

Letteratura Scientifica



WS²
Therapy
Linea Fisioterapica



Principio físico



L'Ultrasuono di WS2

Gli ultrasuoni sono onde acustiche con frequenze superiori ai 20 kHz (20.000 Hertz), la massima frequenza udibile dall'orecchio umano (da cui il nome). Tali onde vengono generate sollecitando un quarzo con un campo elettrico di cui si inverte periodicamente la polarità: per effetto del campo elettromagnetico che si crea, il quarzo si comprime ed espande, generando delle vibrazioni meccaniche che provocano le onde acustiche degli ultrasuoni.

Penetrando in un sistema biologico, le onde perdono energia, cedendola al sistema che attraversano con un meccanismo di attenuazione. Più alta è la frequenza dell'onda, maggiore è l'attenuazione (quindi penetra meno profondamente): generalmente le onde entrano fino a profondità comprese tra 1,5 e 5 cm.

Il sistema biologico può essere un tendine, un muscolo o un osso. La cessione di energia viene convertita in calore, le cui proprietà terapeutiche sono ben note da centinaia di anni.

Si ha inoltre una sollecitazione meccanica che produce un movimento delle molecole dei tessuti, inducendo variazioni di pressione. Queste permettono di muovere il liquido all'interno dei tessuti biologici e quindi ha effetto nel caso di presenza di versamenti o per riallineare le fibre di collagene.

L'ulteriore effetto delle onde acustiche che attraversano un sistema biologico è di tipo chimico: si modifica il pH e la permeabilità delle membrane cellulari, facilitando lo scambio e la migrazione di liquidi.

Differenza di profondità delle frequenze dell'ultrasuono



Frequenza 1MHz



Frequenza 3MHz

Ultrasuono e interazioni coi tessuti biologici

I primi utilizzi pratici dell'ultrasuono si possono datare tra la prima e la seconda guerra mondiale, grazie alla progettazione e realizzazione dei cosiddetti SONAR (Sound Navigation and ranging) i quali venivano posti su navi militari e sottomarini per consentire l'individuazione di precisi ostacoli (di tipo artificiale o naturale) nei quali si potesse insorgere durante la navigazione. Successivamente, a partire dal 1950, si è iniziato ad applicare le conoscenze derivate dall'applicazione militare del SONAR in ambito clinico e dagli anni '70 si è così avuta una piena diffusione dell'ecografia quale mezzo diagnostico.

L'utilizzo di questo mezzo fisico, invece, in ambito riabilitativo è databile attorno al 1980 quando si è iniziato a concepire l'ultrasuono non più solo come un "mezzo" per ottenere informazioni sullo stato fisico delle strutture anatomiche, ma anche come strumento terapeutico coniando una nuova tipologia di trattamento: l'ultrasuonoterapia. Questa sfrutta precisi range di frequenza (1-3MHz), velocità di propagazione dell'onda e di intensità acustica dell'ultrasuono per ottenere effetti di tipo termico e meccanico nei tessuti biologici trattati.

È di fondamentale importanza per gli operatori che applicano questo tipo di terapia conoscere le caratteristiche specifiche dell'ultrasuono, nonché le caratteristiche fisiche del distretto da trattare, in quanto la variazione dei parametri del dispositivo e le diverse densità dei tessuti attraversati dall'onda determineranno effetti biologici e profondità d'azione differenti. La velocità di propagazione, in particolare, dipende dalla densità molecolare e dalle proprietà elastiche del mezzo attraversato con una migliore e più rapida propagazione nei liquidi, piuttosto che nell'aria o nei tessuti ad alta densità. All'aumentare del percorso svolto dall'onda ultrasonica e della frequenza inoltre, aumenta l'attenuazione del fascio: ad una maggior frequenza (es. 3MHz) corrisponde un'area di trattamento più superficiale mentre a minori frequenze (vicine a 1MHz) corrisponde una maggior profondità di trattamento.

Per quanto concerne l'impedenza acustica, questa è direttamente proporzionale alla densità del materiale attraversato ed alla velocità del suono: anche in questo caso in presenza di minor densità tissutale sarà possibile una maggior propagazione dell'onda all'interno del mezzo (a differenza ad esempio del tessuto osseo che possiede maggior impedenza dove si verificherà una minor propagazione).

Altro aspetto da considerare è che l'ultrasuono, come tutte le onde sonore, è soggetto anch'esso ai diversi fenomeni acustici: durante l'attraversamento delle varie strutture tissutali l'energia posseduta dall'ultrasuono viene progressivamente attenuata a causa dei fenomeni di riflessione (sfruttato dall'ecografia per la produzione di echi e la rilevazione delle immagini diagnostiche), rifrazione e trasmissione.

