

## COORDINATORE SCIENTIFICO



### **Paolo Buselli**

Laureato in Medicina e Chirurgia presso l'Università degli Studi di Milano, specializzato in Medicina dello Sport e in Terapia Fisica e Riabilitazione.

#### *Nel curriculum già*

Presidente della Società Italiana Terapia con Onde d'urto (Sitod).

Direttore della Struttura complessa di Riabilitazione specialistica dell'Azienda Socio-Sanitaria Territoriale di Cremona.

Direttore dell'Unità Spinale presso l'Azienda Ospedaliera della Valtellina e Valchiavenna.

Responsabile della Struttura semplice in Terapia con Onde d'urto presso l'Azienda Ospedaliera di Lodi.

Collaboratore del Laboratorio di alta prestazione CONI-FISI di Santa Caterina Valfurva (Sondrio).

Coordinatore del Gruppo di Studio Biomedico "Millegrobbe".

Docente dell'insegnamento "Principi e metodi riabilitativi nelle patologie dell'apparato locomotore" al corso di laurea in Fisioterapia dell'Università degli Studi di Brescia.

Medico dello sport presso:

- FISI per le squadre nazionali di Salto e Combinata Nordica
- FIDAL per il Comitato Regionale TN-AA
- Gruppo sportivo Fiamme Gialle di Predazzo (Trento)
- GEAS basket femminile di Sesto San Giovanni (Milano)

## AUTORI

### **Ernesto Amelio**

Specialista in Ortopedia e in Medicina dello Sport  
Responsabile Servizio di Terapia con Onde d'urto  
UOC Neuroriabilitazione  
Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata di Verona

### **Rosa Grazia Bellomo**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitazione  
Professore Ordinario in Medicina Fisica e Riabilitazione  
Università Carlo Bò di Urbino

### **Luigi Benecchi**

Specialista in Urologia  
UO di Urologia  
Azienda Socio-Sanitaria Territoriale di Cremona

### **Laura Berta**

Specialista in Endocrinologia e in Medicina del Lavoro  
Responsabile del Servizio di Medicina del Lavoro  
Med & Sport 2000 di Torino

### **Vincenzo Bosco**

Specialista in Ortopedia e Traumatologia e in Terapia Fisica e Riabilitazione  
Responsabile della Terapia con Onde d'urto della Casa  
di Cura Madre Fortunata Toniolo di Bologna

### **Paolo Buselli**

Specialista in Medicina dello Sport e in Terapia Fisica e Riabilitazione  
Già direttore UO di Riabilitazione Specialistica - ASST di Cremona  
Responsabile Studio di Medicina dello Sport - Lodisalute, Lodi

## Autori

### **Vincenzo Alessio Chirico**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitativa  
Professore a contratto Università degli Studi di Napoli Federico II  
Studio Verbal Fkt - Casal di Principe (CE)

### **Bruno Corrado**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitativa e in Ortopedia e Traumatologia  
Professore associato di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università degli Studi Federico II di Napoli

### **Ilaria Covelli**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitazione  
Dirigente medico UOC di Ortopedia e Traumatologia  
Azienda Policlinico Universitario di Bari  
Professore a contratto Università degli Studi di Bari

### **Maria Cristina d'Agostino**

Specialista in Ortopedia e Traumatologia  
Responsabile Centro Terapia e Ricerca Onde d'Urto  
Humanitas Research Hospital and Humanitas University - Rozzano (MI)

### **Roberto Frairia**

Specialista in Medicina Interna e in Endocrinologia  
Già Professore Associato di Medicina Interna  
Dipartimento di Scienze Mediche  
Università di Torino

### **Sergio Gigliotti**

Specialista in Ortopedia e Traumatologia e in Medicina Fisica e Riabilitazione  
Azienda Sanitaria Locale NA1Centro

### **Fedra Gottardo**

Specialista in Urologia  
Andrologo certificato dall'Accademia Europea di Andrologia  
Società Menandhealth - Padova

### **Claudio Guerra**

Specialista in Ortopedia e in Medicina dello Sport  
Servizio di Terapia con Onde d'urto  
UOC Neuroriabilitazione  
Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata di Verona

## Autori

### **Sara Messina**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitativa e in Farmacologia Clinica  
Direttore Sanitario Spazio Maugeri Lodi

### **Biagio Moretti**

Specialista in Ortopedia e Traumatologia  
Professore ordinario dipartimento DBrain  
Università degli Studi di Bari Aldo Moro  
Direttore UOC Ortopedia e Traumatologia  
Azienda Policlinico Universitario di Bari

