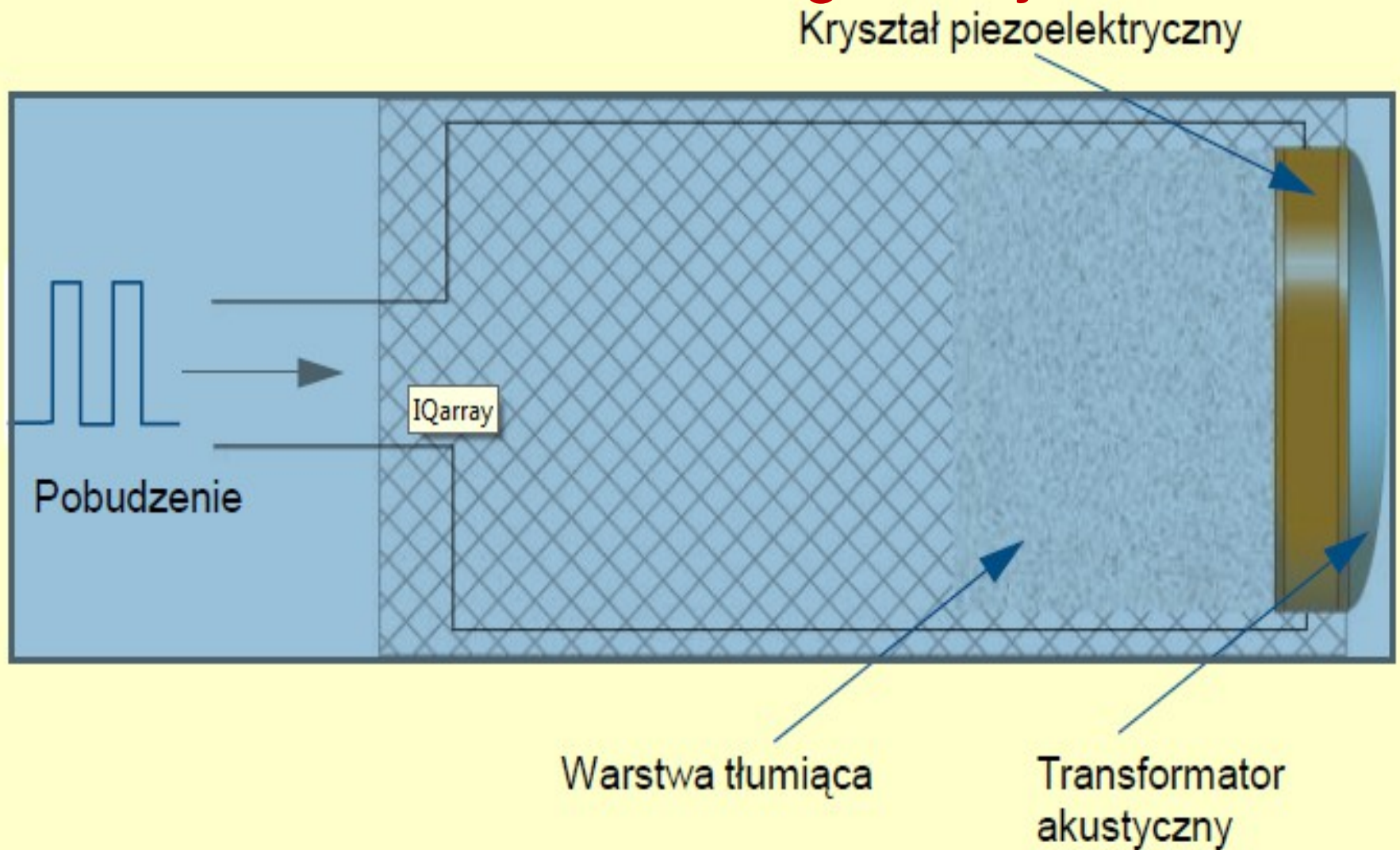
Transformator  
izolacyjny i zasilacz

Monitor

Sondy

Analogowy procesor  
sygnałowy

# Budowa głowicy





- Kryształ podzielony jest na małe elementy działające jako osobny przetwornik
- Połączone polimerem
- Każdy element wytwarza własną falę



- układy elektryczne generują krótkotrwałe impulsy
- Przewodem docierają do głowicy wprawiając w drgania kryształy
- Wyemitowana zostaje płaska wiązka ultradźwięków, która wnika w głąb narządów- odbita część wraca do głowicy w postaci echa



- „echo” wprawia w ruch kryształy- powstają impulsy elektryczne
- Impulsy zostają zarejestrowane i przetworzone przez mikroprocesor- powstaje obraz





# Zasada obrazowania

## ■ PREZENTACJA A

- Od skrótu amplituda

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

Do uzyskania obrazów w prezentacji A wystarczy głowica USG z pojedynczym kryształem piezo-elektrycznym, nadająca impuls pobudzający i odbierająca powstające w ośrodku badanym echa