Quale agente fisico l'ultrasuono viene riconosciuto per la sua capacità di produrre energia di tipo meccanico e termico. Conoscere le interazioni tra l'onda sonora e il tessuto attraversato consente di comprendere quando queste devono e possono essere sfruttate a scopo terapeutico o quando devono essere evitate, in quanto in presenza di un rischio "fisico" associato al loro utilizzo.

È possibile compiere una classificazione clinica dell'ultrasuono sulla base del suo utilizzo e degli effetti biologici che si vogliono ottenere: continuo, per determinare un aumento della temperatura interna dei tessuti profondi, pulsato, per attivare prevalentemente effetti fisiologici di tipo non termico (biostimolazione) e come fonoforesi, per consentire la veicolazione transdermica di farmaci topici. È bene comunque considerare che un effetto termico anche blando a livello intratessutale è riscontrabile anche nell'utilizzo della modalità pulsata e nella fonoforesi e come, quindi, i due effetti siano abbastanza inscindibili tra loro. Possiamo quindi distinguere le azioni prodotte dall'ultrasuono in termiche e non termiche (cavitazione controllata e streaming acustico).

Azione termica

L'ultrasuono determina nelle molecole dei tessuti molli con cui interagisce, una vibrazione dovuta agli effetti di compressione e rarefazione dovuti alla generazione dell'onda sonoro: questo movimento vibrazionale comporta una continua frizione tra le molecole eccitate e ciò comporta un aumento della temperatura all'interno del tessuto biologico. In particolare, quest'effetto viene massivamente ottenuto tramite l'utilizzo dell'ultrasuono in modalità continua.

Gli effetti biologici secondari che avvengono per mezzo dell'azione termica dell'ultrasuono sono i seguenti:

Incremento dell'estensibilità del collagene;

Aumento della velocità di conduzione nervosa;

Miglioramento della perfusione vascolare locale;

Aumento dell'attività enzimatica;

Miglioramento dell'attività contrattile;

Aumento della soglia nocicettiva;

Il riscaldamento del collagene determina un aumento della sua elasticità alterando la sua composizione chimica ed i suoi legami molecolari terziari. Ciò rende l'ultrasuonoterapia, in particolare in questa modalità, indicativa per il trattamento del tessuto cicatriziale, delle capsuliti, delle aderenze tissutali e degli accorciamenti della trama connettivale (tutti elementi strutturali che possono concorrere al determinarsi di dolore di tipo cronico). I meccanismi d'azione termici che sono stati teorizzati essere alla base del trattamento del dolore cronico sono: l'effetto di "controirritazione", l'attivazione di fibre nervose afferenti di largo calibro o l'alterazione della soglia percettiva dei recettori sensitivi.

La modalità in continuo, la quale sfrutta prevalentemente effetti termici, è stata ampiamente utilizzata dai clinici nel trattamento di spasmi muscolari, lesioni dei tessuti molli, tendiniti, trigger points attivi, sindrome del tunnel carpale, lombalgia, epicondilite, sindrome dolorosa regionale complessa, dolore dell'arto fantasma.

Azione non termica

Per quanto concerne l'effetto meccanico dovuto alla forza esercitata dalle onde ultrasonore sui tessuti biologici questo sottopone le cellule a:

Fenomeni di tipo vibrazionale, rotazionali e di torsione;

Microspostamenti;

Formazione di micro-vortici all'interno dei liquidi citoplasmatici ed interstiziali (streaming). Inoltre si può ottenere un effetto di cavitazione transitoria e stabilizzata a livello dei tessuti molli: la caduta improvvisa della pressione, determinata dall'onda acustica, fa sì che le piccole sacche di gas normalmente presenti a livello intratessutale si sviluppino in microbolle. Tali bolle "risuonano" e ciò determina la produzione di onde secondarie che si propagano in tutte le direzioni dello spazio con un'ulteriore effetto streaming, dovuto al microrimescolamento dei fluidi citoplasmatici.

Se l'intensità della sollecitazione è limitata (come nel caso della cavitazione stabilizzata) la bolla continua a pulsare con una corrispondenza pressoché perfetta tra la pressione interna e quella esterna alla stessa. In presenza di un forte aumento di sollecitazione, la parete della bolla deve dilatarsi eccessivamente ad ogni oscillazione e si verifica uno sfasamento tra le due pressioni. Le modificazioni di dimensione della bolla si accompagnano quindi ad un aumento di frequenza di risonanza di tutto il sistema e quando la stessa si avvicina alla frequenza dell'onda sonora, la bolla collassa determinando una diffusione del gas contenuto al suo interno (cavitàzione permanente).

Nel caso dell'ultrasuono terapeutico la cavitazione acustica risulta stabilizzata poiché le microbolle pulsano senza implodere (grazie all'effetto di espansione e ritorno).