### **Angela Notarnicola**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitazione  
Professore associato dipartimento DBrain  
Università degli Studi di Bari Aldo Moro  
Dirigente medico UOC di Ortopedia e Traumatologia  
Azienda Policlinico Universitario di Bari

### **Sveva Maria Nusca**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitativa  
UOD Medicina Fisica e Riabilitativa  
AOU Sant'Andrea, Roma  
Facoltà di Medicina e Psicologia  
Sapienza Università di Roma

### **Stefano Respizzi**

Specialista in Medicina dello Sport e in Terapia Fisica e Riabilitazione  
Direttore Dipartimento Riabilitativo  
Humanitas Research Hospital and Humanitas University - Rozzano (MI)

### **Pietro Romeo**

Specialista in Ortopedia e Traumatologia  
Med & Sport 2000 di Torino

### **Raoul Saggini**

Specialista in Ortopedia e Traumatologia, in Medicina dello Sport  
e in Terapia Fisica e Riabilitazione  
Professore ordinario in Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università eCampus Novedrate

## Autori

### **Flavia Santoboni**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitativa  
UOD Medicina Fisica e Riabilitativa  
AOU Sant'Andrea, Roma  
Facoltà di Medicina e Psicologia Sapienza Università di Roma

### **Nicolò Scuderi**

Specialista in Chirurgia Plastica  
Professore emerito in Chirurgia Plastica e Ricostruttiva,  
Sapienza Università di Roma

### **Elisabetta Tibalt**

Specialista in Ortopedia e Traumatologia  
Centro Terapia e Ricerca Onde d'Urto  
Humanitas Research Hospital and Humanitas University - Rozzano (MI)

### **Franco Troncati**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitazione  
Unità operativa Recupero e Rieducazione funzionale  
Azienda USL 4 di Prato (FI)

### **Mario Vetrano**

Specialista in Medicina Fisica e Riabilitazione  
UOD Medicina Fisica e Riabilitativa  
AOU Sant'Andrea, Roma  
Professore Associato in Medicina Fisica e Riabilitativa  
Direttore della Scuola di Specializzazione in Medicina Fisica e Riabilitativa  
Dipartimento di Scienze Medico-Chirurgiche e Medicina traslazionale  
Facoltà di Medicina e Psicologia Sapienza Università di Roma

### **Maria Chiara Vulpiani**

Specialista in Ortopedia e in Medicina Fisica e Riabilitazione  
UOD Medicina fisica e Riabilitativa, AOU Sant'Andrea, Roma  
Professore associato in Medicina Fisica e Riabilitazione  
Dipartimento di Scienze Medico-Chirurgiche e Medicina traslazionale  
Facoltà di Medicina e Psicologia, Sapienza Università di Roma

## INDICE

<i>Prefazione di Paolo Buselli</i>	pag. 13
<b>CAPITOLO 1</b>	
<b>Introduzione</b>	
Cenni storici	pag. 15
Principi di fisica delle onde d'urto	pag. 17
Diversi generatori di onde d'urto	pag. 26
Dinamica dei meccanismi di azione delle onde d'urto: dall'effetto "meccanico distruttivo" all'effetto "biologico rigenerativo"	pag. 35
<b>CAPITOLO 2</b>	
<b>Aspetti generali</b>	
Indicazioni e controindicazioni della terapia con onde d'urto	pag. 43
Principi generali di somministrazione della terapia	pag. 48
Indicazioni all'utilizzo delle onde d'urto in medicina dello sport	pag. 56
<b>CAPITOLO 3</b>	
<b>Terapia delle patologie dell'osso</b>	
Ritardi di consolidazione e pseudoartrosi	pag. 63
Onde d'urto e patologie vascolari dell'osso: osteonecrosi e algodistrofie	pag. 69
Onde d'urto e fratture da stress	pag. 86
L'osteocondrite dissecante	pag. 97
Le artropatie degenerative	pag. 103
Le ossificazioni eterotopiche	pag. 107
<b>CAPITOLO 4</b>	
<b>Terapia delle patologie del tendine</b>	
Le tendinopatie della spalla	pag. 113
L'epicondilite	pag. 121
La trocanterite	pag. 130
La tendinopatia rotulea	pag. 137
La tendinopatia achillea	pag. 143
La fascite plantare	pag. 150