- okulistyka

JUNE/02/1999

AVERAGE TL = 0.00mm

STD.:0.00

G = 82.7dB

# 1 RIGHT

AC = 0.00mm

L = 0.00mm

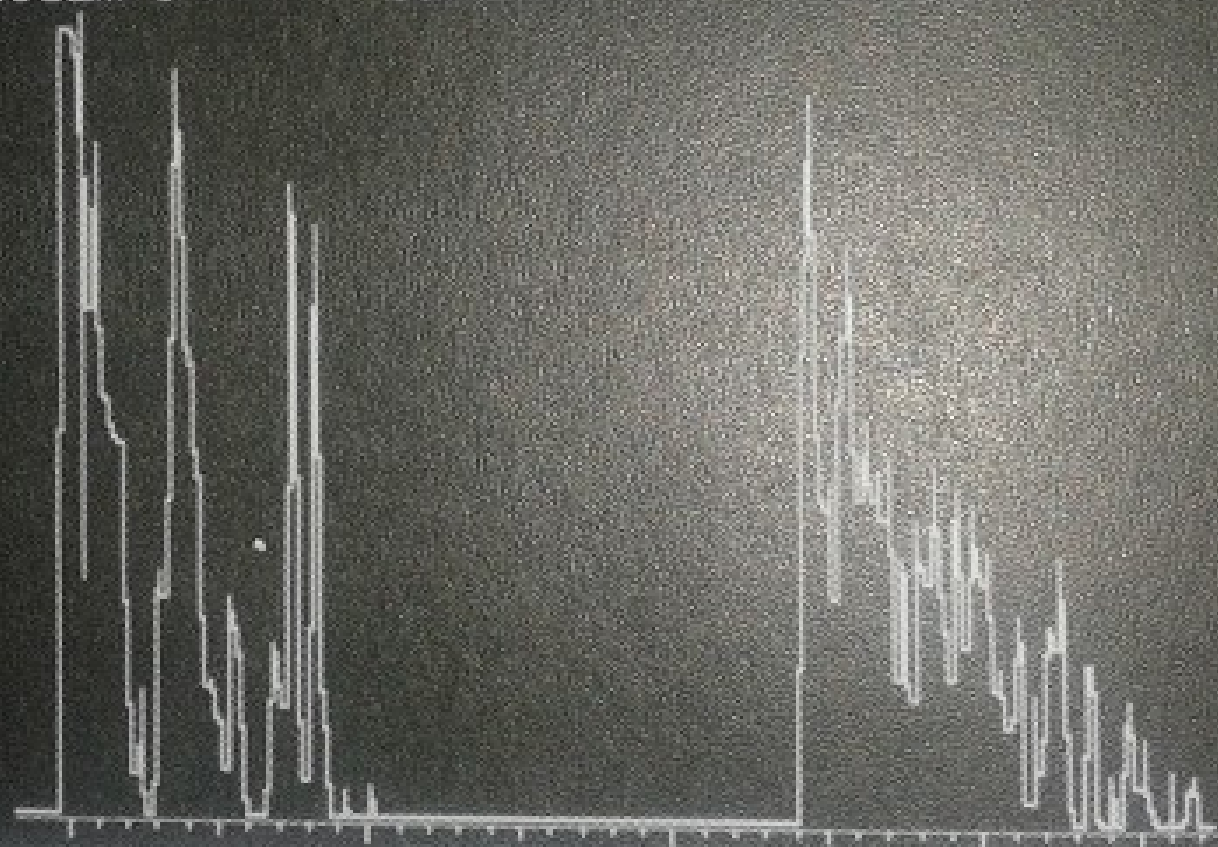
V = 0.00mm

LT = 0.00mm

1532m/s

1641m/s

1532m/s



$t_1, d_1$

$t_2, d_2$

Rys. 1.4. Echa od struktur oka w prezentacji A.



## ■ PREZENTACJA B

### □ BRIGHTNESS

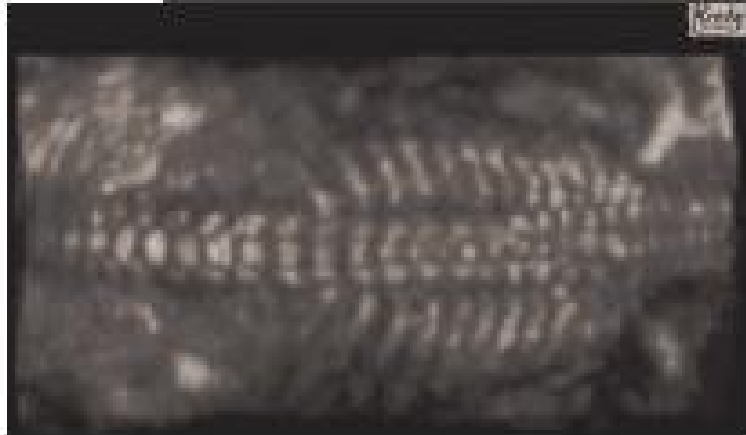
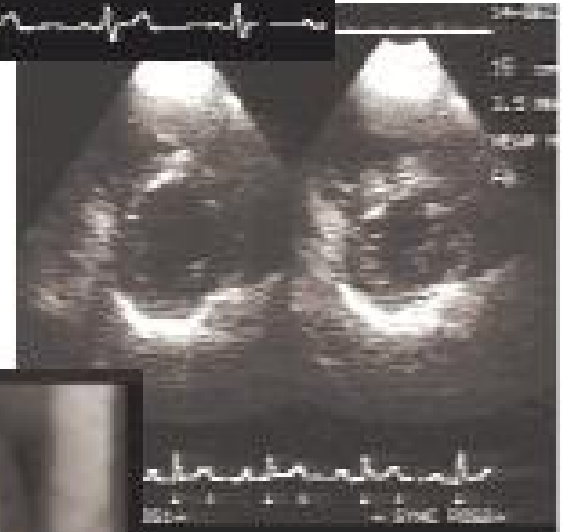
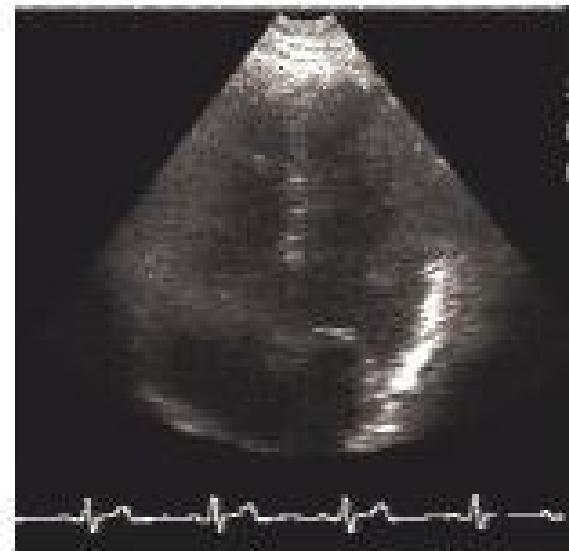
Echa zostają zmienione na „świecące plamki” na ekranie monitora

Jasność plamki jest proporcjonalna do amplitudy echa

Im większa amplituda tym jaśniejsza plamka

- W czasie rzeczywistym możliwe do zaobserwowania ruchy np. perystaltyka, tętnienia, ruchy płodu