Nel caso della cavitazione controllata le cellule limitrofe subiscono un'alterazione della permeabilità a livello di membrana (ciò consente un aumentato assorbimento dei nutrienti ed un concomitante aumento dell'espulsione dei cataboliti cellulari), processo che si ripercuote anche a livello più macroscopico con un aumento della permeabilità della parete vascolare.

Inoltre l'aumento della permeabilità a livello intracellulare e tissutale è il razionale dell'utilizzo della modalità fonoforesi, per la veicolazione di molecole ai tessuti target di trattamento. La modalità in pulsato nella fonoforesi consente al farmaco di passare attraverso la barriera rappresentata dal tegumento, in quanto viene alterata la modalità dello strato corneo, e di raggiungere così i tessuti target (connettivo o tessuto muscolare).

Sebbene non siano ancora completamente noti tutti i meccanismi che consentono di raggiungere un conclamato effetto terapeutico nelle diverse sintomatologie trattate, l'ultrasuono in modalità pulsata è stato a lungo utilizzato nel trattamento dell'infiammazione acuta e cronica e per promuovere la guarigione e rigenerazione tissutale (biostimolazione).

Modalita' di applicazione

L'ultrasuono può essere applicato ponendolo a contatto con la cute o immerso in acqua, sfruttando l'alta capacità di propagazione del mezzo acquoso di queste onde sonore. L'ultrasuono a contatto solitamente è tipico di tutte e tre le modalità (continuo, pulsato e fonoforesi), mentre per quanto concerne l'ultrasuonoterapia in acqua il dispositivo eroga con la modalità in continuo.

Per quanto concerne la modalità in continuo e quella in pulsato tra la testina del trasduttore e la cute viene applicato un gel neutro di conduzione, mentre la fonoforesi prevede che venga applicata una crema o gel a base di steroidi (es. dexametasone) o un analgesico (tipo lidocaina).

Indicazioni terapeutiche:

Dolore di tipo miofasciale;

Lombalgia;

Condropatie;

Contratture muscolari;

Spasmi muscolari;

Tendinopatie in fase acuta e/o cronica;

Patologie degenerative dell'apparato osteoarticolare (dolore e limitazione della funzione);

Recupero funzionale post traumatico;

Radicolopatie irradiative (cervicali, lombari...);

Osteoartrite;

Arto-sinovite;

Trattamento del tunnel carpale;

Epicondilite;

Tendinopatie calcifiche;

Algia neuropatica (sindrome dolorosa regionale complessa, sindrome dell'arto

fantasma..);

Fonoforesi tramite applicazione di farmaco specifico (prescritto dal fisiatra o dal clinico).

Bibliografia

"Ultrasound bio-effects and safety considerations"
ter Haar G, The Institute of Cancer Research, Sutton, Surrey, UK
Front Neurol Neurosci Basel, Karger (2015); 36; 23-30

"Physical Agents used in the management of chronic pain by therapists"
Allen RJ, PhD, PT
Phys Med Rehabil Clin N Am 17(2006); 315-345;

"Ultrasound: evaluation of its mechanical and thermal effects"
Kramer JF
Arch Phys Med Rehabil (1984); 65; 223-227;

"Thermal Ultrasound"
Ziskin MC, McDiarmid T, Michlovitz SL in Michlovitz SL editor "Thermal agents in rehabilitation", Philadelphia: FA Davis; (1990); 134-169;

"Sensory nerve conduction: heating effects of ultrasound and infrared"
Currier DP, Kramer JF
Physiother Can (1982); Vol. 34; 241-246

"Ultrasound therapy for calcific tendonitis of the shoulder"
Ebenbichler GR, Erdogan CB, Resh KL et al
N Engl J Med (1999); vol. 340; 1533-1538

"Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome a randomized "sham" controlled trial"
Ebenbichler G, Wiesinger GF, Fialke V
BMJ (1998); Vol. 316; 731-735

"Ultrasound in treatment of back pain resulting from prolapsed intervertebral disc"
Nwuga VCB
Arch Phys Med Rehabil (1983); Vol. 64; 88-89

WS2Therapy, l'Ultrasuono portatile studiato per il professionista.

WS2 Therapy è un dispositivo di terapia ad ultrasuoni digitale all'avanguardia. È dotato di un generatore di potenza speciale e innovativo che, sottoponendo il trasduttore a un cambio di campo elettrico ad alta frequenza, converte l'energia elettrica in oscillazioni meccaniche con una frequenza variabile.

Il software consente all'operatore di gestire e regolare il segnale in modalità duty cycle, continua e pulsata.

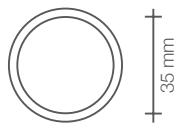
Il sistema utilizza trasduttori 1.0 e 3.0 MHz: è scientificamente provato che la frequenza e la penetrazione sono opposte, quando le onde ultrasoniche sono di bassa frequenza, si osserva una maggiore potenza di penetrazione in profondità nei tessuti e un maggiore copertura dell'area trattata.