## **CAPITOLO 5**

### **Terapia del muscolo**

La terapia con onde d'urto nelle patologie muscolari	pag. 159
La terapia con onde d'urto sul tessuto muscolare	pag. 166
La miosite ossificante post-traumatica	pag. 173
Il trattamento della sindrome dolorosa miofasciale con onde d'urto	pag. 182

## **CAPITOLO 6**

### **Applicazioni in ambito neurologico**

Onde d'urto e spasticità	pag. 187
Onde d'urto e patologie neurologiche	pag. 193
Applicazioni emergenti nelle lesioni del sistema nervoso	pag. 196

## **CAPITOLO 7**

### **Applicazioni in ambito andrologico-urologico**

Le onde d'urto a bassa intensità nel trattamento della disfunzione erettile	pag. 199
Il trattamento con onde d'urto nella malattia di La Peyronie	pag. 204

## **CAPITOLO 8**

### **Trattamento delle patologie della cute e del sottocute**

Applicazione della terapia con onde d'urto nelle lesioni cutanee	pag. 211
Applicazione della terapia con onde d'urto nelle lesioni cicatriziali della cute	pag. 219

## **CAPITOLO 9**

### **Trattamenti sperimentali**

“Cardio Shockwave Therapy”: prospettive di trattamento della cardiopatia ischemica con onde d'urto a bassa energia	pag. 225
Onde d'urto extracorporee: un promettente presidio aggiuntivo nella terapia delle neoplasie solide	pag. 231

## INTRODUZIONE

### Cenni storici

---

*Sergio Gigliotti*

La prima volta che si notarono gli effetti delle onde d'urto nell'organismo umano fu durante la seconda guerra mondiale: nei polmoni dei naufraghi, morti a causa delle bombe di profondità, furono trovate ampie aree di distruzione tissutale, sebbene non fossero stati riscontrati segni esterni di violenza.

Tuttavia bisognerà attendere la fine degli anni sessanta per chiarire le interazioni tra onde d'urto e tessuti biologici animali grazie a un programma finanziato dal Dipartimento della Difesa della Germania occidentale: si dimostrò che le onde d'urto ad alta energia si propagavano a distanza nell'organismo provocando scarsi effetti nell'attraversamento dei muscoli e del tessuto adiposo. Fu dimostrato inoltre che i mezzi di trasmissione migliori delle onde d'urto erano l'acqua e la gelatina per la loro alta somiglianza di impedenza acustica con i tessuti sottocutanei e che, di converso, gli effetti biologici maggiori si realizzavano nelle zone di passaggio tra strutture o tessuti ad alta differenza di impedenza acustica. Questi studi portarono all'intuizione che i calcoli renali potevano essere disintegrati dalle onde d'urto e la conferma, ottenuta in vitro, suggerì al Dipartimento delle Ricerche e delle Scienze della Germania di finanziare nel 1974 un nuovo programma di ricerca sulle possibili applicazioni nell'uomo. Nel 1980 il primo paziente affetto da calcolosi renale fu trattato sperimentalmente con un prototipo di litotritore prodotto dalla Dornier; nei tre anni successivi gli ottimi risultati ottenuti sia in vitro che in vivo indussero la stessa azienda a commercializzare il primo litotritore a immersione in vasca e localizzazione radiografica che fu installato nel 1983 a Stoccarda per il trattamento dei calcoli renali.

Nel 1985 fu effettuato il primo trattamento per la calcolosi colecistica e nel decennio successivo più di due milioni di pazienti furono trattati nel mondo per la calcolosi. Nel frattempo la ricerca tecnologica portò a realizzare litotritori senza vasca ma con accoppiamento a secco mediante pallone ad acqua e localizzazione ecografica: queste innovazioni resero le apparecchiature molto più versatili e aprirono la strada ad altre applicazioni cliniche.

Nel 1988 Valchanov e Michailov in Bulgaria cominciarono ad applicare con successo le onde d'urto nelle pseudoartrosi umane pubblicando i loro risultati nel

1991. Seguirono quindi nella prima metà degli anni novanta numerose pubblicazioni scientifiche di autori tedeschi e italiani sia su modelli animali di ritardi di consolidazione ossea sia su pseudoartrosi umane.

Per la prima volta nei congressi mondiali della Società Internazionale di Chirurgia della mano (Ifssh) a Helsinki nel 1995 e di Ortopedia (Sicot) ad Amsterdam nel 1996, la scuola napoletana del professor E.M. Corrado presentò i propri risultati nel trattamento delle pseudoartrosi dello scafoide carpale e delle ossa lunghe. Alla fine degli anni novanta la comunità scientifica internazionale alla luce dei brillanti risultati ottenuti con le onde d'urto considerò tale terapia come il trattamento di prima scelta nelle pseudoartrosi.