# Projekcja typu B





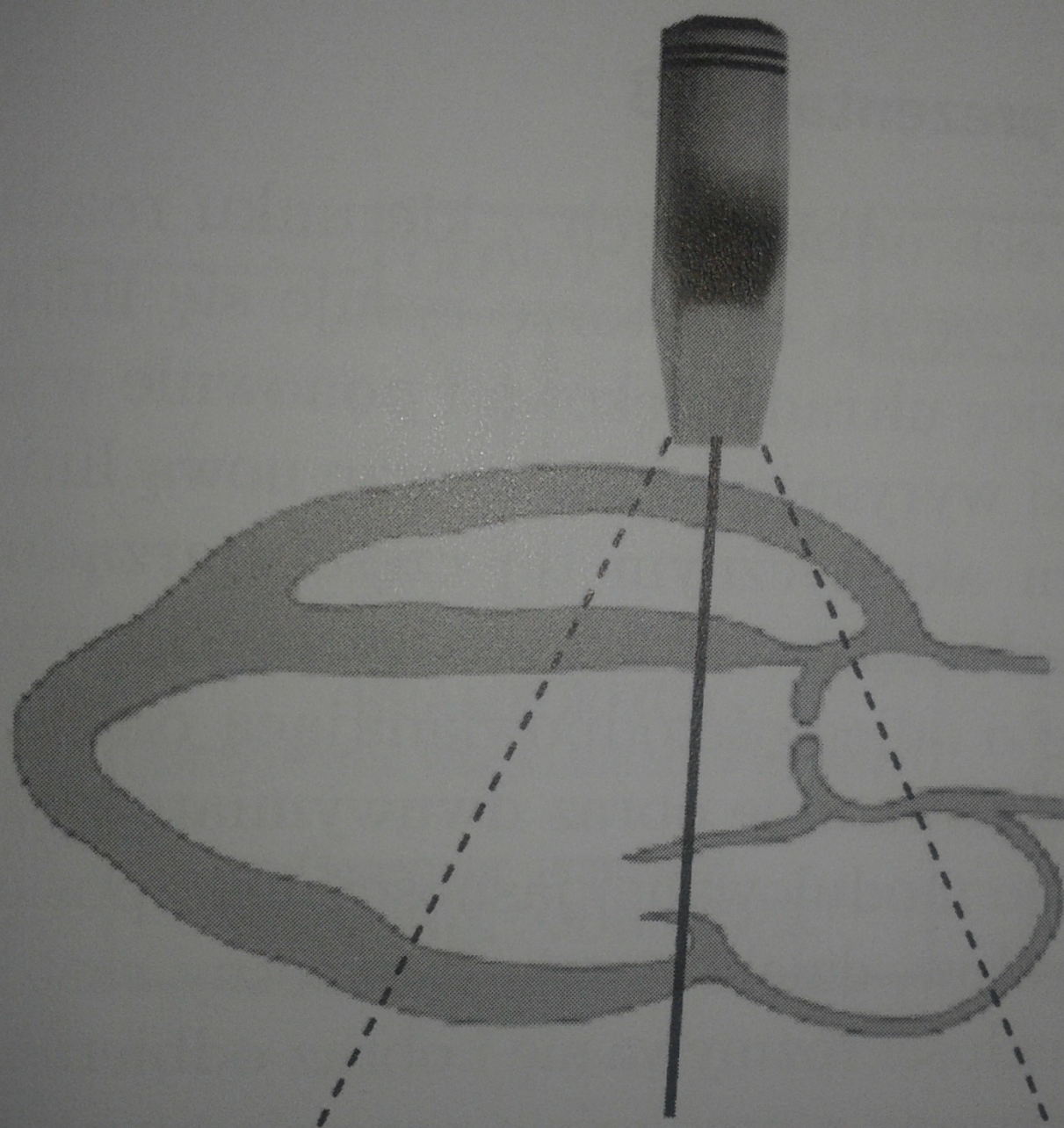
## ■ PREZENTACJA M

MOVEMENT, MOTION

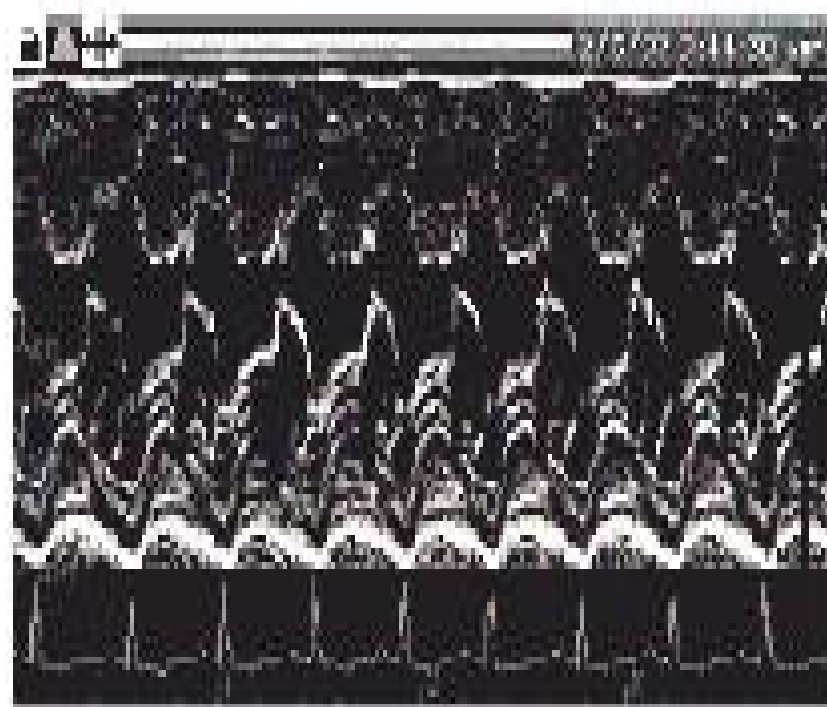
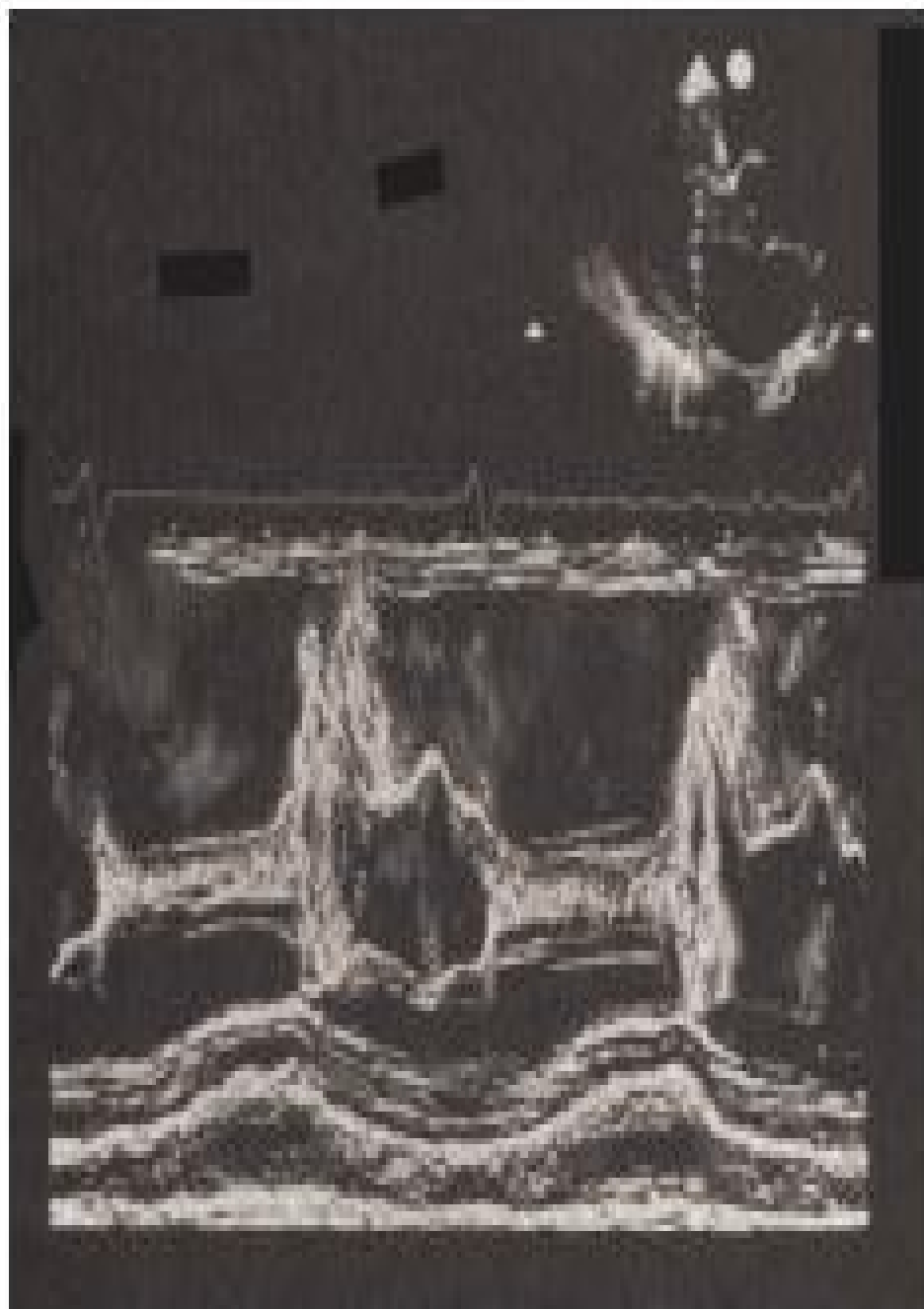
Podstawa czasu rozjaśniona jedynie w miejscu powstania ech  
Echom od ruchomych narządów odpowiadają na podstawie  
czasu poruszające się rozjaśnione plamki

