

# Cosa sapere sull'ESWL

---

## Introduzione:

Il termine ESWL Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy ovvero litotrissia extracorporea con onde d'urto.

Al giorno d'oggi tutti conosciamo il termine di litotrissia extracorporea, molto spesso lo associamo al termine "bombardamento" cioè all'effetto che provocherebbero le onde d'urto sul calcolo. Prima di questa straordinaria scoperta l'unico sistema per togliere un calcolo dalla sua sede era la chirurgia, e non era una chirurgia mininvasiva, ma una chirurgia importante che richiedeva apertura dell'addome e sacrificio di tessuto nobile renale o dell'uretere.

La litotrissia con onde d'urto (SWL – Shock Wave Lithotripsy) come la concepiamo oggi è nata nel 1974 come ricerca ed ha avuto la sua prima applicazione pratica nel 1980 precisamente il 7 Febbraio di quell'anno venne effettuato il primo trattamento su un essere umano con uno strumento gigantesco, il Dornier HM1 installato presso l'università di Monaco (Fig 1).

Successivamente nel 1983<sup>1</sup> fu installato a Stoccarda il primo strumento di serie l'HM3 (Fig 2) e da allora la litotrissia extracorporea con onde d'urto è nota a tutti.

## Cos'è un litotritore:

I sistemi di litotrissia sono fondamentalmente composti da tre componenti interconnessi, la cui corretta combinazione porta, il più delle volte, alla risoluzione dei calcoli.

1. il sistema di generazione delle onde;
2. il sistema di localizzazione per visualizzare e puntare il calcolo;
3. il sistema di posizionamento che permette di spostare e posizionare il calcolo nel fuoco delle onde d'urto.



Figura 1 - Dornier HM1



Figura 2 - Dornier HM3

### **Generatore di onde d'urto:**

Il generatore di onde d'urto è la componente più importante del sistema, genera le onde che attraverso un sistema di lenti arriva a concentrarsi nel fuoco per rompere il calcolo.

L'acqua è il mezzo fondamentale per la trasmissione delle onde d'urto che in essa si propagano fin dentro ai tessuti e poi al calcolo. L'accoppiamento tra paziente e superficie di trasmissione dell'onda è fondamentale. La testata generante le onde viene accoppiata alla superficie del paziente tramite un film acquoso per permettere un migliore passaggio delle onde dal generatore alle cellule del corpo. Un corretto accoppiamento permette un ottimale flusso di energia che è la chiave della frantumazione dei calcoli.

Il generatore ha subito sostanziali mutamenti grazie alla tecnologia. Dai primi e potentissimi elettromeccanici si è passati nella seconda generazione ai piezoelettrici, fino ai recentissimi elettromagnetici.

### **Sistema di localizzazione:**

Una localizzazione tridimensionale estremamente precisa è fondamentale nella ESWL.

Il miglior sistema è la fluoroscopia che permette una corretta valutazione delle dimensioni e posizione del calcolo, ma a suo svantaggio ha il fatto che non è possibile un puntamento continuo a causa dell'emissione di radiazioni ed inoltre non riesce a valutare correttamente la frammentazione dei calcoli. I calcoli radiotrasparenti in ogni caso non possono utilizzare questa metodica. Normalmente viene utilizzato un braccio a C per effettuare il puntamento dei calcoli per via fluoroscopica tridimensionale.

L'utilizzo dell'ecografia permette un eccellente puntamento dei calcoli renali indipendentemente dalla loro composizione, può anche essere utilizzata con successo per monitorizzare in tempo reale il puntamento e la frammentazione lo svantaggio è che l'ecografia non può essere utilizzata per individuare calcoli nell'uretere, ma solo nel rene e nel tratto prossimale dell'uretere.

Il puntamento ecografico sebbene più semplice richiede un tempo di apprendimento più lungo, ma può essere utilizzato contemporaneamente al puntamento classico fluoroscopico nei moderni litotrittori.

### **Posizionamento del paziente:**

Per raggiungere il risultato della frammentazione il calcolo deve essere posizionato nel fuoco delle onde d'urto. Questo risultato lo si ottiene spostando il paziente lungo tutti gli assi spaziali con un tavolo radiotrasparente con una apertura che permette l'accoppiamento della testata (generatore) al paziente.

## Fisica delle onde d'urto:

Le onde d'urto utilizzate sono onde sonore. Queste onde sono il risultato di variazioni di pressione e densità che si propagano ad una velocità mezzo-specifica, in un mezzo come l'acqua e tessuti molli quanto in corpi solidi come ossa e metalli.

La figura illustra un'onda oscillatoria periodica sinusoidale (Fig. 3).