Nel frattempo l'evoluzione tecnologica proseguiva portando a produrre apparecchiature con braccio mobile: si potevano così raggiungere con facilità tutte le sedi corporee, rendendo agevole il puntamento in diverse patologie dei tessuti molli, quali le calcificazioni periarticolari e le tendinopatie inserzionali. Nella seconda metà degli anni novanta si assistette a un proliferare di centri clinici specializzati nel trattamento con onde d'urto in ambito muscolo-scheletrico: erano ormai maturi i tempi per la nascita di società scientifiche dedicate alla terapia con onde d'urto. Nel 1996 la Digest (Società tedesca di onde d'urto extracorporee) e nel 1997 il Gitod (Gruppo italiano terapia onde d'urto) che nel 1999 diverrà Sitod (Società italiana terapia onde d'urto) furono le prime società scientifiche nazionali.

Nel 1997 fu fondata a Vienna l'Esmst (European Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy) che a Smirne nel 1998 tenne il suo I congresso e che nel 1999 si trasformò in Ismst (International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy) per la globalizzazione ormai raggiunta dalla terapia. Nel 2007, mantenendo lo stesso acronimo Ismst, la società internazionale si trasformò in International Society for Medical Shockwave Treatment poiché i campi di applicazione della terapia si erano estesi anche a patologie neurologiche, dermatologiche e cardiologiche.

Dalla fine degli anni novanta ad oggi sia l'Ismst che la Sitod hanno consentito la diffusione delle onde d'urto, favorendo incontri scientifici tra gli specialisti, pubblicando monografie, promuovendo ricerche su nuovi campi applicativi, organizzando corsi di formazione e certificazione, standardizzando i protocolli ed elaborando delle linee guida per le corrette indicazioni e controindicazioni e per gli indispensabili requisiti delle apparecchiature e degli utilizzatori.

## Principi di fisica delle onde d'urto

*Paolo Buselli*

L'onda d'urto è un'onda acustica con caratteristica a impulso che si propaga nei corpi, nelle diverse direzioni. È caratterizzata da una progressione del suo picco di pressione e seguita da una fase di depressione pressoria sino al ritorno alle condizioni di equilibrio preesistenti. Le caratteristiche della diffusione dell'onda di pressione sono analoghe a quelle di ogni altra onda acustica secondo le leggi della fisica. È definita dalla sua intensità di generazione che si ritroverà progressivamente ridotta dipendentemente dalle caratteristiche del mezzo, o dei mezzi, nel quale si propaga.

**Tabella I** Caratteristiche acustiche dei diversi tessuti (fonte: da *Dahmen et al.* modificata)

Tessuto	Densità (g/cm <sup>3</sup> )	Velocità del suono (m/s)	Impedenza acustica (g/cm <sup>2</sup> s)10 <sup>-5</sup>
Acqua	1	1492	1,49
Grasso	0,9	1476	1,37
Muscolo	1,06	1630	1,72
Osso corticale	1,8	4100	7,38
Ferro	7.96	5100	40,00

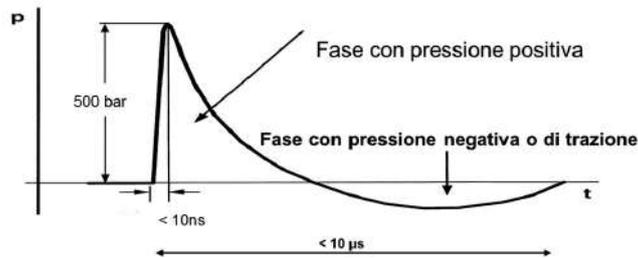
La velocità di propagazione di un'onda d'urto, come per ogni onda acustica, è funzione dell'impedenza acustica del mezzo in cui si trasmette (tabella I). Le differenti proprietà meccaniche dei tessuti, elasticità e compressibilità, influiscono sulla velocità di propagazione, che viene definita impedenza acustica (Z), questa risulta essere pari al prodotto tra la densità del mezzo attraversato ( $\rho$ ) e la velocità del suono (C):

$$Z = \rho C$$

L'onda d'urto, nella sua progressione nel corpo umano, subisce delle modificazioni in funzione, oltre che delle caratteristiche di impedenza del singolo tessuto, della successione dei diversi tessuti attraversati e delle loro variazioni di impedenza. Seguendo quindi le leggi della fisica ci troviamo di fronte ai seguenti fenomeni:

- assorbimento dell'onda (con conseguente riduzione della sua intensità);
- riflessione nell'incontro di tessuto di diversa impedenza;
- rifrazione nell'incontro di tessuto di diversa impedenza.