Położenie echa rejestruje się wzdłuż osi pionowej monitora, czas  
na osi poziomej

- Badanie czynności serca i obrazowanie jego struktur, badanie aorty brzusznej i jej tętniaków



Rys. 1.9. Zasada prezentacji M.





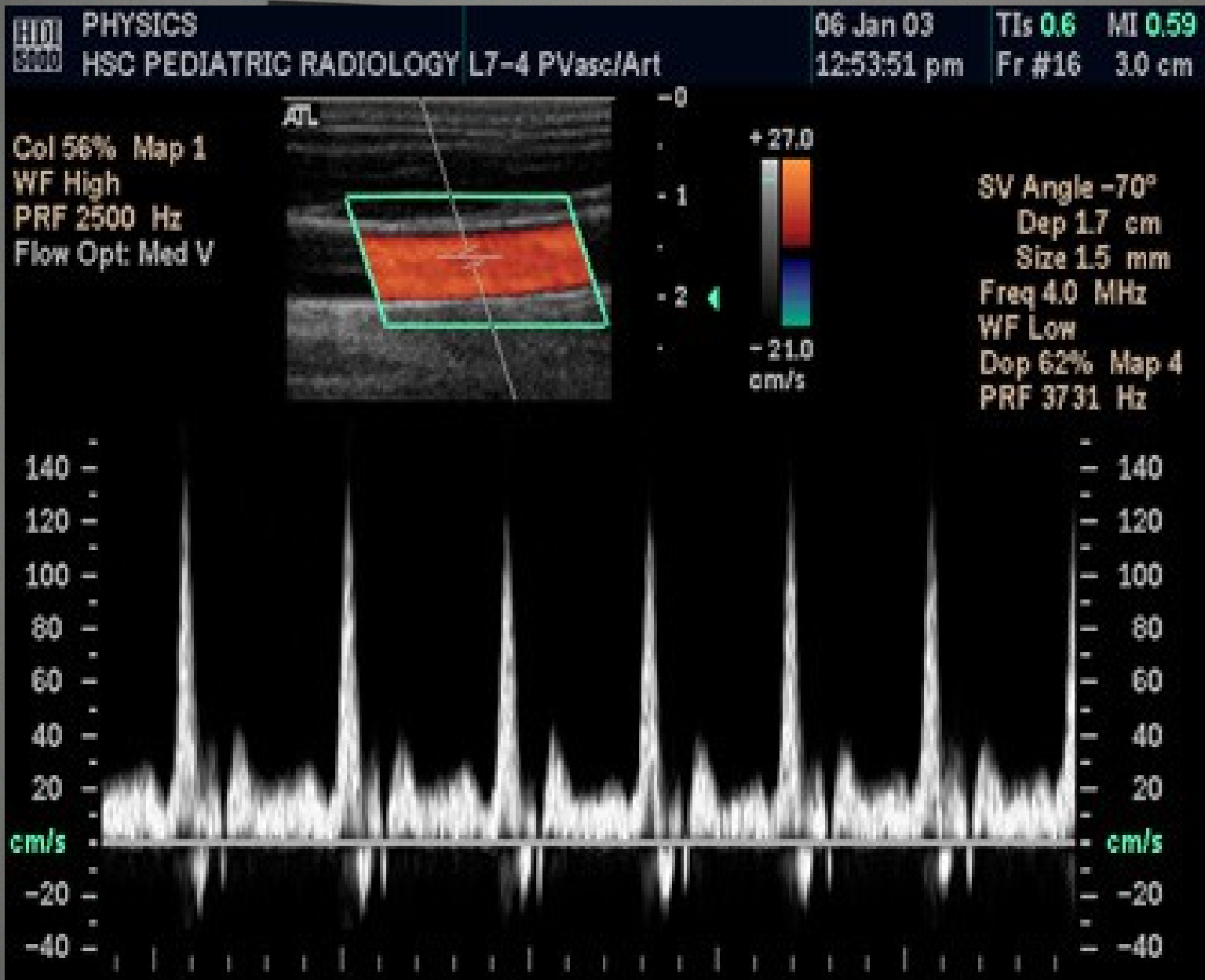
## ■ PREZENTACJA D

### Doppler

Badanie dopplerowskie pozwala na ocenę przepływu krwi w dużych tętnicach i żyłach wykorzystując zmiany długości fal ultradźwiękowych odbitych od poruszających się krwinek.

