

Introduzione alla terapia fisica con le onde meccaniche

www.fisiokinesiterapia.biz

ULTRASUONOTERAPIA

- Il termine “ultrasuono” fa riferimento all’udito umano e alla sua incapacità di percepire come “suoni” onde meccaniche di frequenza maggiore di 17-20khz.
- In Fisioterapia la frequenza più utilizzata a scopi terapeutici è di 1Mhz (1000khz).

Tab. 5.I – Velocità del suono in alcuni mezzi alla temperatura di 24°C.

| MEZZO | VELOCITA' (m/s) | T° | P |
|------------------|-----------------|------|-------|
| Aria secca | 343 | 20°C | 1 atm |
| Acqua distillata | 1486 | | |
| Rame | 3810 | | |
| Ferro | 5130 | | |

Tab. 5.II – La lunghezza d’onda degli US varia nei diversi mezzi di propagazione.

| MEZZO | LUNGHEZZA D’ONDA (μ) | FREQUENZA |
|-------|----------------------|-----------|
| Aria | 0,3 | 1 MHz |
| Acqua | 1,5 | |
| Ferro | 4,5 | |

PRESSIONE, ENERGIA, INTENSITA'

- L'interazione delle onde sonore con la materia avviene per gradienti di pressione.
- L'energia sviluppata dalle onde va definita in rapporto al tempo e alla superficie.
- Va descritta, cioè, in “densità di potenza”, misurata in watt per centimetro quadrato.

$$\text{Densità di potenza} = \text{W/m}^2$$

$$\left(\Delta P = \frac{E}{t \times s^2} = \frac{E}{t} \times \frac{1}{s^2} = \frac{W}{s^2} \right)$$

PRESSIONE, ENERGIA, INTENSITA'

- Esempio: con 10 W/cm^2 si può arrivare ad una pressione nei tessuti di $5,5 \text{ ATM}$.
- Punti nodali = maggior gradiente pressorio

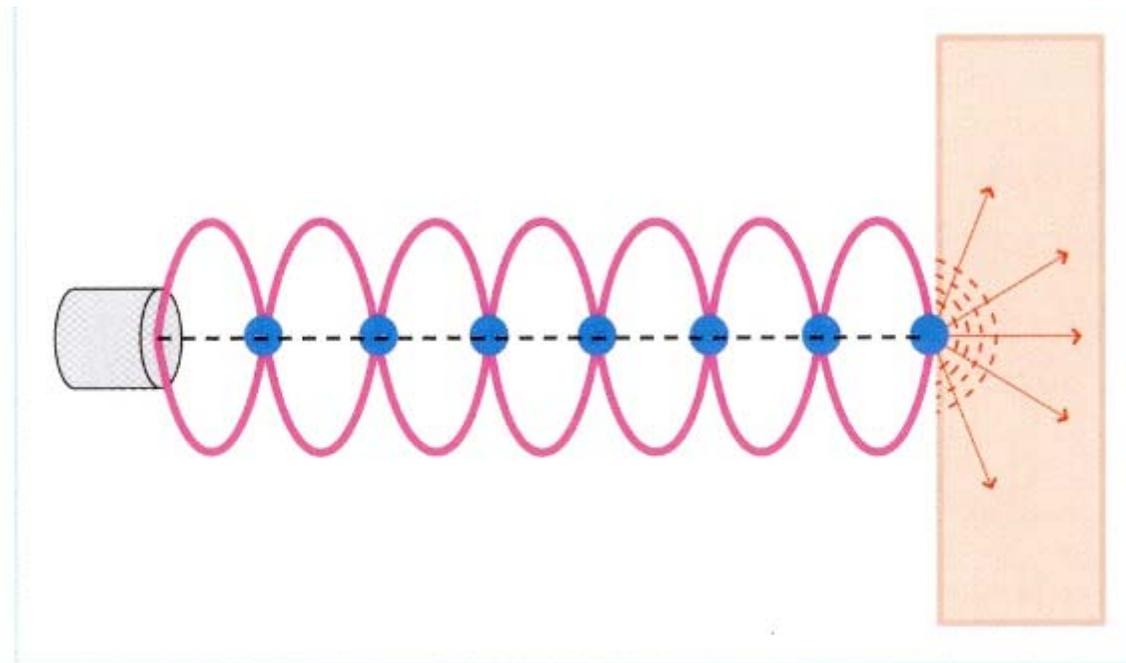


Fig. 5.1 – Il gradiente pressorio è massimo nei punti nodali.



PROPAGAZIONE

- **Onde trasversali: si diffondono con percorso trasversale alla sorgente vibrante (solidi).**
- **Onde longitudinali: si diffondono in senso longitudinale alla sorgente vibrante (solidi, gas e liquidi).**
- **Migliore trasmissione e assorbimento dei solidi delle onde sonore.**
- **Oltre 1 Mhz sparisce il fenomeno di divergenza delle onde: la loro attenuazione dipende solo dall'assorbimento.**