Quando l'onda è una breve oscillazione che comprende pochi periodi si chiama impulso periodico. Il tipico utilizzo di questa forma d'onda è l'ecografia.

Le onde d'urto sono degli impulsi brevissimi con un tempo di incremento estremamente basso che genera un picco di pressione molto alto<sup>2</sup>.

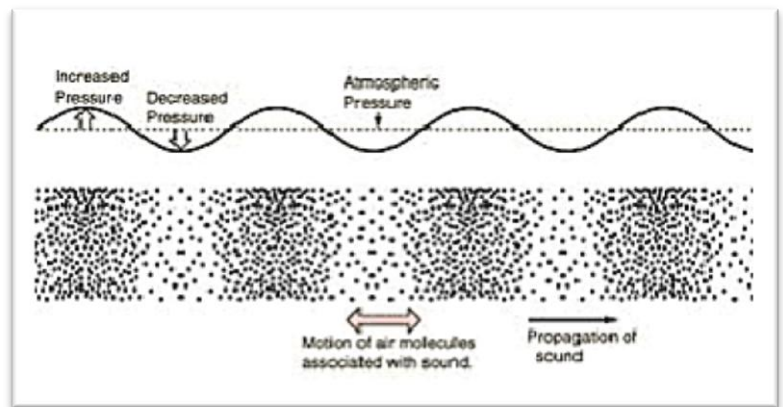


Figura 3 - illustrazione schematica di un'onda longitudinale

## Generatori di onde d'urto

### Elettroidraulici:

I componenti principali del generatore elettroidraulico sono l'elettrodo e il riflettore ellissoidale. Il passaggio di energia elettrica dall'elettrodo in acqua genera una pressione che viene riflessa da un fuoco di origine ad un fuoco distale dell'ellissoide.

### Piezoelettrici:

I cristalli piezoelettrici si espandono rapidamente quando una energia ad alto potenziale viene applicata su di loro. Nei generatori piezoelettrici vengono sincronizzati un alto numero di cristalli per generare onde ad alto potenziale. Per produrre un'onda focalizzata, i cristalli vengono posizionati in forma di emisfera.

### Elettromagnetici:

Il componente principale del generatore è una membrana che grazie al passaggio di energia produce delle variazioni di posizione che producono onde che possono essere focalizzate da lenti acustiche verso il fuoco distale.

## Meccanismo di rottura dei calcoli

Il meccanismo con cui si frantumano i calcoli è stato oggetto di studi fin dall'inizio della ricerca medica sulle onde d'urto. I meccanismi che contribuiscono alla rottura dei calcoli sono quattro:

1. Effetto Hopkinson;
2. Forze Tangenti;

3. Compressione Quasistatica;
4. Cavitazione.

La cavitazione è l'effetto che principalmente contribuisce alla erosione superficiale e alla frammentazione del calcolo. Le altre forze sono causate dalla differenza di velocità del suono nei tessuti e nel calcolo<sup>3</sup>.

### **Effetto Hopkinson**

L'effetto Hopkinson avviene grazie alla riflessione dell'onda d'urto sulla superficie del calcolo, questo fa sì che il calcolo possa spezzarsi in grossi pezzi.

### **Forze Tangenti**

Queste forze sono prodotte analogamente alle precedenti dalla differente velocità delle onde all'interno e all'esterno del calcolo. Sono responsabili delle linee di rottura che si formano nel calcolo.

### **Compressione Quasistatica o Effetto Pressione**

Fu postulato da Eisenmenger nel 2001. È causato dalla maggiore velocità del suono che si trova all'interno del calcolo rispetto a quella all'esterno. Provocherebbe onde pressorie circolari all'esterno del calcolo e forze tangenziali al suo interno.

### **Cavitazione**

Ogni onda d'urto provoca nel mezzo che attraversa delle microbolle. Queste bolle di cavitazione sono instabili e collassano implodendo rapidamente. All'implosione si associano dei jet di liquido ad alta velocità che colpiscono i calcoli.

## **Indicazioni**

L'ESWL è una modalità di trattamento non invasiva per la calcolosi di tutto l'apparato urinario; infatti con i moderni litotrittori sono accessibili tutte le porzioni dell'albero urinario.

I maggiori vantaggi dell'ESWL sulle altre procedure sono:

1. l'essere meno invasivi di qualsiasi modalità di trattamento della calcolosi;
2. la maggioranza dei casi non richiede anestesia. Generalmente si utilizza sedo-analgesia per il dolore.
3. L'ESWL è sicura con un rischio estremamente basso di effetti collaterali e complicanze gravi.

A discapito dell'enorme potenziale dell'ESWL, nel frammentare i calcoli dell'intero apparato urinario, solo una attenta selezione dei pazienti e del tipo di calcoli è un prerequisito per il successo di questa procedura.