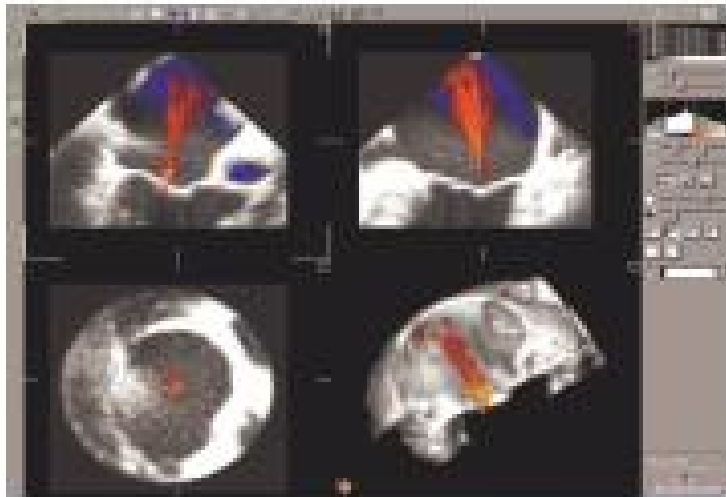
Poszukuje się w tych naczyniach między innymi obecności zwężeń spowodowanych skrzepinami lub innych procesów chorobowych



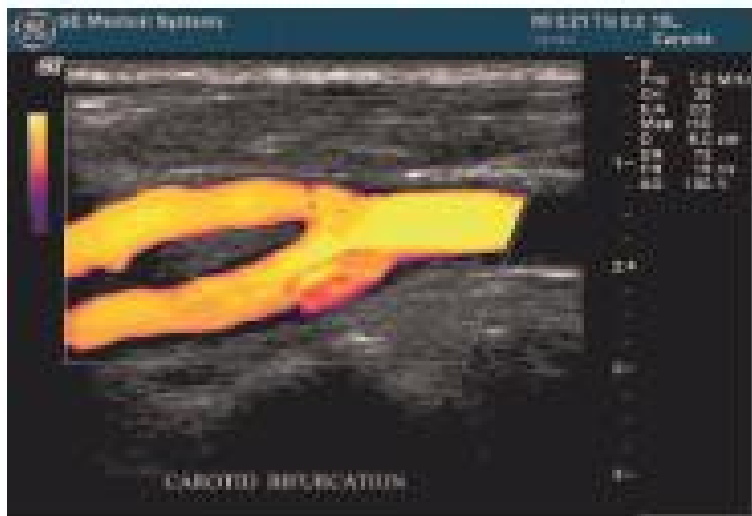


Rys. 1.34. Zasada zjawiska Dopplera.

# Doppler 2W i ...



Kolorowy Doppler



ower Doppler



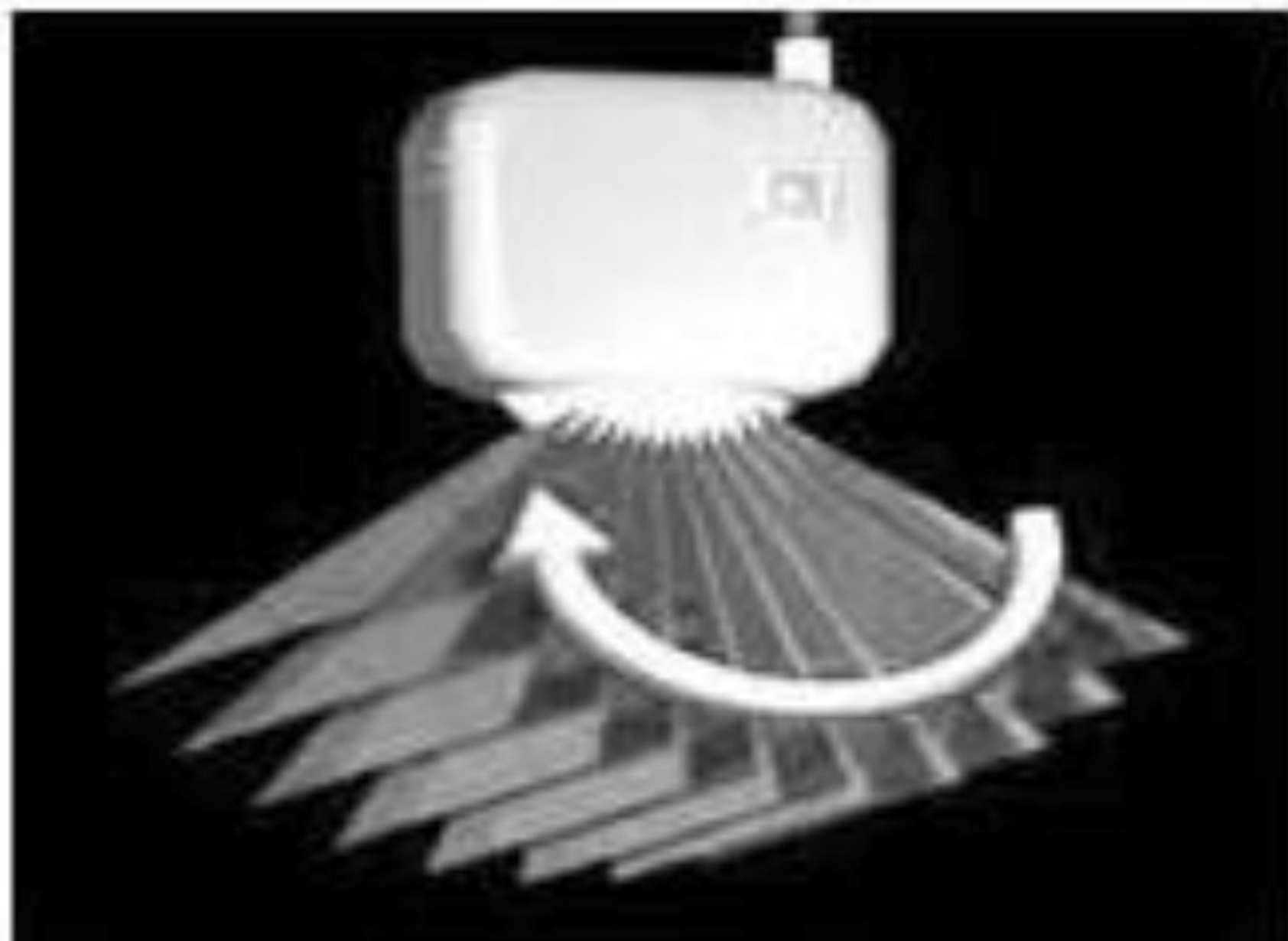


- **Prezentacja CFM** (Color Flow Mapping) polega na wpisaniu w obraz czarno-biały typu B w wybranym przez operatora sektorze barwnego zobrazowania przepływów pomierzonych techniką korelacyjną.
- **Prezentacja CFA** (Color Flow Angiography) polega na identyfikacji przepływu, przypisaniu barwy obszarom, w których zidentyfikowany został przepływ i wkomponowaniu ich w czarno-biały obraz B.