PROPAGAZIONE

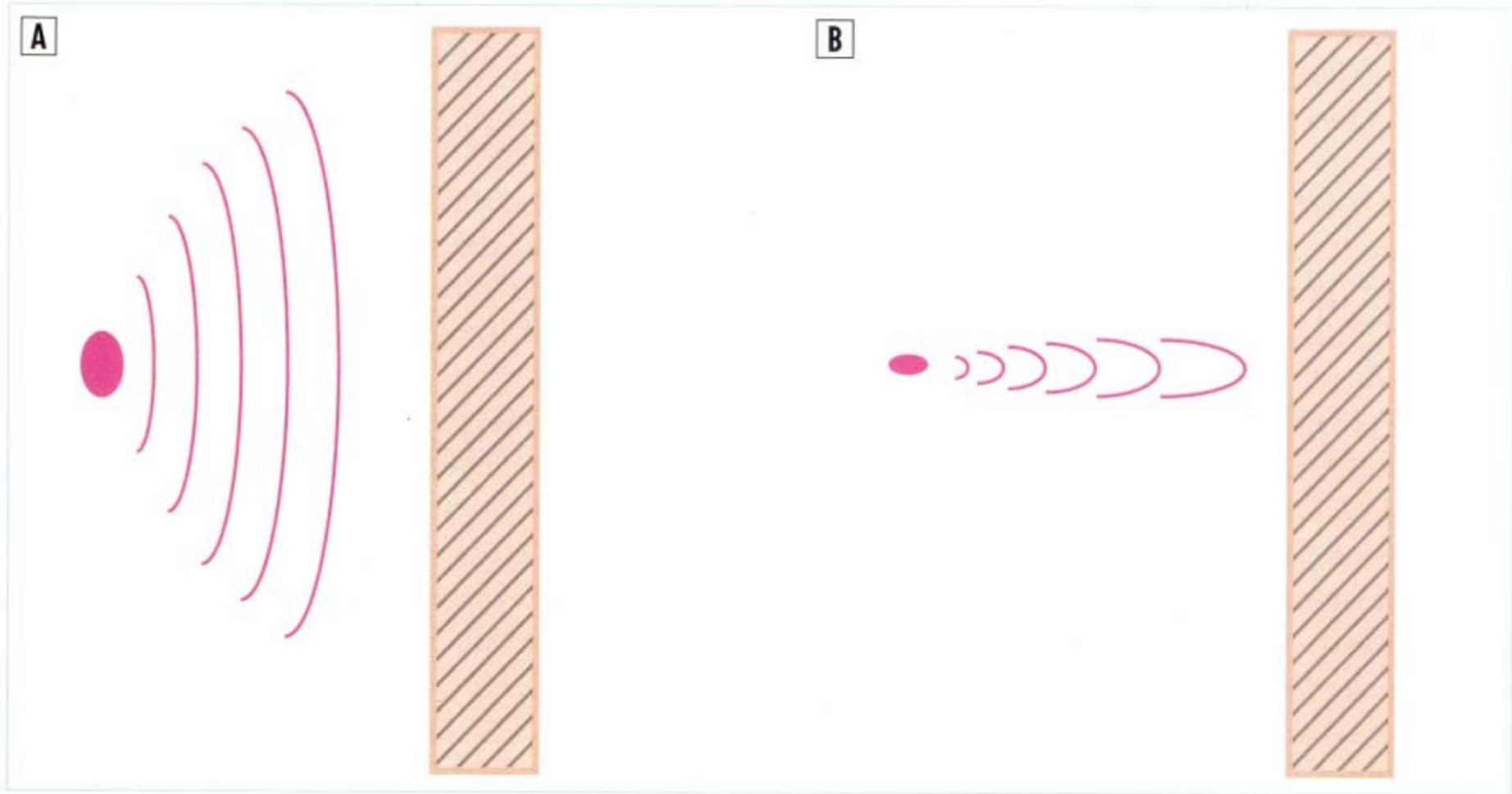
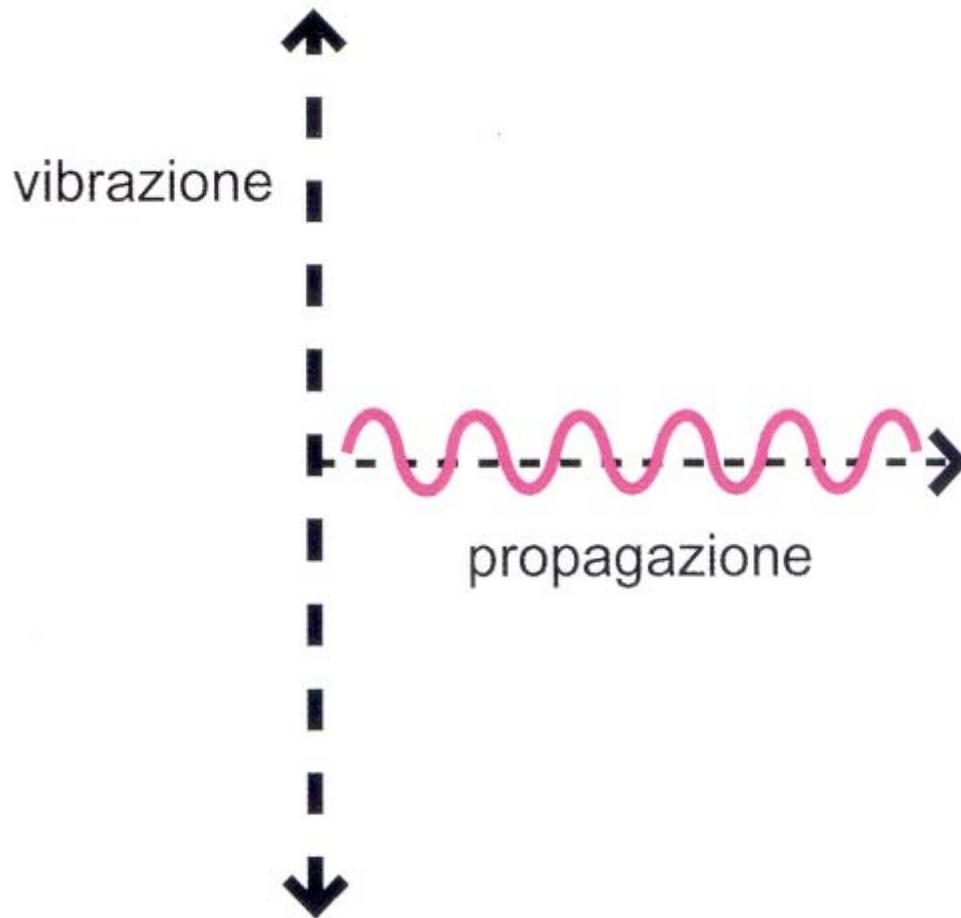


Fig. 5.4 A, B – A) Trasmissione dei suoni; B) Trasmissione degli ultrasuoni. Oltre 1 MHz la piccola dimensione delle onde riduce la divergenza del fronte di propagazione.

PROPAGAZIONE



Onde longitudinali.

5.2 – Onde trasversali.



ASSORBIMENTO

- In un tessuto omogeneo, l'onda viene progressivamente assorbita.
- In caso di disomogeneità la trasmissione è modificata da fenomeni di riflessione e rifrazione.
- Regola generale: più l'impedenza dei mezzi attraversati è diversa, minore è la penetranza dell'onda.
- Da Aria → Solido = penetranza nulla
- Da Liquido → Solida = penetranza media

ASSORBIMENTO

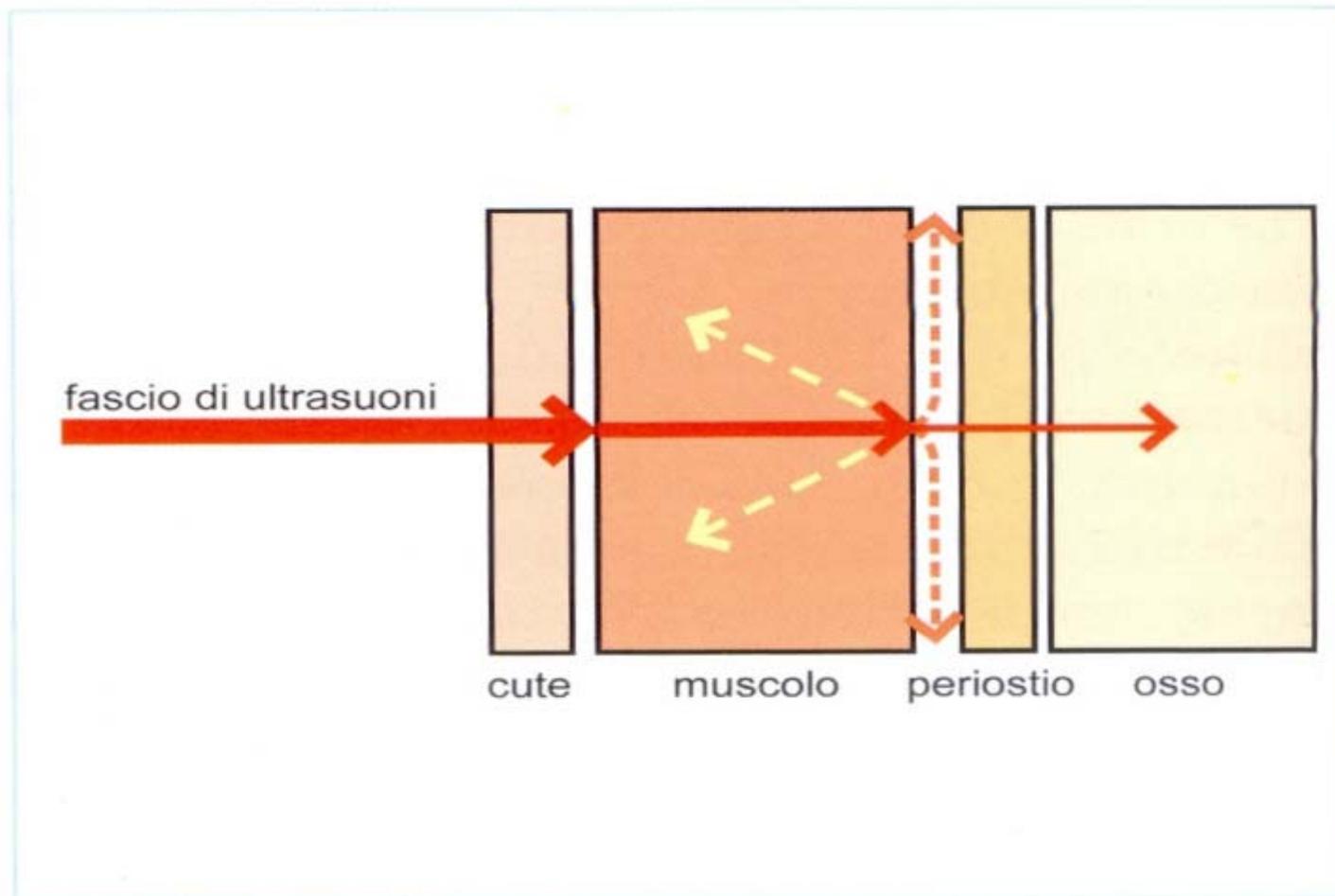


Fig. 5.6 – Interazione di un fascio di US con un modello teorico di cute, muscolo e osso.