Questi fenomeni sono legati alle caratteristiche specifiche del tipo di onda acustica e alle caratteristiche proprie del mezzo incontrato. Di conseguenza l'approfondimento dell'onda pressoria nel suo procedere nel corpo sino a raggiungere il target da trattare dipende inevitabilmente dalle diversità fisiche di cute, grasso, muscoli e osso; dipen-



**Figura 1** Rappresentazione schematica dell'andamento della curva di pressione delle onde d'urto focalizzate

de inoltre dalla modalità di applicazione del generatore dell'onda e dal tipo di onda acustica utilizzata. Cercando di inquadrare più in generale le onde acustiche di vario tipo e quindi lo specifico comportamento delle onde d'urto si possono distinguere diverse tipologie di onde sonore identificabili da un particolare e specifico andamento; in particolare consideriamo:

- *ultrasuoni*, onde cicliche con fasi positive e negative, definibili dai parametri di frequenza e ampiezza; caratterizzate da una frequenza maggiore di circa 16.000 oscillazioni al secondo; questo tipo di onde acustiche è presente in numerose applicazioni mediche sia terapeutiche (terapia con ultrasuoni) che diagnostiche (ecografia);
- *infrasuoni*, onde dal tracciato regolare, con picchi positivi e negativi, possono essere di forma sinusoidale; in questo caso definite per frequenza, ampiezza e forma d'onda, questo tipo di onde acustiche è tipico dei suoni e sono utilizzate nella stimolazione vibratoria; tra queste si ascrivono le onde d'urto.

Le onde d'urto vere e proprie sono definite a livello internazionale come onde a impulso caratterizzate da una rapida fase positiva (inferiore a 10 ns) a elevata ampiezza (maggiore di 500 bar) seguita da un decremento esponenziale a un valore di pressione più modestamente negativo con un successivo ritorno stabile ai normali valori della pressione ambientale; la durata globale del periodo dell'onda d'urto deve essere ridotto (compreso entro i 10 μs); l'onda successiva viene solitamente riproposta al rientro dell'onda alla posizione di quiete (schematicamente riportato in fig. 1).

L'onda d'urto può essere quindi considerata come un'onda meccanica dal peculiare aspetto fisico.

Durante la sua propagazione crea una perturbazione che modifica localmente le distanze intramolecolari del mezzo, in particolare nel corpo umano le caratteristiche di propagazione sono varie e complesse.

Strutture quali le pareti cellulari, il cui spessore è valutabile a livello di pochi micron, per i diversi strati molecolari che le compongono, sono quindi sottoposte a gradienti pressori elevatissimi dovuti al transito delle onde d'urto e successivamente a trazioni legate delle improvvise differenze di pressione a fronte e a retro delle stesse pareti cellulari, con l'espressione di significative forze tensionali.

## ASPETTI GENERALI

### Indicazioni e controindicazioni della terapia con onde d'urto

*Sara Messina*

La terapia con onde d'urto, dopo il suo iniziale impiego in ambito urologico per la litotrissia, ha ampliato il suo campo di applicazione a molte patologie muscolo-scheletriche e ossee e negli ultimi anni, grazie al suo ruolo nel campo delle terapie rigenerative, viene utilizzata anche in ambito andrologico e vulnologico. Altri campi di applicazione ancora più recenti sono rappresentati dalle patologie cardiologiche e neurologiche. L'Ismt (International Society for Medical Shockwave Treatment) ha pubblicato nell'ottobre 2016, poi rivisto nel giugno 2017, un Consensus Statement, in cui sono state analizzate e classificate le raccomandazioni cliniche relative alle diverse patologie trattate con le onde d'urto. Tale Consensus Statement è stato fatto proprio dalla Sitod (Società Italiana Terapia con Onde D'urto) nel 2019, apportando alcune modifiche in relazione alle specificità del contesto sanitario italiano. All'interno di tale documento le patologie sono state raggruppate in base alle evidenze scientifiche presenti in letteratura e ai diversi approcci terapeutici (patologie trattate di routine con le onde d'urto e patologie di competenza specialistica, accanto a indicazioni sperimentali).