# Obrazowanie 3D i 4D

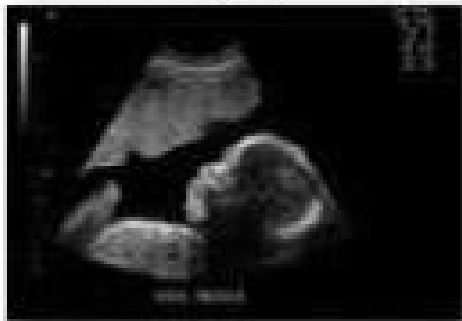
- Zastosowanie głowic z elektronicznie odchylaną wiązką
- obraz 3D uzyskiwany dzięki przemieszczaniu przetwornika
- 4D to technika animacji obrazów trójwymiarowych



Hand-held 3-D probe from Kretztechnik

# Przetrzenne badania ultrasonograficzne 4D

2D



2D FETAL PROFILE

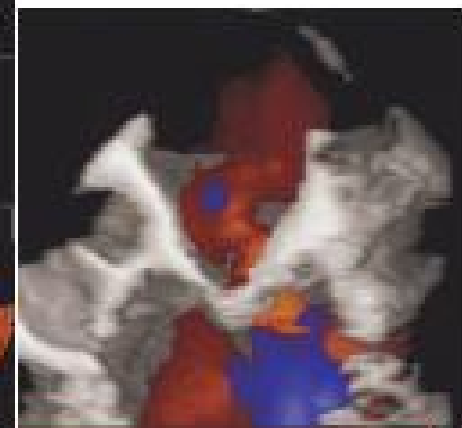
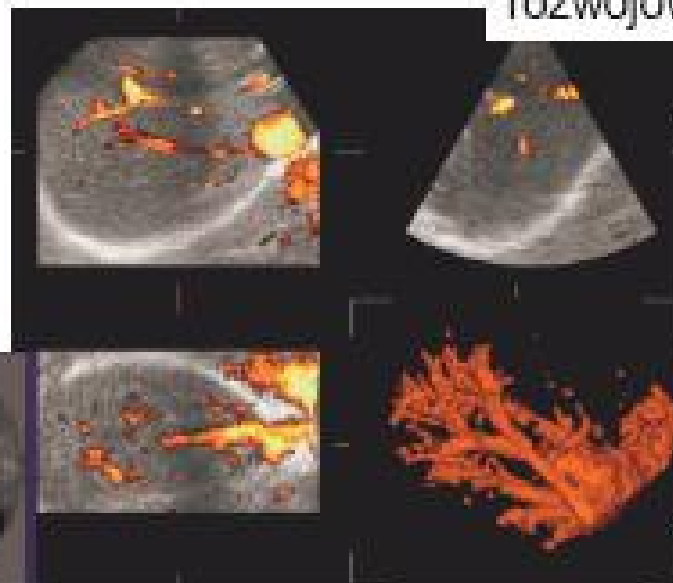
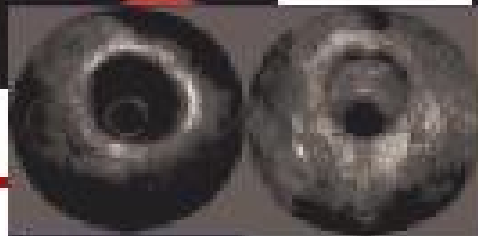
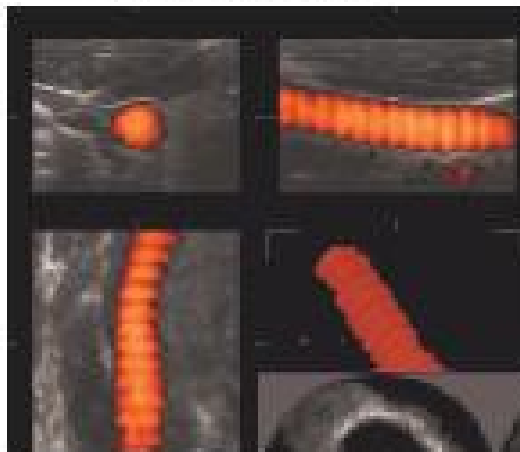
3D