La frequenza di 1 MHz penetra più profondamente di quella di 3 MHz, mentre la divergenza del fascio (raggio d'onda) diminuisce con l'aumento della frequenza; quindi un segnale con una frequenza più alta ha un raggio più preciso.
Queste frequenze sono raccomandate per lesioni superficiali e profonde da 1 a 3 cm.



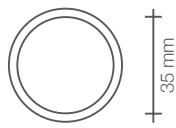
Frequenza acustica di lavoro	1,030 Mhz - 3,25 Mhz +/-30 KHz
Intensità acustica	da 0 a 3 W/cm ² con un passo da 0.2 W/cm ²
Tipo d'emissione	CW - 1/2 - 1/5
Uscite	1
Display	5,7" B&W
Dimensioni	160x110x110 mm
Peso	1 Kg
Classificazione del dispositivo medico	Classe IIb secondo 93/42/CE

Manipoli compatibili



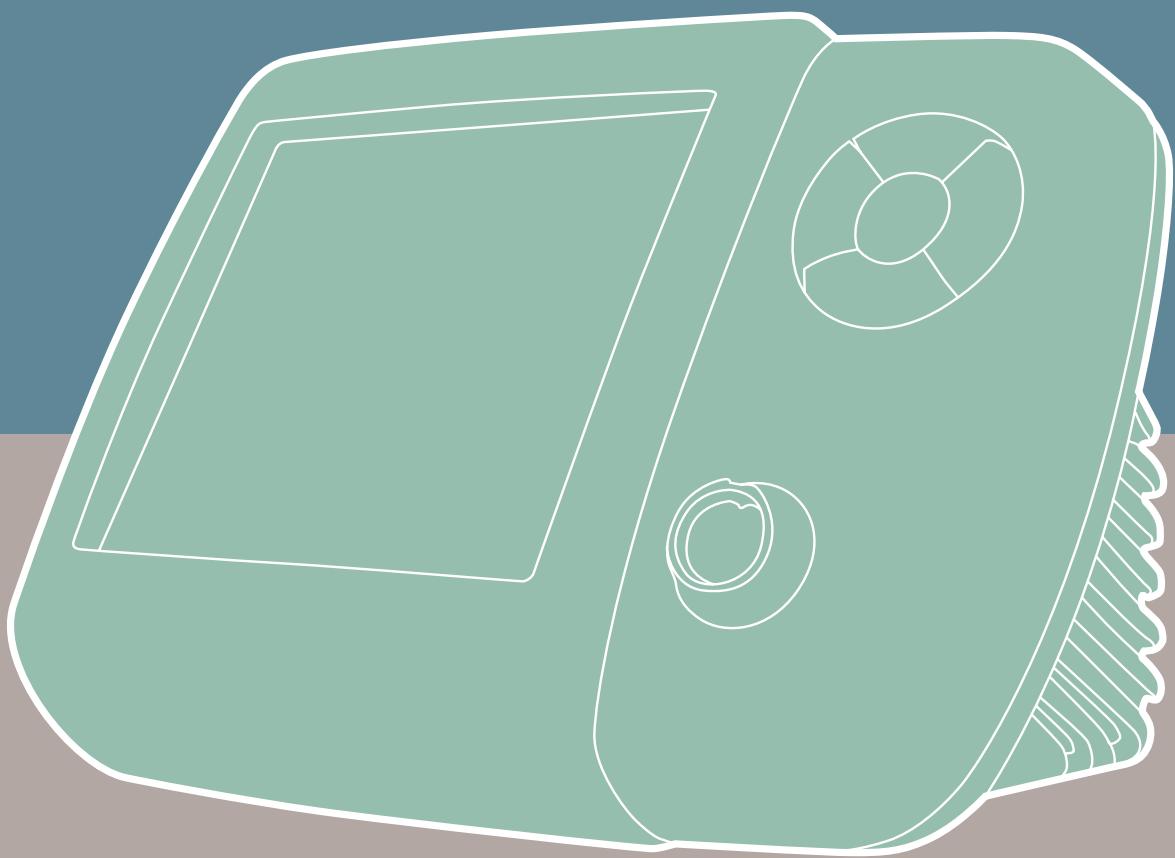
MANUS1

Manipolo con elettrodo in acciaio AISI 316 per trattamenti di ultrasuono di diametro 35mm. - 1 Mhz



MANUS3

Manipolo con elettrodo in acciaio AISI 316 per trattamenti di ultrasuono di diametro 35mm. - 3 Mhz



Università La Sapienza di Roma,
IFO Istituti Fisioterapici Ospitalieri-Roma,
ULSS di:
Milano, Venezia,
Palermo, Firenze,
Padova, Udine, Treviso

WINFORM Medical Engineering srl
T. +39 0421 222026
info@winformweb.it
www.winformweb.it