GENERATORI

- In Fisioterapia si sfruttano le proprietà piezoelettriche del cristallo di quarzo (emette vibrazioni se sottoposto ad un campo elettrico).
- Modulando il campo si ottiene la frequenza “di risposta” desiderata, trasmessa al diffusore e ai tessuti via idrogel.

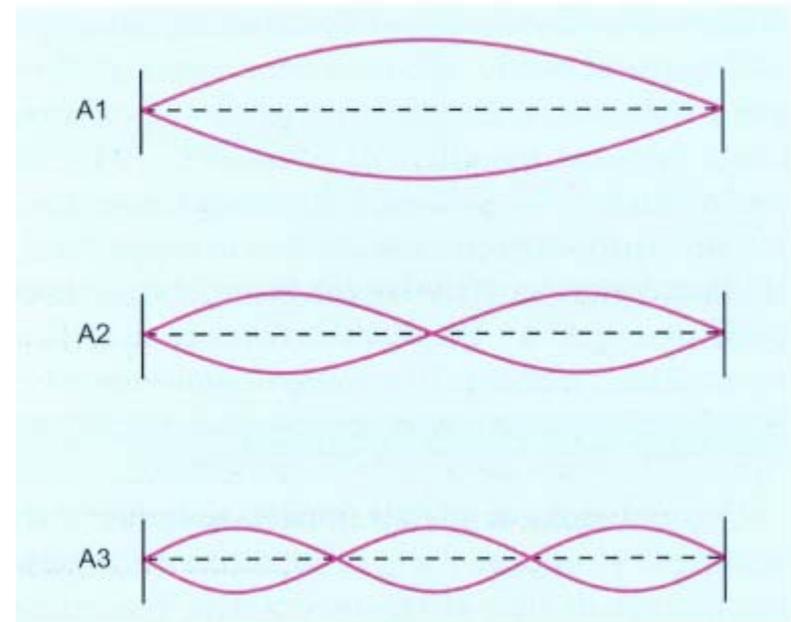


Fig. 5.5 – Formazione di armoniche (onde multiple o sottomultiple della medesima frequenza).



EFFETTO TERMICO

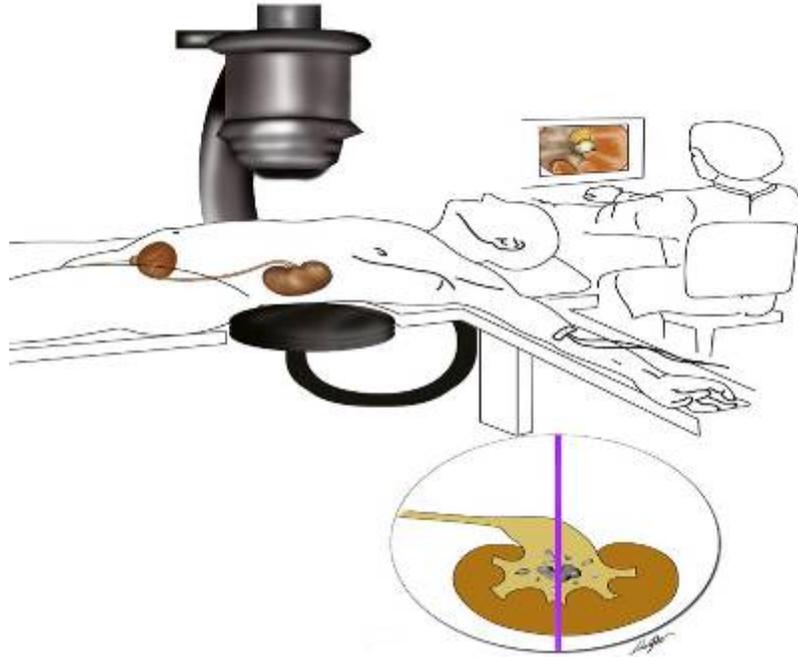
- **Dovuto al riscaldamento prodotto dall'assorbimento del fascio di U.S. quando quest'ultimo passa attraverso mezzi ad impedenza diversa, producendo fenomeni di massiva rifrazione e riflessione.**
- **Un fascio di U.S. a penetranza maggiore produrrà maggiori effetti termici.**
- **La penetranza è inversamente proporzionale alla frequenza del fascio U.S.**



EFFETTI MECCANICI

- Dipendono tutti dal gradiente pressorio o dalla dimensione dell'onda e del bersaglio.
- **FRAMMENTAZIONE:** ventre dell'onda più piccolo del bersaglio (energia adeguata).
- **EMULSIONE:** vedi sopra, frammentazione di agglomerati di proteine e/o gel (flogosi, ematomi)
- **COMPRESSIONE:** ventre dell'onda più grande dei bersagli, le cui molecole si aggregano (depurazione di ambienti)

EFFETTI MECCANICI

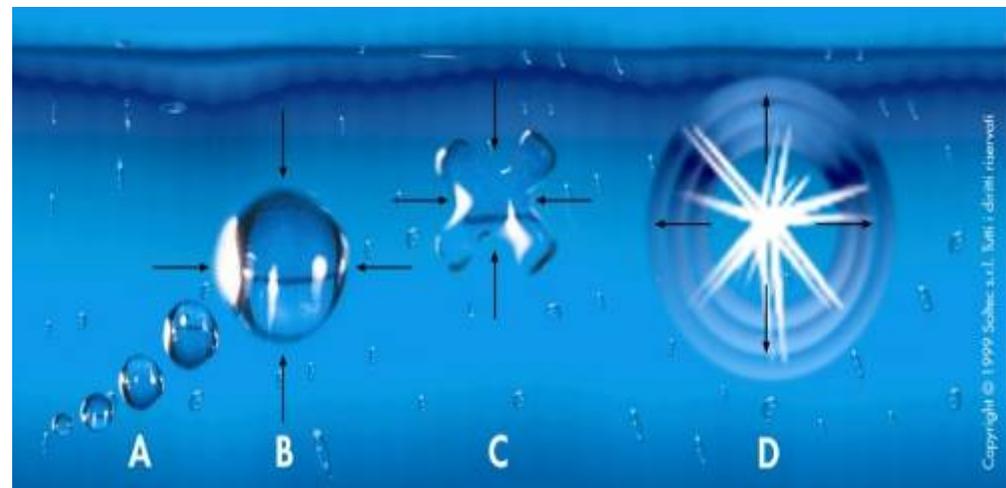


Da in alto a sinistra:
Litotrissia ultrasonica
Effetti del "Pain Ray"
Fumo: depurazione



EFFETTI MECCANICI

- **CAVITAZIONE:** fenomeno di compressione e aggregazioni delle microbolle di gas disciolte in un liquido. Si formano bolle che implodono con depressioni locali **POTENZIALMENTE LESIVE** sui tessuti circostanti il punto di cavitazione (!!!).
- **ATTRITO:** dovuto alle compressioni e decompressioni. Produce calore.





PARAMETRI

- **FREQUENZA:** 1 o 3 Mhz, profondità massima del bersaglio 5cm o 3cm.
- **INTENSITA':** scelta in base alle caratteristiche del mezzo da attraversare e tenendo conto del rischio cavitazione.
- **SUPERFICIE:** erogatori da 1-3-5-10-12 cm²
- **DUTY CICLE (D%):** erogazione continua (D% = 100) o pulsata. A D% fra 25 e 50 possibile una maggiore dispersione del calore indotto dal trattamento.



MODALITA' DIRETTA

- L'aria interrompe la trasmissione degli ultrasuoni => gel acquoso o vaselina fra erogatore e cute.
- Applicazione a manipolo: 1,5/3 W/cm² per 5-10 minuti. D% da 100 (maggiore effetto termico) a ~25.
- Applicazione statica: 0,2/0,5 W/cm² per 5-10 minuti. Rischio onde statiche (punti nodali). D% inferiore a 50.