3D FETAL PROFILE



60 % wzrost skuteczności  
diagnozy płodowych wad  
rozwojowych



Glowice





# Typy

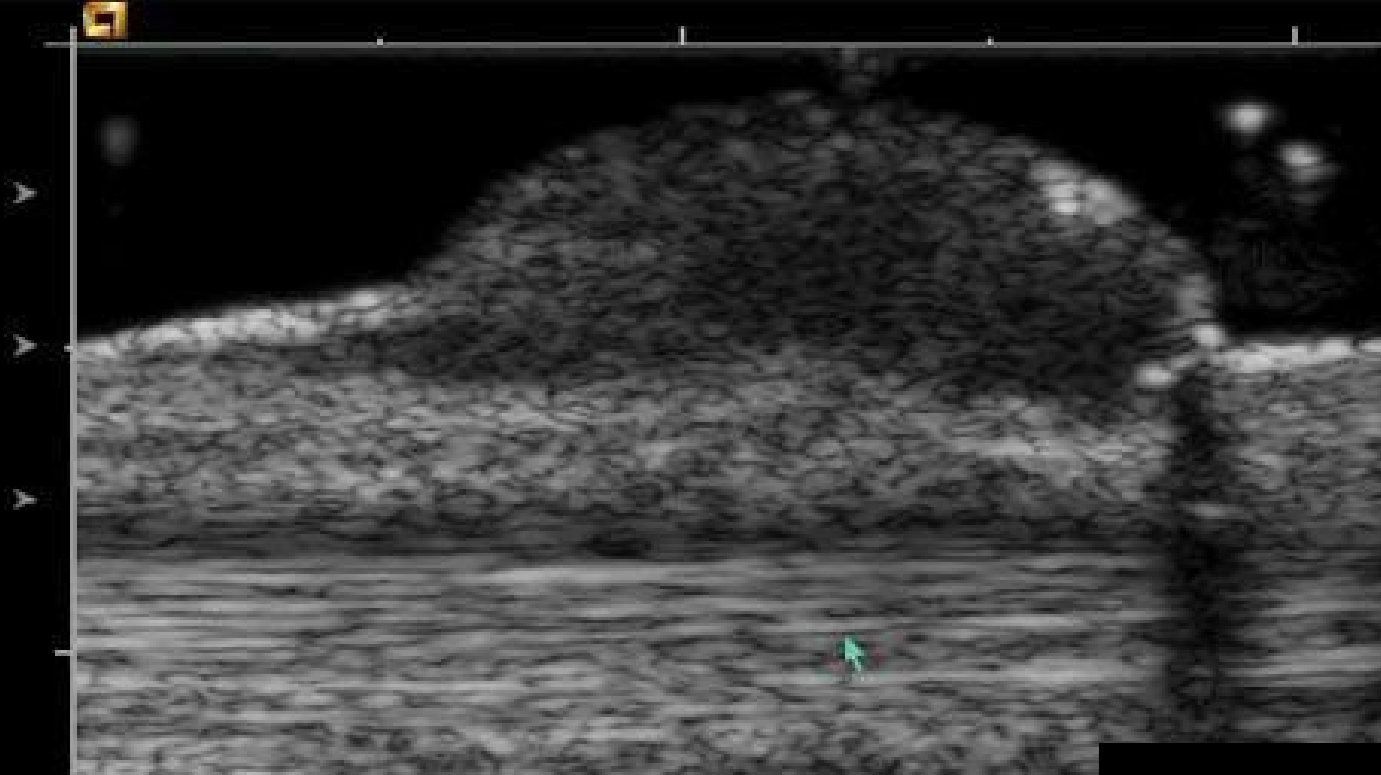
- Liniowe (linearne)
- Convex (konweksowe, cylindryczne)
- Fazowe (sektorowe)



# Liniove

- Głowica elektroniczna
- Emitują szeroką wiązkę- niewielka deformacja echa
- Skanowanie powierzchniowe





15L8 16Hz  
13.0MHz 20mm  
Small Parts 15L8  
86dB T1/+1/2/4  
Gain=-17dB Δ=3  
Store in progress



# Convex

- Głowica elektroniczna
  - Łukowata powierzchnia ułatwia kontakt ze skórą pacjenta
  - Przezprzełykowe, rektalne, dopochwowe, śródnaczyniowe
- o małym promieniu krzywizny
  - o dużym promieniu krzywizny



O małym promieniu krzywizny



4:07:02 pm  
EC-10C5  
10MHz 30mm  
ER  
General  
80dB S1/+1/2/4  
Gain= 12dB Δ=2  
Memo in corso

O dużym promieniu krzywizny



9:56:52 cm  
6C2 14Hz  
**6.0MHz** 80mm  
Abdomen  
General  
87dB S1/+1/3/4  
Gain= 2dB  $\Delta=2$   
Store in progress

# Fazowe



- Głowica mechaniczna
- Mała powierzchnia skanowania
- kryształ piezoelektryczny, soczewka akustyczna i materiał tłumiący tworzą zespół ruchomy, zamocowany na osi umożliwiającej obrót całego zespołu.



LT

2:58:01 pm  
8V5 9Hz  
8.5MHz R10mm  
NEOHEAD  
General  
90dB S1/+3/3/4  
Gain=-16dB Δ=2  
Store in progress





# WPROWADZENIE DO BADANIA

- Przeciwwskazania ?
- Utrudnienia: świeże rany pooperacyjne, otyłość!, gazy jelitowe, zalegający kontrastbaryt, opróżniony pęcherz, wodobrzusze, stan po resekcji żołądka