Per i pazienti con una normale anatomia e **calcoli posizionati nella pelvi renale, nel calice superiore o medio** con una dimensione fino a 2 cm il trattamento di scelta è l'ESWL. [line guida : Auroline 9 2007– SIU 2009 – EAU 2013]

Per il **calice inferiore del rene** il dibattito sull'efficacia dell'ESWL è ancora aperto. Ma nelle ultime linee guida della società europea di urologia (EAU 2013) l'indicazione di scelta rimane ancora l'ESWL anche se non per tutti i tipi di calcoli.

Per i calcoli ureterali, l'indicazione varia come nel rene per posizione e dimensione. **Nell'uretere prossimale** per calcoli inferiori al centimetro la prima scelta è dell'ESWL, per quelli maggiori al centimetro deve essere valutata l'opzione terapeutica non privilegiando alcuna metodica.

Per l'**uretere distale** nei calcoli inferiori al centimetro non viene data nessuna opzione di prima scelta, mentre nei calcoli maggiori di un centimetro l'ESWL è di seconda scelta.

### **Indicazioni speciali**

Particolare attenzione deve essere presa nei confronti di alcune categorie di pazienti:

1. pazienti pediatrici;
2. pazienti obesi;
3. pazienti con anomalie renali.

#### **Pazienti Pediatrici**

L'ESWL nei bambini è una tecnica sicura ed efficace. Richiede però accortezze date le dimensioni ridotte dei giovani pazienti.

#### **Pazienti Obesi**

La sfida nei pazienti obesi sono la visualizzazione ed il puntamento del calcolo. Il sovrapporsi di tre fattori, l'obesità, la calcolosi di grosse dimensioni e la durezza elevata di questi, possono risultare in una scarsità di risultati in questa tipologia di pazienti, ma la tecnica in mani esperte con una calcolosi inferiore ai 2 centimetri e con un litotritore che possa generare onde che possano penetrare più profondamente riesce ad ottenere risultati eccellenti.

#### **Anomalie renali**

Le anomalie renali spesso sono associate ad alterazione del deflusso urinario e questo può provocare una riduzione della clearance dei frammenti. Possono esserci inoltre difficoltà di posizionamento dovuta all'alterata anatomia di questi pazienti, con un'incidenza più elevata di effetti collaterali.

## Controindicazioni

Fin dalla sua introduzione l'ESWL nel 1980, ebbe un incremento delle indicazioni fino a raggiungere quasi tutti i tipi di calcoli dell'apparato urinario. Sia la società Americana che quella Europea danno indicazioni a riguardo<sup>4-5</sup>.

Le seguenti condizioni sono delle **controindicazioni assolute** ed i pazienti che ne sono interessati devono essere sottoposti a tecniche alternative:

1. Gravidanza;
2. Alterazioni della coagulazione non trattate;
3. Mancata sospensione di anticoagulanti prima della ESWL;
4. Tessuto polmonare nel percorso dell'onda d'urto;
5. Tumori nel percorso dell'onda d'urto;
6. Aneurismi nel percorso dell'onda d'urto;
7. Pielonefrite attiva.

L'uso di anticoagulanti prima della ESWL dovrebbe essere sospeso dai 4 ai 7 giorni prima del trattamento.

Anomalie di posizione del rene o anatomiche del paziente possono far sì che l'onda d'urto attraversi il tessuto polmonare che a seguito dell'effetto Hopkinson e all'inversione di onda con un'interfaccia gassosa può provocare danni molto importanti.

L'ipertensione non in trattamento è una controindicazione relativa, si dovrebbe provvedere a controllare il paziente prima del trattamento ed eventualmente rimandare fino al controllo medico dell'ipertensione.

Grosse calcificazione arteriose o fleboliti devono essere studiati attentamente prima di eseguire una procedura.

## Follow-up

L'espulsione dei calcoli può essere monitorata nelle visite di follow-up valutando il successo o indirizzando il paziente verso manovre ausiliare. Una semplice diretta addome a distanza di 20-30 giorni può controllare l'esito della litotrixxia extracorporea.

Possono verificarsi, se pur raramente, complicanze severe che però precocente individuate possono essere controllate se non evitate.

## Terapia Chemiolitica Orale

La terapia per ridurre dimensioni dei calcoli sia prima della terapia con onde d'urto o dopo la procedura per ridurre i frammenti è descritta nelle linee guida europee (EAU) che in quelle italiane (Auro.it). La calcolosi che meglio risponde a questa terapia è la calcolosi di acido urico<sup>6,7,8,9</sup>.