MODALITA' DIRETTA



Fig. 5.7 – Applicazione diretta "a manipolo". L'operatore esegue un leggero massaggio.



Fig. 5.8 – Applicazione diretta statica. L'erogatore di US è fisso in una determinata posizione.

MODALITA' INDIRECTA

- Superficie irregolare.
- Immersione di parte da trattare ed erogatore di U.S.
- Temperatura 37°C
- Intensità: 5/10 W/cm²
- D% = 100
- Tempo: 15-20 minuti



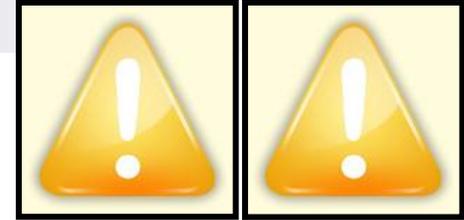
Fig. 5.9 – US in "immersione".

INDICAZIONI TERAPEUTICHE

- Edemi post-traumatici
- Ematomi organizzati
- Contratture muscolari
- Cicatrici e cheloidi
- Morbo di Dupuytren
- Processi flogistici sub-acuti e cronici
- Tendinopatie e borsiti
- Artrosi delle articolazioni superficiali
- Sciatalgie e nevralgie superficiali



CONTROINDICAZIONI



- Interferenza con altri disp. elettronici (pacemaker e elettroanalgesia vertebrale)
- Cartilagini fertili, gonadi dell'adolescente
- Impianti protesici e mezzi di sintesi
- Osteoporosi conclamata (DS -2,5 alla MOC)
- Neoplasie maligne
- La cavitazione può danneggiare ogni struttura corporea, se l'ultrasuonoterapia è fatta in modo improprio.



CRIOULTRASUONOTERAPIA

- **Associazione di ultrasuonoterapia e crioterapia in un unico elettromedicale.**
- **Generatore di ultrasuoni combinato ad un sistema di compressione/espansione del gas freon, rapidamente ipotermizzante.**
- **Temperatura di esercizio fra i -5°C e i $+5^{\circ}\text{C}$**
- **Il freddo previene l'espansione della flogosi tissutale inducibile dal calore di rifrazione/riflessione del fascio di U.S.**

PARAMETRI

- Temperatura: +2°C / +4°C
- Frequenza: 1 Mhz - Intensità: 1/3 W/cm²
- Durata: da 10 a 30 minuti
- Applicazione prevalentemente diretta statica, a causa del peso dello strumento.
- Alternativa: sacca refrigerata a impedenza compatibile col fascio di U.S.





EFFETTI ED INDICAZIONI

- **Effetti metabolici (riduzione metabolismo)**
- **Vasocostrizione superficiale**
- **Decontratturante della muscolatura**
- **Analgesia (riduzione velocità conduzione)**
- **Patologie traumatiche in fase acuta**
- **Patologie infiammatorie acute di tendini e borse**
- **Fasi flogistiche acute e sub-acute delle patologie degenerative**

CONTROINDICAZIONI



- Tutte quelle della terapia ultrasonica tradizionale
- Arteriopatie obliteranti
- Malattia di Reynaud
- Ulcere cutanee
- Tromboflebiti
- Ipersensibilità al freddo



Fig. 5.10 – Crio-ultrasuonoterapia in un caso di epicondilita.



ONDE D'URTO FOCALI

- **Extracorporeal Shockwave Therapy – ESWT**
- **Nata per la litotrissia, in Fisioterapia: pseudoartrosi - calcificazioni tendinee e/o periarticolari (indicazioni d'elezione).**
- **La ESWT è la terapia fisica basata sull'uso di onde acustico/meccaniche ad alta energia e focalizzate con precisione sul bersaglio da trattare.**
- **Gradienti pressori 1000 volte > U.S.**
- **Penetranza 0 – 60 mm**

CARATTERISTICHE FISICHE

- Per ogni singolo impulso di verifica, sul fronte di avanzamento dell'onda, un aumento pressorio dell'ordine dei 10-100 megaPascal (MPa), in un tempo brevissimo (5-10 ns), seguito da un più lento ritorno alla pressione atmosferica, pur passando per valori negativi (-10 MPa)

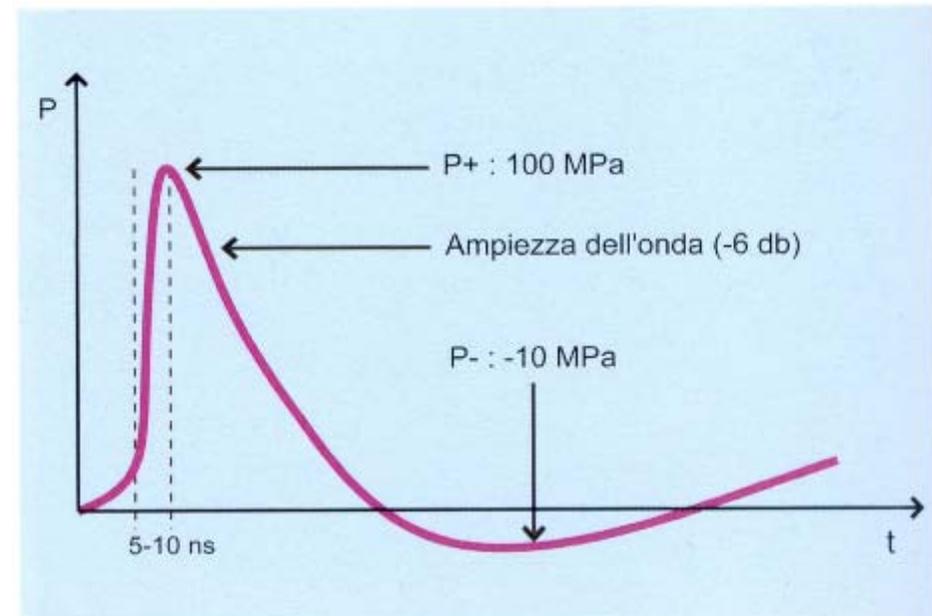
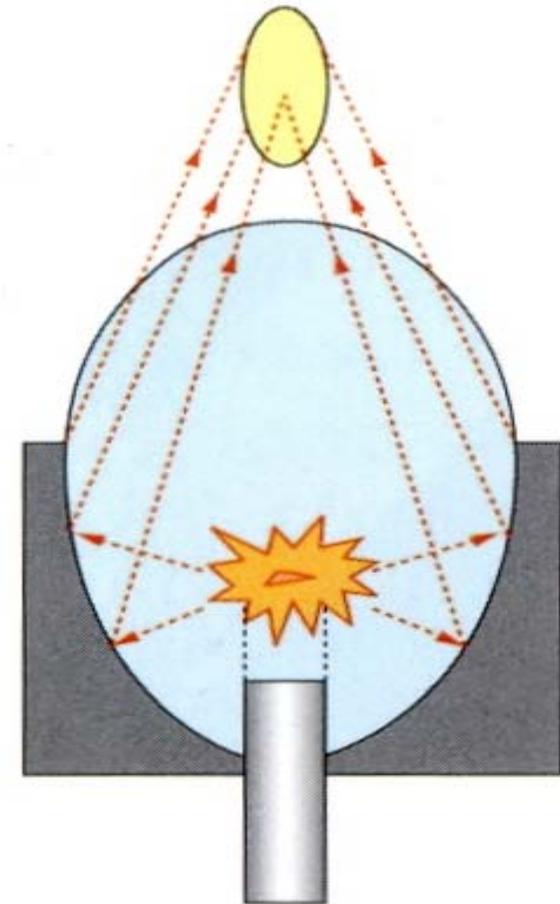


Fig. 5.11 – Il picco di potenza dell'onda d'urto (100 MPa) si raggiunge in un tempo dell'ordine dei nanosecondi (5-10 ns).

