

MATERIAŁY POMOCNICZE DO WYKŁADU Z PODSTAW ZASTOSOWAŃ ULTRADŹWIĘKÓW W MEDYCYNIE

(wyłącznie do celów dydaktycznych – zakaz rozpowszechniania)

11. Echoencefalografia ultradźwiękowa. Ultradźwięki w oftalmologii. Densytometria ultradźwiękowa.

S2. Echoencefalografia ultradźwiękowa: WPROWADZENIE

Zastosowania:

- wykrywanie guzów mózgu (skuteczność: 92.5 %),
- wykrywanie wodogłowa komór mózgowych (skuteczność: 91.8 %),
- wyznaczanie granic struktur środkowych mózgu (zmiany naczyniowe: skuteczność 77.8 %).

Zalety:

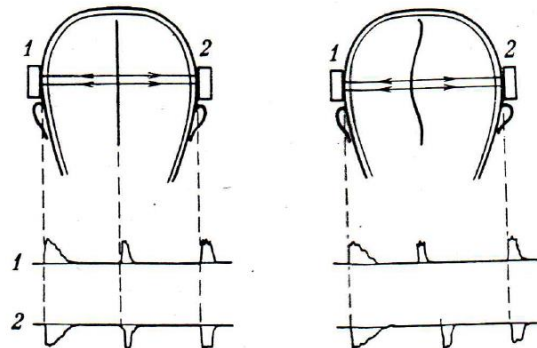
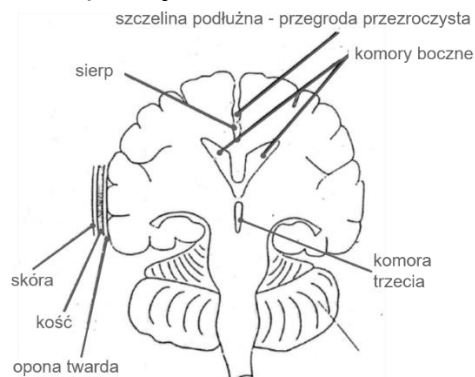
- duże prawdopodobieństwo diagnostyczne (guz mózgu: 92.5 %, krwinki i wodniaki: 91.8 %, zmiany naczyniowe: 77.8 %),
- brak przeciwwskazań chorobowych,
- bezpieczeństwo badanych osób,
- możliwość powtarzania badań, śledzenia zjawisk fizjologicznych,
- niski koszt badania.

Historia:

- początki: 1940/1950 – szwedzki neurochirurg Leksell,
- 1955/1958 – Leksell zarejestrował położenie struktur środkowych mózgu za pomocą ultradźwięków w stanach prawidłowych i patologicznych.

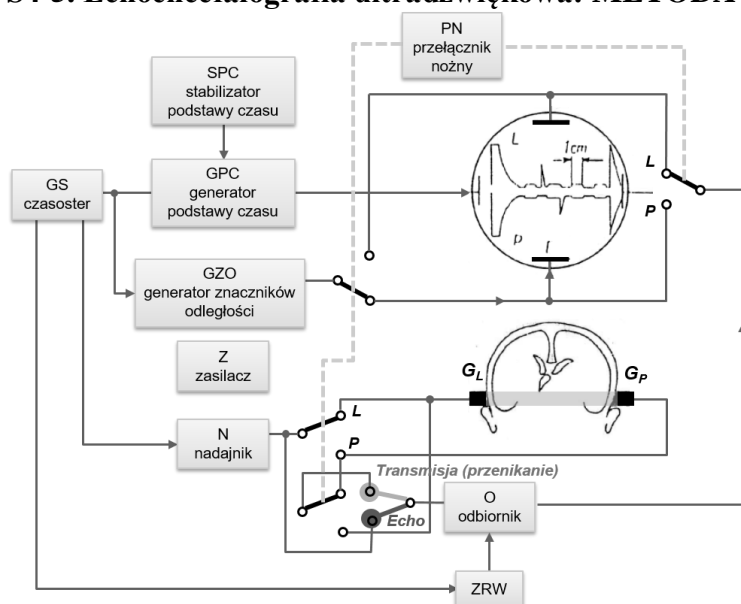
S3. Echoencefalografia ultradźwiękowa: METODA

Echoencefalografia (Echo-EG): metoda echa skojarzona z metodą przejścia (transmisji) fali ultradźwiękowej.



RODZAJ TKAKI	Z [MRayl]
Tkanka mózgowa	1.56
Płyn mózgowo-rdzeniowy	1.51
Kość czaszki	7.8

S4-5. Echoencefalografia ultradźwiękowa: METODA



S6. Echoencefalografia ultradźwiękowa: WIZUALIZACJA

Prezentacja typu A

Prezentacja typu B (USG):

- u noworodków i dzieci do 2-go roku życia (szwy kostne niezrośnięte, ciemniaczko – obszar chrząstny),
- impulsy 3.5 – 5 MHz, głowica sektorowa o kącie przemięcia 50°,
- czas badania 4 – 5 min.