## Terapia Medica Espulsiva

I farmaci che meglio potrebbero servire a rilassare la muscolatura liscia dell'uretere sono gli inibitori  $\alpha$ -1 dei canali del calcio<sup>10-11</sup>.

La terapia espulsiva si dovrebbe utilizzare solo in quei pazienti che approvano questo tipo di approccio e che non hanno un'indicazione immediata alla rimozione dei frammenti.

## Farmaci

La Tamsulosina è l'alfa-bloccante più comunemente utilizzato<sup>11-12-13-14-15-16</sup>. D'altra parte un piccolo studio ha suggerito che Tamsulosina, Terazosina e Doxazosina hanno lo stesso effetto, indicando un possibile effetto di classe<sup>17</sup>.

## Durata della terapia espulsiva

Successivamente alla procedura la terapia deve essere proseguita per almeno un mese o fino all'espulsione dei frammenti.

---

<sup>1</sup> Chaussy C, Tailly G, et al. Extracorporeal shock wave Lithotripsy in a Nutshell. Ed C. Chaussy and G. Tailly 2013.

<sup>2</sup> R.O. Cleveland, J.A. McAteer. Physics of Shock-wave Lithotripsy. In A.D. Smith, G.H. Badlani et al (Eds) Smith's Textbook of endourology (3<sup>rd</sup> Edition) Wiley-Blackwell, 2012, pp529-558.

<sup>3</sup> Eisenmenger W. The mechanism of stone fragmentation in ESWL. *Ultrasound Med Biol.* 2001;27:683-693.

<sup>4</sup> C.Turk, t.Knoll et al. Guidelines on urolithiasis. European Association of Urology, 2011

<sup>5</sup> G.M. Preminger, H.G. Tiselius et al EAU/AUA Nephrolithiasis Guideline Panel. 2007 guideline for the management of ureteral calculi. *J Urol* 178:2418-34, 2007.

<sup>6</sup> Honda M, Yamamoto K, Momohara C, et al. [Oral chemolysis of uric acid stones]. *Hinyokika Kyo* 2003 Jun;49(6):307-10. [Article in Japanese] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12894725>

<sup>7</sup> Chughtai MN, Khan FA, Kaleem M, et al. Management of uric acid stone. *J Pak Med Assoc* 1992 Jul;42(7):153-5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1404830>

<sup>8</sup> Rodman JS. Intermittent versus continuous alkaline therapy for Uric acid stones and urethral stones of uncertain composition. *Urology* 2002 Sep;60(3):378-82. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12350465>

<sup>9</sup> Becker A. Uric acid stones. In: *Nephrology* 2007;12(s1):pp. S21-S25. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1440-1797.2007.00774.x/abstract>

<sup>10</sup> Seitz C, Liatsikos E, Porpiglia F, et al. Medical Therapy to Facilitate the Passage of Stones: What Is the Evidence? *Eur Urol* 2009 Sep;56(3):455-71. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19560860>

<sup>11</sup> Liatsikos EN, Katsakiori PF, Assimakopoulos K, et al. Doxazosin for the management of distal-ureteral stones. *J Endourol* 2007 May;21(5):538-41. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17523910>

<sup>12</sup> Hollingsworth JM, Rogers MA, Kaufman SR, et al. Medical therapy to facilitate urinary stone passage: a meta-analysis. *Lancet* 2006 Sep;368(9542):1171-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17011944>

<sup>13</sup> Lojanapiwat B, Kochakarn W, Suparatchatpan N, et al. Effectiveness of low-dose and standard-dose tamsulosin in the treatment of distal ureteric stones: A randomized controlled study. *J Int Med Res* 2008 May-Jun;36(3):529-36. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18534135>

---

<sup>14</sup> Wang CJ, Huang SW, Chang CH. Efficacy of an alpha1 blocker in expulsive therapy of lower ureteral stones. *J Endourol* 2008 Jan;22(1):41-6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18315472>

<sup>15</sup> Kaneko T, Matsushima H, Morimoto H, et al. Efficacy of low dose tamsulosin medical expulsive therapy for ureteral stones in Japanese male patients: a randomized controlled study. *Int J Urol* 2010 May;17(5):462-5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20202002>

<sup>16</sup> Al-Ansari A, Al-Naimi A, Alobaidy A, et al. Efficacy of tamsulosin in the management of lower ureteral stones: a randomized double-blind placebo-controlled study of 100 patients. *Urology* 2010 Jan;75(1):4-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20109697>

<sup>17</sup> Yilmaz E, Batislam E, Basar MM, et al. The comparison and efficacy of 3 different alpha1-adrenergic blockers for distal ureteral stones. *J Urol* 2005 Jun;173(6):2010-2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15879806>