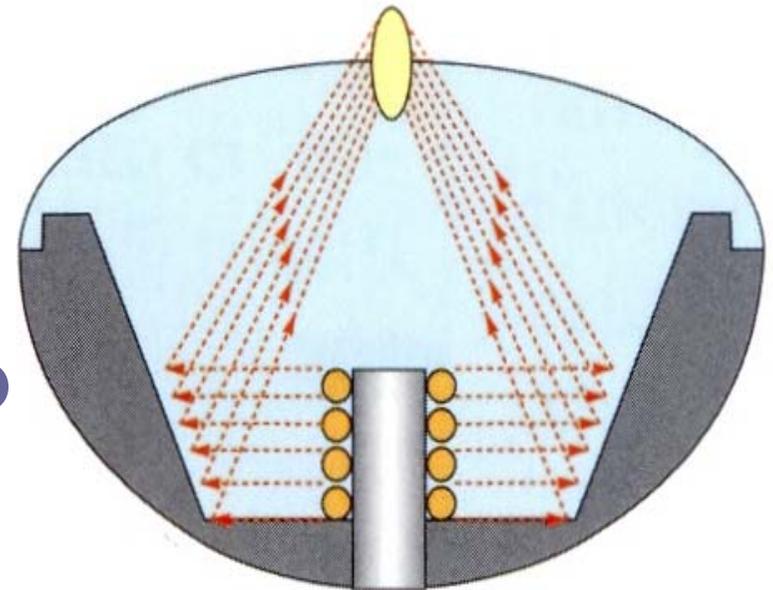
GENERATORI

- **G. Elettroidraulico** - due elettrodi in una camera d'acqua: l'evaporazione improvvisa elettro-indotta genera l'onda pressoria, riflessa da un elissoide sul bersaglio.
- Poco costoso, soggetto ad usura degli elettrodi.
- Impossibile puntamento in-line (integrato).



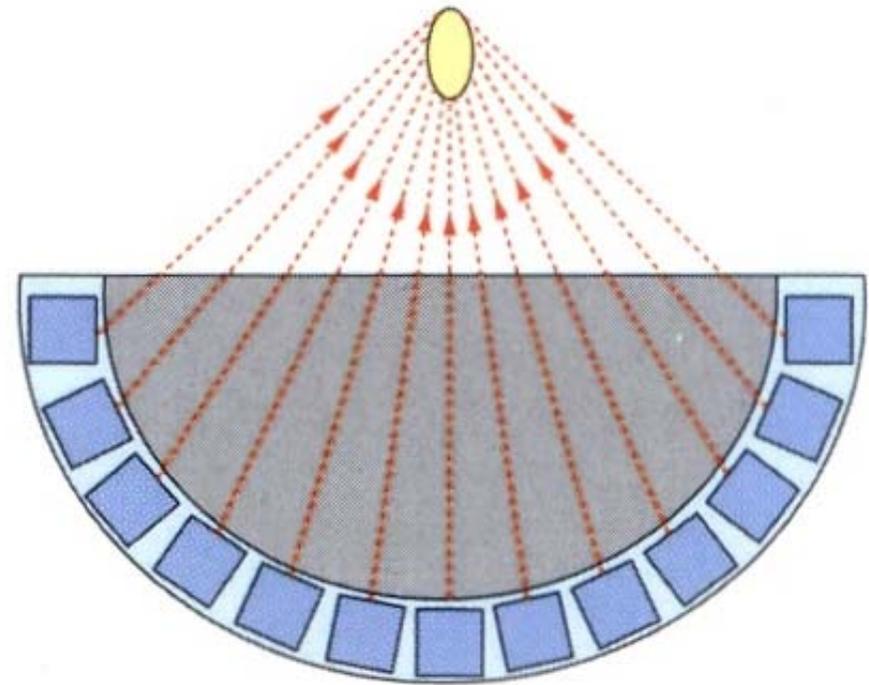
GENERATORI

- **G. Elettromagnetico:** bobina piatta o cilindrica (foto) che, attraversata da corrente, espande di colpo una membrana posta intorno ad essa.
- L'onda d'urto viene poi focalizzata sul bersaglio.
- Possibilità di puntamento in-line, a prezzo di una parziale perdita di potenza.



GENERATORI

- **G. Piezoelettrico:** serie di elementi piezoelettrici posti su una semisfera, sfruttando le loro proprietà per generare l'onda d'urto.
- **Stack technology:** due strati, minor volume, maggior energia erogata.
- **Resistenza all'usura (5 milioni di onde)**



ZONA FOCALE TECNICA

- Punto di convergenza delle onde d'urto: SPOT
- Zona terapeutica
- Rappresentato da un'ellisse
- Superficie inversamente proporzionale alla densità

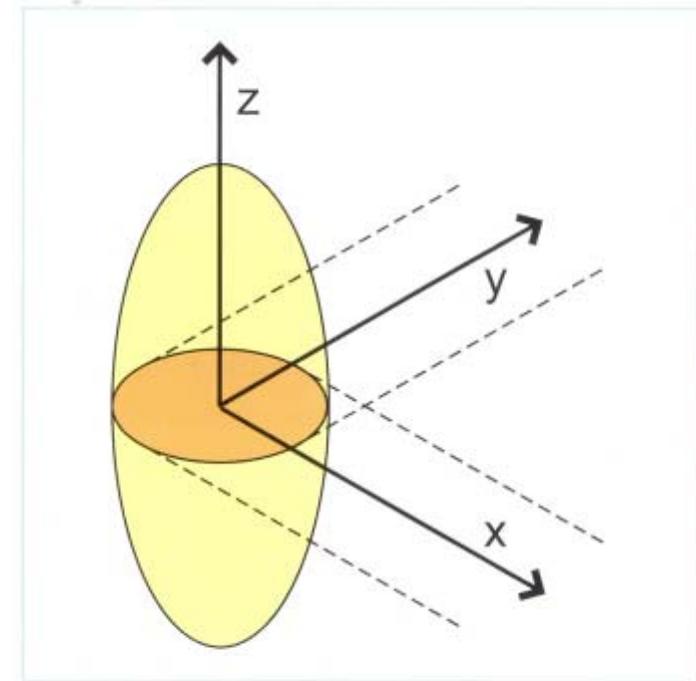


Fig. 5.13 – Rappresentazione del fuoco (spot) di convergenza delle onde di ultrasuoni. Poiché le dimensioni degli assi y e x coincidono, spesso il volume del fuoco viene descritto come un'area ellittica secondo gli assi x e z.

Tab. 5.IV – Estensione della zona focale tecnica* e densità energetica in alcune apparecchiature di ESWT; rilevazioni eseguite con idrofono PVDF.

| SISTEMA | ZONA FOCALE $F_X (-6 \text{ DB}) \times F_Z (-6 \text{ DB})$ | DENSITÀ EN. mJ/mm^2 | STRUMENTO |
|------------------|---|--|--------------------|
| Elettroidraulico | $7,50 \times 63,60 \text{ mm}$ | $0,15 \div 0,40$ | Ossatron HMT |
| Elettromagnetico | $2,75 \times 30,00 \text{ mm}$ | $0,005 \div 0,50$ | Minilith SL1 Storz |
| Piezoelettrico | $2,40 \times 17,00 \text{ mm}$ | $0,03 \div 1,67$ | Piezoson 300 Wolf |

*L'estensione focale tecnica (F-6dB) è definita come lo spazio entro il quale la pressione si mantiene maggiore o uguale alla metà del picco di pressione positivo.

INTERFACCIA

- Posta fra generatore e bersaglio: sacca di acqua o gel
- Doppia funzione di trasmissione e regolazione della profondità dell'impulso.
- La quantità del mezzo di conduzione può essere dinamica.