S7-8. Fale ultradźwiękowe w oftalmologii: WPROWADZENIE

Zastosowania (pierwsze w 1956r.):

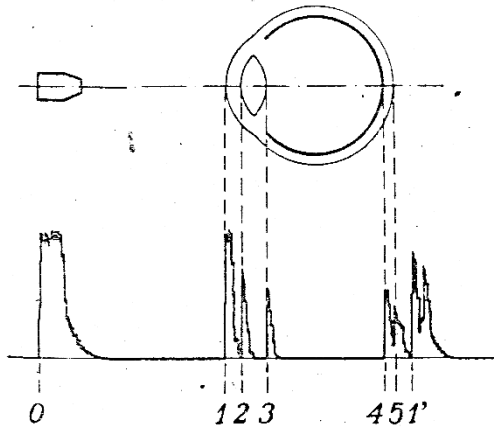
- wykrywanie guzów wewnątrz oka i w oczodole,
- wykrywanie rozwarstwienia siatkówki,
- wykrywanie ciał obcych w oku,
- okulometria: pomiar odległości w oku i w oczodole,
- badanie przepływu krwi w tętnicach ocznych.

Parametry:

- stosowane natężenia: 1 – 40 mW/cm²,
- najczęściej częstotliwości: 5 – 15 MHz,
- częstotliwości w dokładnej diagnostyce przedniego odcinka gałki ocznej: 15 – 50 MHz, a w diagnostyce oczodołu: 5 – 7 MHz,
- grubość badanej tkanki ~ 25 mm → mała podstawa czasu: do 40 μs,
- bardzo krótka strefa martwa, dokładność impulsu znacznika: 0.1 μs (dokładność 0.1 mm przy 12 MHz oraz 0.05 mm przy 15 MHz),
- konieczność stosowania małych głowic kołowych (2 – 10 mm, zwykle 5 mm) o małej dobroci ($Q \approx 4$, długość impulsu < 1 μs).

Technika badania (ze sprzężeniem kontaktowym lub zanurzeniowym):

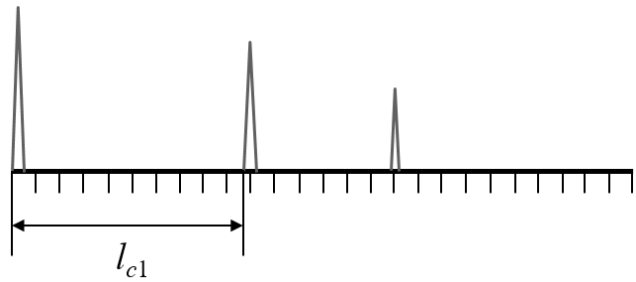
- głowica przykładana bezpośrednio do oka (po znieczuleniu miejscowym),
- głowica przykładana do zamkniętej powieki,
- głowica przykładana za pomocą substancji pośredniczących.

S9. Fale ultradźwiękowe w oftalmologii: BADANIA DIAGNOSTYCZNE


- komora przednia - normalnie nie daje żadnego echa,
- odległość ech 2 i 3 uzależniona jest od grubości soczewki,
- optyczne właściwości soczewki są uzależnione od procesów starzenia zachodzących w jej włóknach,
- stwardnienie włókien (zaćma) – zwiększone tłumienie ultradźwięków oraz dodatkowe echa z wnętrza soczewki,
- ciało szkliste powinno być jednorodne (bez dodatkowych ech).

S10. Fale ultradźwiękowe w oftalmologii: OKULOMETRIA

RODZAJ TKANKI	c_n [m/s]
Rogówka	1609
Szkliska	1594
Soczewka	1647
Siatkówka	1550
Białkówka	1650



$$d_n = \frac{l_{c_n}}{c_c} \cdot c_n$$

S11-13. Fale ultradźwiękowe w oftalmologii: WZORZEC CZUŁOŚCI

Czułość ultrasonografu: charakteryzuje właściwości nadawczego i odbiorczego kanału ultrasonografu łącznie z głowicą ultradźwiękową.

Nowotwory wewnątrz i pozagalkowe: najtrudniejsze do zidentyfikowania – brak możliwości pobrania tkanki do badań histopatologicznych → diagnostyka ultradźwiękowa – jedna z najpewniejszych w takich przypadkach.

Zmienna i znana ogólna czułość aparatu: konieczna w diagnostyce oka → wyskalowanie amplitud ech widocznych na ekranie.

Wzorzec ogólnej czułości oftalmografu: po raz pierwszy wprowadził Bushmann → czułość określana wysokością słupa parafiny dającego echo o wysokości 0.5 cm → liczne wady: konieczna stabilizacja temperatury, starzenie się parafiny, w tkankach ocznych $\alpha \sim f$, a dla parafiny $\alpha \sim f^2$.