Possiamo quindi suddividere le indicazioni in:

- indicazioni approvate come “standard”, con evidenze scientifiche validate;
- indicazioni basate sull'esperienza clinica, entrate nell'uso comune in assenza di specifiche evidenze scientifiche validate;
- indicazioni “eccezionali” riservate a operatori esperti, per utilizzo al di fuori dell'uso comune;
- indicazioni sperimentali.

#### **Indicazioni approvate come “standard”**

Per le patologie che rientrano in questa categoria, in particolare per le tendinopatie croniche, la terapia con onde d'urto rappresenta la terapia di elezione, soprattutto in caso di sofferenze non responsive ad altre terapie conservative.

In particolare all'interno delle indicazioni standard possiamo distinguere: tendinopatie croniche a livello tendineo o al passaggio muscolo-tendineo; patologie ossee e patologie cutanee.

**La periostite del tibiale**, colpisce la membrana periostale della tibia medialmente, nelle aree in cui si inseriscono i muscoli soleo e tibiale posteriore. Può derivare dalle forti sollecitazioni a carico di questi tendini in un eccesso di pronazione nell'appoggio del piede. La localizzazione è ben definita, ma ampia.

**Tendinopatie del sistema gamba-piede (tendinopatia dell'Achilleo - fascite plantare)** sono trattate in specifici capitoli.

Per quanto si riferisce alle patologie ossee l'ambito sportivo può essere coinvolto in alcune situazioni particolari che si riferiscono ad alterazione delle fisiologiche condizioni dell'osso.

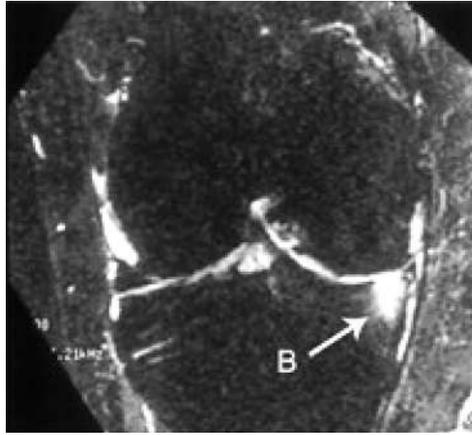
**Fratture da stress** possono ritrovarsi al livello della tibia e colpiscono podisti, calciatori e "militari", o a livello delle ossa metatarsali più frequentemente nelle ballerine e nei marciatori. Il vantaggio dei protocolli proposti risiede nella possibilità di proseguire l'attività di allenamento anche durante il ciclo terapeutico. In particolare Albisetti ha descritto il trattamento delle ballerine affette da questo tipo di patologia ossea (fig. 1).

**Contusione ossea (bone marrow edema)**, presente nei postumi di trauma diretto con evoluzione in sofferenza infiammatoria della porzione ossea traumatizzata ed espressione dolorosa in particolari movimenti di carico e riduzione delle possibilità prestantive (fig. 2). Il trattamento con onde d'urto è proposto al fine della riattivazione di una fisiologica condizione metabolico-vascolare dell'osso.

**Osteocondrosi giovanile**, nonostante la presenza di cartilagini di accrescimento sia considerata una controindicazione, alcuni autori hanno proposto l'uso della terapia con onde d'urto finalizzata al trattamento dell'ostecondrosi giovanile, in particolare nel morbo di Osgood Schlatter, allo scopo di favorire il consolidamento dell'apofisi tibiale anteriore (fig. 3).



**Figura 1** Quadro radiografico in frattura da stress del V metatarso



**Figura 2** Quadro di Rmn in contusione tibiale



**Figura 3** Quadro di osteocondrosi giovanile del ginocchio

*Postumi di osteocondrosi*, non è raro il riscontro di infiammazione tendinea nei postumi di osteocondrosi giovanile, in particolare a livello dell'inserzione calcaneare dell'achilleo nel cosiddetto morbo di Haglund (fig. 4). In questi casi il trattamento con onde d'urto può ridurre la condizione infiammatoria e migliorare la sintomatologia, ma non ne modifica la causa, quindi la proposta terapeutica appare più sintomatica che risolutiva e va valutata in relazione alle esigenze del paziente sportivo.

Vi sono ulteriori sofferenze degenerative e post-traumatiche che meritano attenzione in ambito di sports medicine e che possono trarre specifico giovamento dal trattamento con onde d'urto e sono rappresentati dai quadri evolutivi fibrotici o calcifici post-traumatici di tendini o muscoli, di seguito due tra le più frequenti.