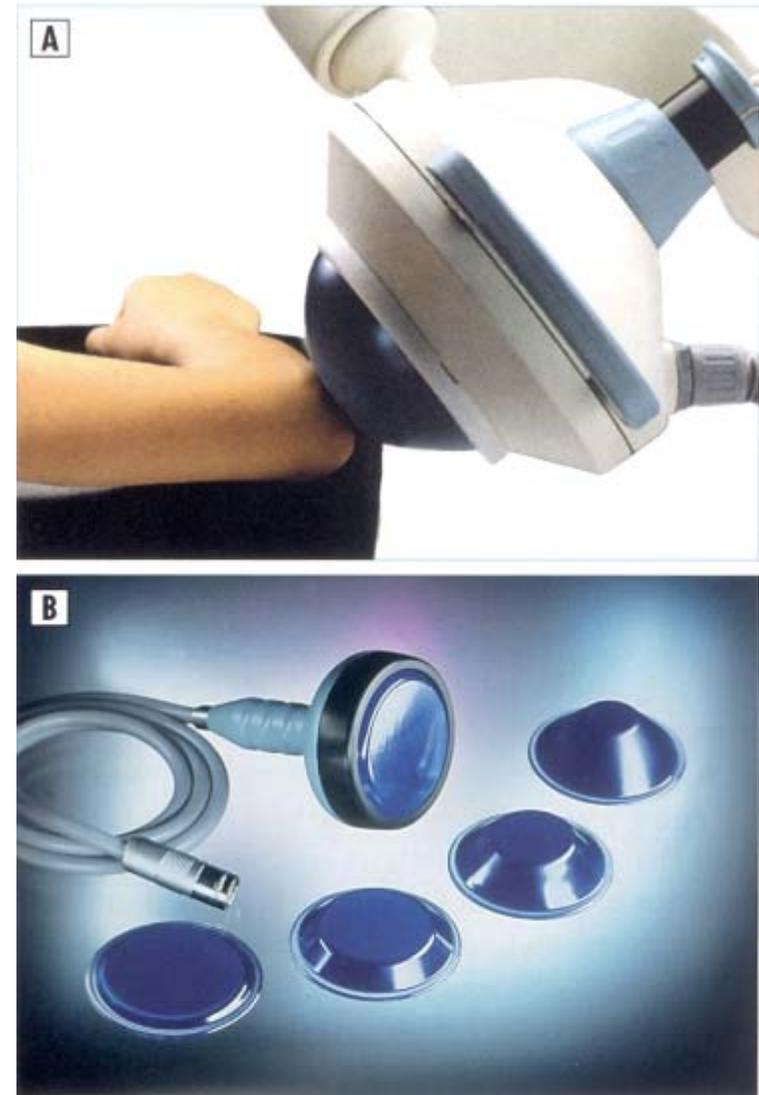


Fig. 5.14 A, B — A) interfaccia a volume e spessore regolabili; B) interfaccia intercambiabile.

EFFETTI MECCANICI DIRETTI

- Dovuti al picco pressorio positivo dell'onda d'urto.

- Si verificano fra tessuti a diversa

impedenza (es. tessuti molli e tessuti mineralizzati, liquidi e cristalli)

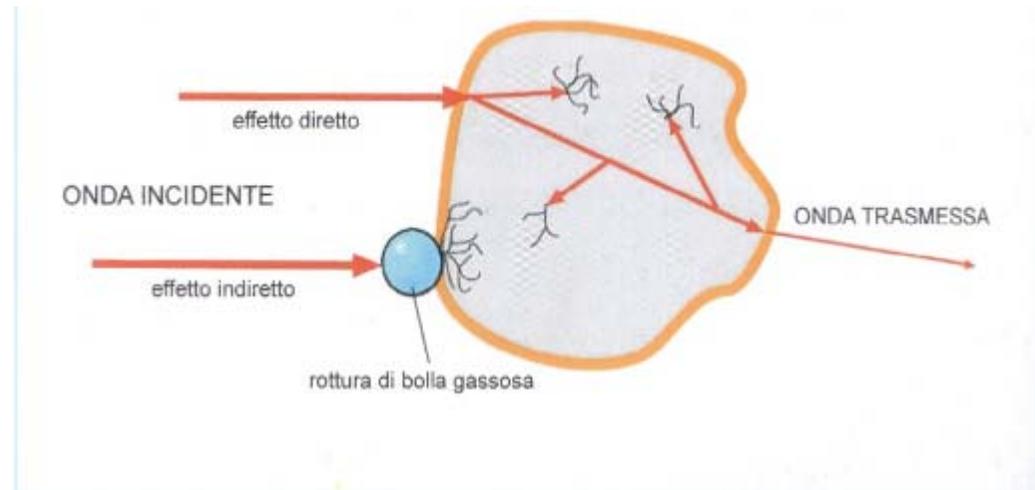
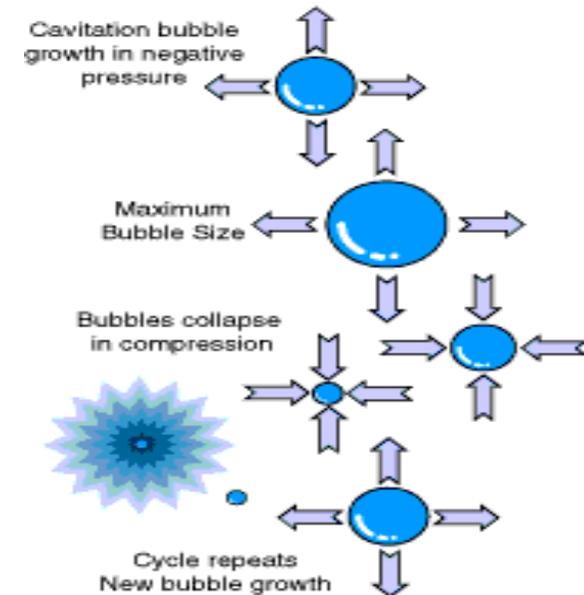


Fig. 5.15 – Frammentazione di una calcificazione con onde d'urto. Il picco pressorio positivo, raggiunto in pochi nanosecondi, è responsabile dell'effetto diretto; il fenomeno della cavitazione è responsabile dell'effetto indiretto.

EFFETTI MECCANICI INDIRECTI

- Imputabili soprattutto alla **CAVITAZIONE** che, a differenza degli U.S., viene ricercata nella ESWT.
- L'implosione determina dei "jet streams" (microgetti) veloci (400-800 m/s) e meccanicamente potenti.
- Sul bersaglio: effetto del jet stream di cannoneggiamento.





EFFETTI BIOLOGICI

- **Disgregazione strutture cristalline**
- **Riassorbimento neoangiogenesi-mediato dei frammenti disgregati (iperemia)**
- **Osteoinduzione (effetto distruttivo iniziale, con distacco periostale e versamenti ematici, microfratture da stress: segue l'osteoriparazione)**
- **Azione iperemetizzante e simpaticoplegica.**
- **Effetto antiflogistico (tipico delle ESWT a bassa intensità – mediato dal wash-out)**
- **Azione analgesica (pallanestesia)**



PARAMETRI E PUNTAMENTO

- **Densità di energia: energia/spot (mJ/mm²)**
- **Numero di colpi: numero di onde erogate durante il trattamento (flogosi: 1000/1500; pseudoartrosi: > 3000 fino a 5000)**
- **Frequenza: numero di colpi/sec (1-8hz).**
- **Bassa densità & Freq. alta = analgesia**
- **Alta densità & Freq. bassa = disgregazione**
- **Puntamento: Ecografico o RX, sia in-line che off-line (RX: pseudoartrosi complesse)**

PARAMETRI E PUNTAMENTO

Tab. 5.V – Livelli di densità di energia delle onde d'urto.

| ENERGIA | mJ/mm ² |
|---------|--------------------|
| Bassa | 0,005 ÷ 0,12 |
| Media | 0,12 ÷ 0,28 |
| Alta | 0,28 ÷ 1,5 |

Tab. 5.VI – Sintesi delle caratteristiche tecniche della ESWT.