Czułość oftalmografu:

0 dB to taka czułość, przy której impuls osiąga wysokość 1 cm na ekranie po odbiciu od doskonałego (metalowego) reflektora umieszczonego w wodzie.

Obecnie, w nowych oftalmografach stosowane są reflektory tłumiące o 60 dB.

Pozwala to na skalibrowanie poziomu czułości 0 dB dla wszystkich głowic do badań oka przy wszystkich wielkościach i czasach trwania impulsu ultradźwiękowego

S14. Fale ultradźwiękowe w oftalmologii: Ultrabiomikroskopia UBM

UBM wykorzystuje ultradźwięki o bardzo dużej częstotliwości (35–50 MHz) → możliwe jest uzyskanie dużej rozdzielczości obrazu (0.1 mm).

Wada: mała głębokość/zasięg badania (ok. 5 mm).

S15-17. Densytometria ultradźwiękowa: BUDOWA I PARAMETRY KOŚCI

Ośrodek	ρ [kg/m ³]	c [m/s]	Z [kg/(m ² ·s) · 10 ⁶]	α [dB/cm]
kość gąbczasta	1140	1400 [■] 2700 [□]	1.60 [■] 3.08 [□]	17.7 [■] 24 [□]
kość zbita	1960	3400 ÷ 4200	6.64 ÷ 8.23	4.4
szpik kostny	930	1450	1.35	1.2
chrząstka	1092 ÷ 1104	1627	1.65 ÷ 1.69	5.0

■ – c_{slow} , □ – c_{fast}

Stosunek modułów sprężystości dla kości piszczelowej (Z:X:Y): **1 : 0.45 : 0.47**

S18. Densytometria RTG: OSTEOPOROZA

W badaniach RTG stosowany jest indeks ilościowy **BMD** (*bone mineral density*) do oceny gęstości mineralnej kości (g/cm^2):

- norma: **T-score** > -1.0 SD ($\text{BMD} > 833 \text{ g}/\text{cm}^2$)
- osteopenia (niska masa kostna): $-2.5 \text{ SD} \leq \text{T-score} \leq -1.0$ SD ($\text{BMD}: 648 - 833 \text{ g}/\text{cm}^2$)
- osteoporoza: **T-score** ≤ -2.5 SD ($\text{BMD} < 648 \text{ g}/\text{cm}^2$)
- osteoporoza zaawansowana: **T-score** ≤ -2.5 SD + obecność złamania lub kilku

Wskaźnik: T-score [SD] - różnica między aktualną wartością gęstości (masy) kości a teoretyczną średnią szczytową masą kostną (osób młodych) – podstawa do rozpoznawania osteoporozy.

Wskaźnik: Z-score [SD] - różnica między aktualną wartością gęstości kości a odpowiednią do wieku (takiego jak osoby badane) teoretyczną średnią wartością prawidłową

S19-21. Densytometria ultradźwiękowa: ZALETY i PARAMETRY, INDEKSY

Zalety densytometrii ultradźwiękowej:

- charakteryzuje gęstość tkanki kostnej,
- informuje o jakości kości, a więc o jej strukturze,
- pozwala przewidywać złamania trzonów kręgow, a zwłaszcza złamań końca bliższego kości udowej,
- brak promieniowania jonizującego,
- dokładność pomiaru $\sim 1.5\%$,
- umożliwia badania przesiewowe,

konkurencyjna w stosunku do densytometrii RTG.

SOS

BUA

SI

QUI

Wiek	BUA [dB/MHz]	SOS [m/s]	Stiffness
20-29	122.6	1568	100.5
30-39	118.8	1555	94.5
40-49	113.3	1539	86.3
50-59	115.5	1529	85.0
60-69	109.7	1524	79.8
70-79	107.2	1506	73.0

$$SI [\%] = \frac{nBUA [\%] + nSOS [\%]}{2}$$

$$SI = (0.67 \cdot BUA) + (0.28 \cdot SOS) - 420$$

$$nBUA [\%] = \frac{BUA [\text{dB}/\text{MHz}] - 50}{75 [\text{dB}/\text{MHz}]} \cdot 100 \%$$

$$nSOS [\%] = \frac{SOS [\text{m}/\text{s}] - 1380}{180 [\text{m}/\text{s}]} \cdot 100 \%$$

$$QUI = 0.41(BUA + SOS) - 571$$

S22. Densytometria ultradźwiękowa: URZĄDZENIA

Szerokopasmowy, wieloelementowy okrągły przetwornik: $g = 25 \text{ mm}$, $d = 85 \text{ mm}$;

Częstotliwość środkowa: $f_s = 0.5 \text{ MHz}$;

Natężenie ultradźwięków: $I_{ob} < 20 \text{ mW}/\text{cm}^2$, $I_{spta} < 100 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ($p < 1 \text{ Mpa}$);

Sprężenie cieczowe;

Zakres transmisyjny: 95 mm ;

Czas pomiarów: 15 s .