**Figura 4** Quadro Rmn in esito di Haglund

*Esiti distrattivi muscolo-tendinei*, in postumi di traumi in elongazione con organizzazione delle porzioni muscolari o tendinee e del versamento ematico coesistente. Spesso in queste situazioni residua una perdita delle caratteristiche elastiche del muscolo o del tendine con ricorrente sofferenza in situazione di messa in tensione dello specifico distretto anatomico. L'applicazione della terapia con onde d'urto ha come obiettivo quello di recuperare la distensibilità e l'elasticità del tratto sofferente.

*Miosite ossificante*, conseguenza di un infarcimento emorragico muscolare riferito a traumi contusivi o a lesioni da taglio. L'organizzazione del residuo ematico e lo sviluppo dei fenomeni infiammatori locali portano a una rigidità del sistema muscolo-fasciale con gravi limitazioni funzionali. In un apposito capitolo viene specificamente trattato questo quadro patologico.

#### **Specificità della terapia con onde d'urto**

Come precedentemente accennato la letteratura scientifica non ha dedicato sino ad oggi particolari risorse all'analisi degli effetti della terapia con onde d'urto in risposta alle specifiche problematiche delle patologie nello sport.

Le necessità e gli obiettivi del trattamento dello sportivo non sempre si conciliano con la proposta di intervento prevalentemente dedicata alle patologie croniche che trova ampio riscontro in letteratura. Pur tuttavia sembra interessante notare alcune specificità da tenere presenti nell'approccio terapeutico al soggetto sportivo e alla sua particolare condizione patologica.

I principi biologici fondamentali dell'azione terapeutica sui tessuti da parte della stimolazione con onde d'urto si possono riproporre anche ai casi in oggetto della sports medicine. La necessità di riduzione in tempi precoci dei quadri limitanti

## Le ossificazioni eterotopiche

*Vincenzo Bosco*

### **Definizione**

Le ossificazioni eterotopiche o paraosteartropatie (POA) sono dovute a una metaplasia ossea dei tessuti molli periarticolari. La formazione di queste strutture ossee viene descritta nel contesto di gravi lesioni del sistema nervoso centrale o in occasioni post-traumatiche a carico dell'apparato muscoloscheletrico comprese anche interventi chirurgici ed ustioni. Una particolare forma di ossificazione eterotopica si riscontra nella cosiddetta Fibrodisplasia Ossificante Progressiva, patologia rara (< 1 caso per 1.000.000) che però non verrà trattata nel contesto di questo capitolo. Le sedi più frequenti di comparsa delle ossificazioni eterotopiche sono le anche, le ginocchia e i gomiti. Molto frequenti nei paraplegici, tetraplegici e nei pazienti in coma legato a eventi traumatici, a condizioni patologiche diverse o anche in coma farmacologico, sono decisamente meno frequenti negli emiplegici. Si riscontra con una certa frequenza negli operati di endo o artroprotesi e nei gravi traumi del bacino, con maggiore frequenza nel caso di reintervento.

### **Epidemiologia**

Forse il primo caso descritto di ossificazione eterotopica può far riferimento al 1648, a uno scritto di Falconet a proposito di una donna "qui est devenue dure comme du bois". Dal punto di vista clinico la comparsa di ossificazione eterotopica viene invece descritta per la prima volta da Dejerine e Collier nel 1918 nelle lesioni spinali dei soldati della Grande Guerra. La sua incidenza è descritta in letteratura con dati molto variabili, per quanto riguarda i pazienti affetti da paraplegia in postumi di lesione spinale Banovac riporta un dato intorno al 50%; altri autori (Blane, Hernandez) riferiscono percentuali tra il 20 e il 35% mentre Bravo-Payno riporta un'incidenza intorno al 13%. Anche nei pazienti post-chirurgici i dati di incidenza appaiono variabili, ma comunque elevati, infatti Naraghi (1996) riporta un'incidenza di quasi il 50% nelle revisioni di protesi d'anca.

### **Eziopatogenesi**

L'esatto meccanismo di generazione del processo ossificativo non è ben chiaro, in particolare la relazione con le patologie spinali. Viene ipotizzata una predisposizione genetica associata ad alterazioni del metabolismo di calcitonina e paratormone, favorita da sfavorevoli condizioni locali legate a un'alterazione del circolo e del pH tissutale. Queste variazioni si assocerebbero a fattori osteoinduttivi attraverso la differenziazione di cellule mesenchimali totipotenti con deviazione verso una differenziazione osteotissutale favorita dalle condizioni infiammatorie locali.