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| DENSITÀ DI ENERGIA | 0,005 ÷ 1,5 mJ/mm ² |
| COLPI / SEDUTA | N = 1000 ÷ 5000 |
| FREQUENZA | 1 ÷ 4 Hz |
| PENETRAZIONE | 0 ÷ 60 mm |
| MODALITÀ DI PUNTAMENTO | Ecografico; Rx |

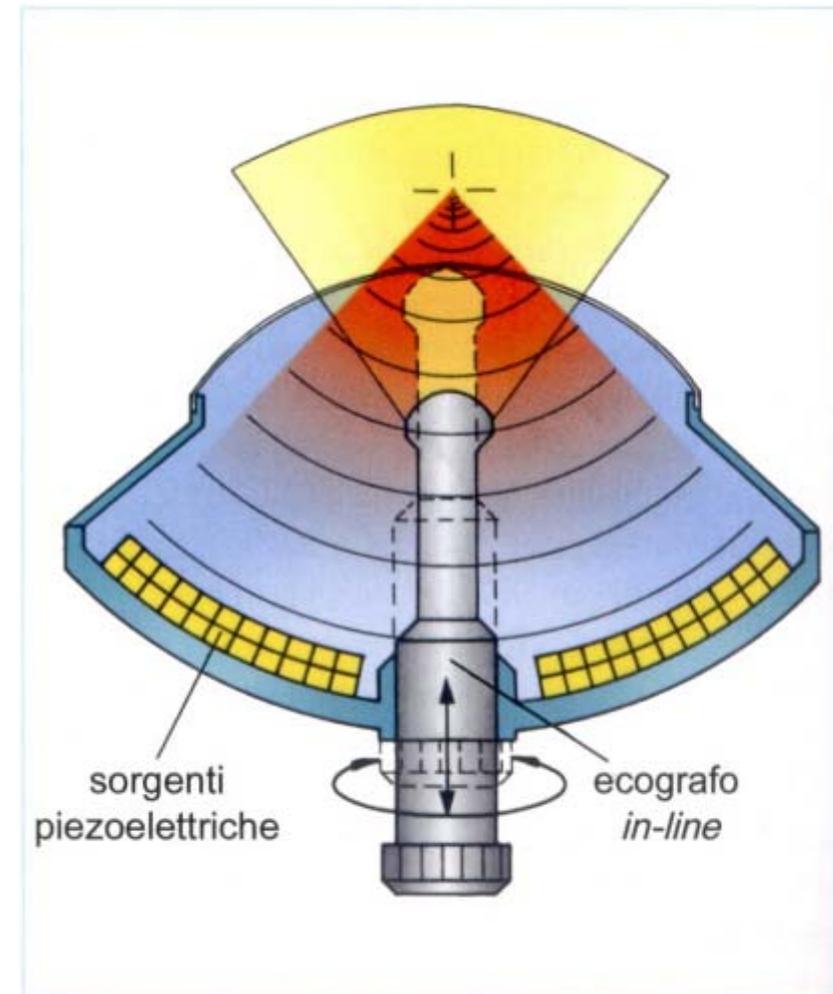


Fig. 5.16 – Sistema di puntamento ecografico coassiale (*in-line*) in un dispositivo piezoelettrico.

TECNICA FOCALIZZATA

- Uso di localizzatore coassiale.
- Densità di energia: attenti alla tollerabilità!
- $E = 0,2-0,6 \text{ mJ/mm}^2$ – pseudoartrosi delle piccole ossa e calcificazione periarticolari.
- $E = > 0,5 \text{ mJ/mm}^2$ – pseudoartrosi dei grandi segmenti scheletrici
- $E = 0,005-0,035 \text{ mJ/mm}^2$ – flogosi
- Vedi tabella riassuntiva per ciclizzazione, colpi e frequenze.



TECNICA A SPAZZOLATA

Nelle foto:
RSWT

- Spostamento dell'erogatore sui punti dolorosi (ricerca clinica).
- Impossibile anestesia locale (ESWT è dolorosa, valutare soglia algica)
- Non necessità obbligatoriamente di guida ecografica o a raggi X
- Sfrutta gli effetti iperemizzanti e trofici della ESWT.
- Tendinopatie e periartriti degenerative.
- $E = 0,03 - 0,1 \text{ mJ/mm}^2$
- 400/500 colpi per punto doloroso – 1200/2000 colpi per seduta.
- Cadenza: 1/sett., per 4/5 sedute.





USO: PSEUDOARTROSI

- **Alta densità: 0,3-1,0 mJ/mm²**
- **Ciclizzazione: 5 sedute in 15gg (una ogni 3 giorni), rivalutazione dopo 1-2 mesi ed eventuale secondo ciclo.**
- **Colpi: da 1000 a 6000 per seduta.**
- **Immobilizzazione del segmento trattato.**
- **Possibile trattamento anche con chiodo endomidollare: necessita di operatore esperto per puntare il focus sul periostio senza mettere in vibrazione in chiodo.**
- **Trattamento di norma doloroso.**

USO: PSEUDOARTROSI





USO: TENDINOPATIE

- **Densità: 0,04-0,07 mJ/mm².**
- **Colpi: 1000-2000 a seduta, 1-4hz**
- **Ciclo: 2/sett. x 15gg – 2° ciclo dopo 1 mese**
- **Si sfruttano gli effetti iperemizzanti, antiflogistici e analgesici della ESWT.**
- **Periartrite scapolo omerale, epicondiliti, tendinopatia rotulea, tendinopatia dell'achilleo, fascite plantare etc. etc. (purchè non tendinopatie calcifiche).**

USO: TENDINOPATIE CALCIFICHE

- **Trattamento d'elezione: spalla e calcagno.**
- **Efficacia: 47-73%**
- **Ciclo: 3 sedute (1/sett)**
- **Densità medio-bassa**
- **2000-3000 colpi x sed.**
- **Frequenza: 4hz**
- **Spesso non necessaria anestesia, nel caso si dimezza la frequenza (2hz)**

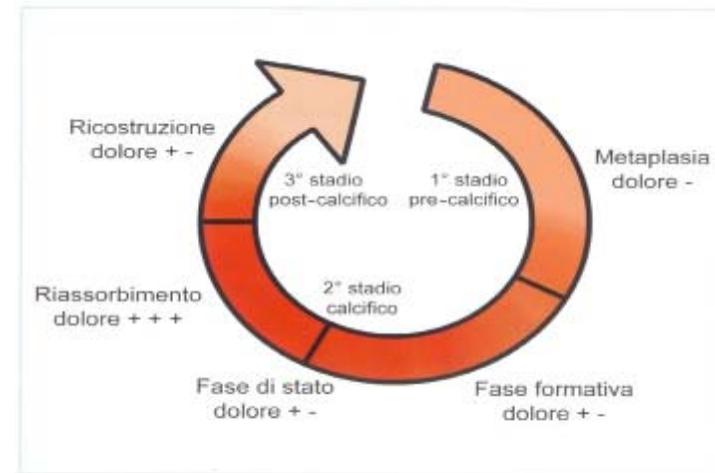
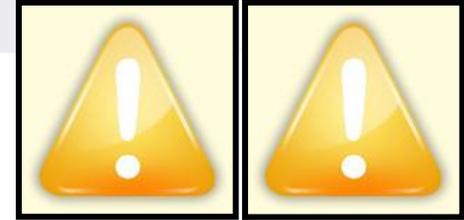


Fig. 5.18 – Gli stadi della tendinopatia calcifica secondo Uthoff e Loehr, (1997).



Fig. 5.17 – Voluminosa calcificazione del tendine del muscolo sovraspinoso della spalla, all'esame ecografico.

CONTROINDICAZIONI



- Presenza di pacemaker
- Vicinanza di strutture sensibili: encefalo, midollo spinale, gonadi, cartilagini di accrescimento.
- Gravidanza, infezioni, neoplasie, coagulopatie, tromboflebiti.
- Terapia corticosteroidea o anticoagulante.
- Effetti collaterali: ematomi, petecchie, esacerbazione del dolore, analgesia.