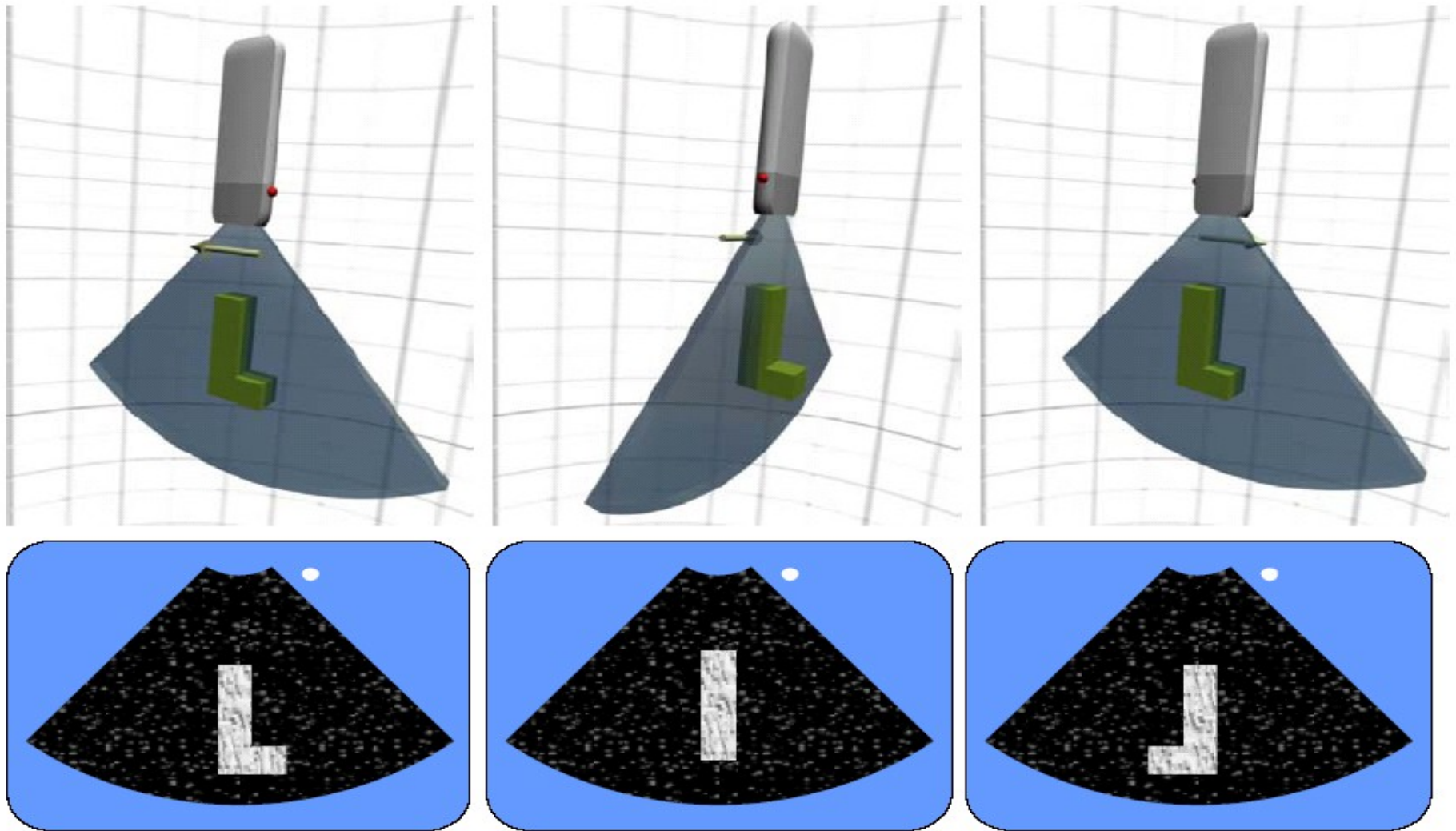
# Przygotowanie pacjenta

- Na czczo
- Z pełnym pęcherzem
- Zmniejszyć ilość gazów- np. ceolat, espumisan
- Zmniejszyć wodobrzusze
- „ z marszu”

# Dobór częstotliwości



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.

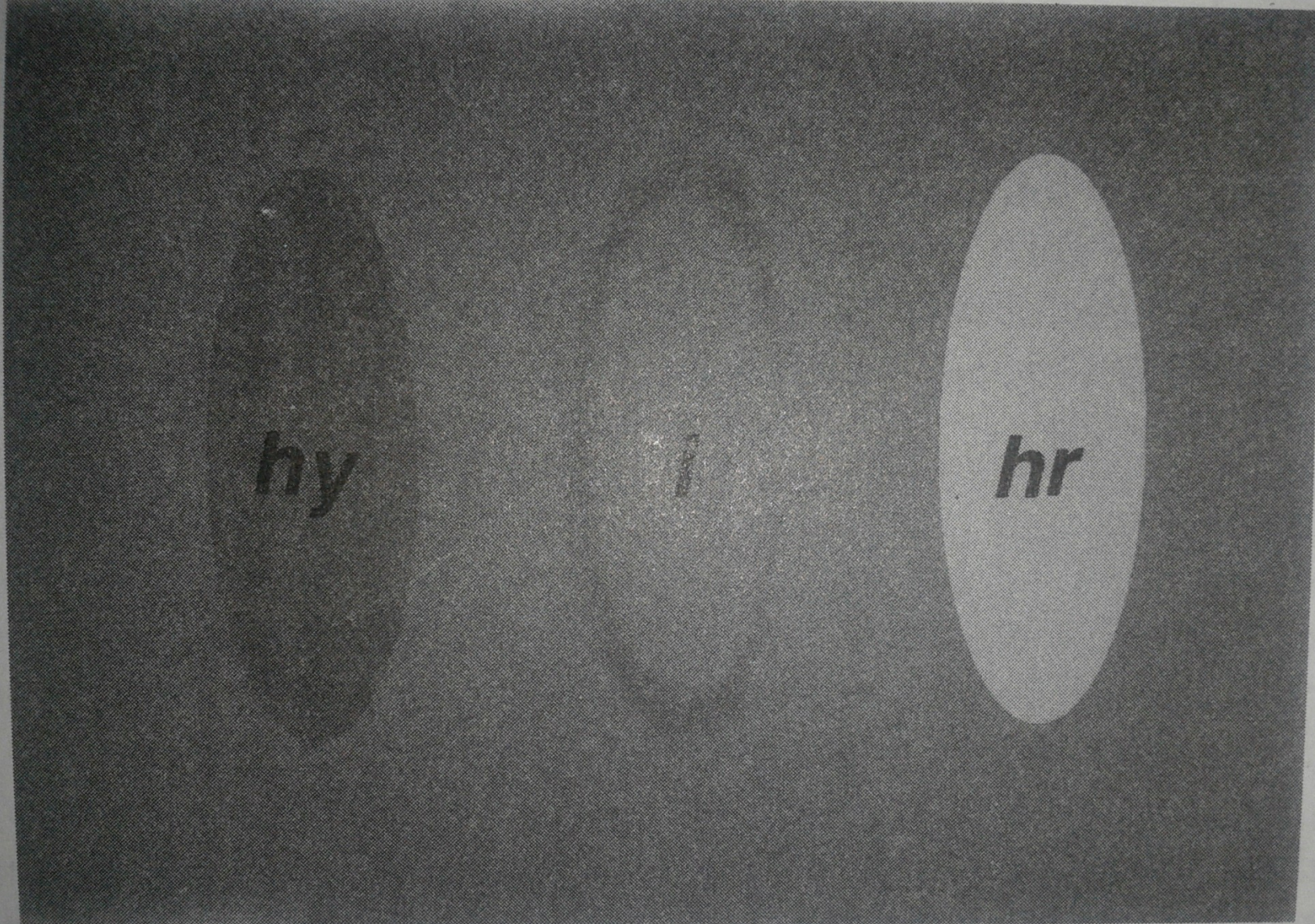


Rys.1. Elementy piezoelektryczne ułożone są wewnątrz sondy wzdłuż kierunku określonego strzałką. Bok sondy, przy którym zaczyna się układ elementów piezoelektrycznych jest wyróżniony. Na ekranie oznaczona jest krawędź obrazu związana z oznaczonym bokiem sondy. W pierwszym i ostatnim przypadku sonda obrazuje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



# ministównik

- **Izoechoogeniczny**- jednakowe echo w stosunku do punktu odniesienia
- **Hyperechoogeniczny**- echo wzmożone, jaśniejsze na ekranie
- **Hypoechoogeniczny**- echo obniżone, ciemniejsze na ekranie
- **Homogenny**- jednorodny
- **Niehomogeniczny**- niejednorodny
- **Echoujemny**- płyn, krew, ropa, mocz, czarny na monitorze
- **Heterogenna (obca) struktura**- coś czego nie powinno być
- **Odbicie echa**- białe (zwapnienia, kości)
- **Cień akustyczny**- czarna smuga za zwapnieniami, złogami, gazami



*Rys.10. Hypo-, izo- i hyperechogeniczne struktury  
hp - hypo, i - izo, hr - hyper*



# Bibliografia

- Stanisław Jachimek

*Usg jamy brzusznej- podstawy badania i interpretacji wyników*

- Andrzej Nowicki

*Ultradźwięki w medycynie- wprowadzenie do współczesnej ultrasonografii*

- Joanna Grabska-Chrzastowska

*Ultrasonografia*