TABELLE RIASSUNTIVE ESWT

Tab. 5.VII – Esempi di schemi terapeutici del trattamento con onde d'urto (sistema piezoelettrico Wolf).

| PATOLOGIA | ENERGIA mJ/mm ² | N° COLPI A SEDUTA | TRATTAMENTI | ANESTESIA |
|--|-------------------------------|-------------------|--|-----------|
| Pseudoartrosi omero | 0,5 ÷ 0,6 | 4000 | 1-2/sett. per tot. 1-5 volte ripetibili dopo 60 gg | SI/NO |
| Pseudoartrosi Radio-ulna | 0,4 ÷ 0,5 | 3500 | 1-2/sett. per tot. 1-5 volte ripetibili dopo 40-50 gg | SI/NO |
| Pseudoartrosi scafoide mano e metatarso | 0,3 ÷ 0,4 | 3000 | 1-2/sett. per tot. 1-5 volte ripetibili dopo 45 gg | SI/NO |
| Pseudoartrosi femore | 0,6 ÷ 1 | 4000 | 1-2/sett. per tot. 1-5 volte ripetibili dopo 60 gg | SI/NO |
| Pseudoartrosi tibia | 0,5 ÷ 0,6 | 4000 | 1-2/sett. per tot. 1-5 volte ripetibili dopo 60 gg | SI/NO |
| Pseudoartrosi perone | 0,4 ÷ 0,5 | 3000 | 1-2/sett. per tot. 1-5 volte ripetibili dopo 40-50 gg | SI/NO |
| Necrosi ossea | 0,50 ÷ 1,35 | 3000 ÷ 4500 | 1/sett. per tot. 5 volte ripetibili dopo 45-60-90 gg | SI/NO |
| Tendinopatia calcifica | 0,28 ÷ 1,20 | 2000 | 1/sett. per tot. 3 volte | NO/SI |
| Tendinopatia non calcifica cronica | 0,15 ÷ 0,50 | 1500 ÷ 2000 | 1/sett. per 3 volte, ripetibili dopo 1 sett. | NO |

TABELLE RIASSUNTIVE ESWT

Tab. 5.VIII – Esempi di schemi terapeutici del trattamento con onde d'urto (sistema elettromagnetico Storz).

| PATOLOGIA | ENERGIA mJ/mm ² | N° COLPI A SEDUTA | TRATTAMENTI | ANESTESIA |
|------------------------|-------------------------------|-------------------|---|-----------|
| Pseudoartrosi femore | 0,6 ÷ 1 | 4000 | 1-2/sett. per tot. 1-5 volte ripetibili dopo 60 gg | SI/NO |
| Pseudoartrosi scafoide | 0,2 ÷ 0,6 | 4000 | 1-2/sett. per tot. 1-5 volte ripetibili dopo 60 gg | SI/NO |
| Tendinopatia calcifica | 0,07 ÷ 0,11 | 2000÷2500 | 1-2/sett. per tot. 4-5 volte | NO/SI |
| Tendinopatia acuta | 0,04 | 1500 | 1-2/sett. per tot. 4-5 | NO |
| Tendinopatia cronica | 0,04 ÷ 0,07 | 1500 | 1-2/sett. per 3-4 volte | NO |

ONDE D'URTO RADIALI

- Radial Shockwave Therapy – RSWT
- Generatore balistico: sistema pneumatico spinge un proiettile verso la testina di emissione, trasformando l'energia cinetica in impulsi pressori.
- Densità di E. medio-basse.
- No “spot” = ampio volume
- Puntatore in/off-line.
- Rapida dispersione.

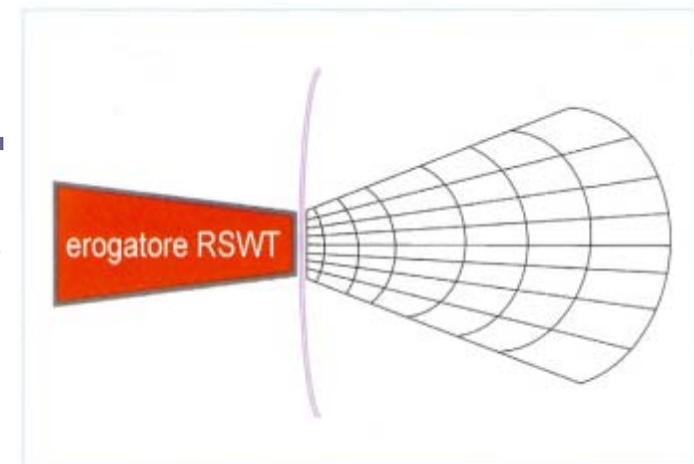


Fig. 5.19 – Onda d'urto di tipo radiale.

PARAMETRI E TRATTAMENTO

- Densità di energia: $< 0,3 \text{ mJ/mm}^2$
- Intensità: 1-4 bar
- Penetranza: 0-35 mm
- Testine: 6-8-10-15 mm di diametro
- Di solito non è necessaria l'anestesia locale
- Frequenza: 5-10hz
- Possibile una modalità a singoli impulsi
- 2000 colpi/seduta

Tab. 5.IX – Caratteristiche delle apparecchiature RSWT.

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| DENSITÀ DI ENERGIA | 0,01 ÷ 0,23 mJ/mm ² |
| PRESSIONE (INTENSITÀ) | 1 ÷ 4 bar |
| COLPI SEDUTA | 10 ÷ 2000 |
| FREQUENZA | 5 ÷ 10 Hz |
| PENETRAZIONE | 0 ÷ 35 mm |

INDICAZIONI

- **Tendinopatie inserzionali, con o senza calcificazioni, anche periarticolari.**
- **Sindromi dolorose miofasciali con tender points (punti dolorosi)**
- **Trattamento di patologie acute e croniche secondo i punti dell'agopuntura**



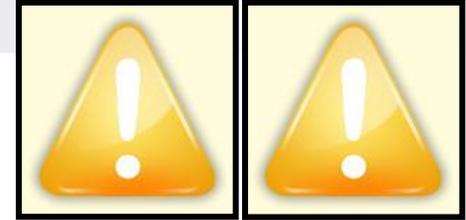
Fig. 5.20 – Erogazione di onde d'urto radiali.

SCHEMI TERAPEUTICI RSWT

Tab. 5.X – Schemi terapeutici dell'RSWT

| PATOLOGIE | NOTE | Erogatore Ø mm | Press Bar | Impulsi N° | Freq. Hz | Pressione | Sedute N° | Intervallo gg |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------|---------------|-------------|-------------|--------------|------------------|
| Tendinopatia spalla | Calcifica e non calcifica | 10 ÷ 15 | 3 ÷ 4 | 2000 | 5/10 | media | 3-6 | 5-7 |
| Epicondilite gomito | Calcifica e non calcifica | 15 | 2 ÷ 3 | 2000 | 5/10 | bassa | 3-4 | 3-5 |
| S. Bandeletta ileo-tibiale | Da attrito | 10 ÷ 15 | 2.5 ÷ 4 | 2000 | 5/10 | media-alta | 3-5 | 5-7 |
| S. apice patellare | Ginocchio del saltatore | 15 | 2 ÷ 3 | 2000 | 5/10 | bassa-media | 3-4 | 5-7 |
| Periostite tibiale | Ampia superficie | 15 | 1.5 ÷ 2.5 | 2000 | 5/10 | bassa | 3-4 | 3-5 |
| Achillodinia | Flogosi sub.acuta/cronica | 15 | 2 ÷ 3 | 2000 | 5/10 | bassa-media | 3-4 | 5-7 |
| Terapia analgesica | Punti trigger | 10 | 2.5 ÷ 4 | 2000-6000 | 10 | media-alta | 1-12 | 3-5 |
| Terapia analgesica | Agopuntura | 6 | 1 ÷ 2 | 10-50 | 1/5 | bassa | 6-12 | 2-3 |

CONTROINDICAZIONI



- Sono le stesse della terapia con onde d'urto focalizzate.
- Effetti collaterali frequenti: ecchimosi ed arrossamenti, con frequenza maggiore nelle onde d'urto radiali rispetto a quelle focalizzate.