La complessità biologica dello sviluppo delle ossificazioni eterotopiche è ben descritta nel recente articolo di revisione della letteratura di Hwang e collaboratori (2022) cui si rimanda per un eventuale approfondimento in merito.

### Valutazione clinica e strumentale

Il sospetto clinico di insorgenza della malattia non sempre è agevole. Il quadro iniziale può essere interpretato come una sofferenza periarticolare o un ritardo nel recupero post-chirurgico. Solitamente è presente dolore alla pressione associato a edema dei tessuti profondi, progressivamente si associa dolore alla mobilizzazione (ovviamente assente nei pazienti spinali) e riduzione dell'articolari. Una tardiva consapevolezza della situazione e lo sviluppo dei fenomeni ossificativi rendono meno efficace il trattamento. Bisogna tener presente la situazione generale del paziente e l'evoluzione del quadro clinico. Nei pazienti neurolesi una diminuzione progressiva dell'articolari deve far sospettare la comparsa di una POA. Nei pazienti operati di protesi, dopo una fase iniziale di recupero funzionale, i primi segni clinici si manifestano nel corso del primo mese dall'intervento, con comparsa di dolore e progressiva riduzione della articolari. Il processo evolutivo si completa nell'arco di 12-24 mesi. Dal punto di vista biochimico si rileva un'alterazione aspecifica degli indici di flogosi; l'evoluzione della POA si accompagna a un innalzamento dei livelli ematici della fosfatasi alcalina e a un incremento della concentrazione urinaria delle prostaglandine ( $PGE_2$ ) nelle urine delle 24 ore. Tali elementi persistono alterati sino alla conclusione della fase attiva. Al controllo radiografico, in fase precoce, si nota la presenza di semplici calcificazioni dei tessuti molli non ancora strutturate come una ossificazione in fase iniziale; si dimostra solo un lieve aumento di densità dei tessuti molli periarticolari con immagini che somigliano a tante piccole calcificazioni nel loro contesto. Solo dopo diverse settimane i segni radiografici appaiono evidenti con una progressiva organizzazione della neoformazione ossea che, a partire dalle formazioni periarticolari si indirizza nella sua crescita a ponte (fig. 1). Tale caratteristica evoluzione è stata utilizzata da Brooker per la definizione di una classificazione radiografica, che vede quattro progressivi livelli del processo ossificativo:

- isole di compatta ossea nei tessuti molli;



**Figura 1** Immagine Rx di POA

- becchi ossei che abbiano un gap tra di loro  $> 1$  cm;
- becchi ossei che abbiano un gap tra di loro  $< 1$  cm;
- ponte osseo tra i capi articolari.

A completamento della diagnostica per immagini, in particolari casi, può essere utile eseguire una Rmn o una Tc tridimensionale per una visione meglio definita dell'ossificazione (figg. 2 e 3). Alla scintigrafia ossea si può evidenziare una ipercaptazione del tracciante nella sede articolare e di ossificazione, entrambi segni di attività metabolica e di rimodellamento osseo.



**Figura 2** Immagine Rmn di POA



**Figura 3** Immagine Rmn di POA

## La trocanterite

*Sara Messina*

### **Definizione**

Il termine di “borsite trocanterica” è stato utilizzato per descrivere un dolore cronico, intermittente, accompagnato da un indolenzimento alla palpazione a livello del comparto laterale peritrocanterico dell'anca; è stato descritto per la prima volta da Stegemann nel 1923 come *great mimicker*, in quanto era spesso confuso con altre patologie. Più di 50 anni dopo Leonard propose la definizione di *trochanteric syndrome*, riflettendo la moltitudine di cause che possono provocare dolore localizzato nella zona del grande trocantere. La definizione utilizzata più di recente di *greater trochanteric pain syndrome* (Gtps) caratterizza meglio questa patologia e descrive il dolore nella regione del grande trocantere e dei tessuti molli localizzati nella regione antero-laterale della coscia a livello prossimale. Comprende diverse patologie della regione peritrocanterica laterale quali tendinopatie e distrazioni a livello del grande e medio gluteo, borsiti trocanteriche, sofferenza del tensore della fascia lata e patologie locali a livello dei tessuti circostanti.

In questo capitolo ci soffermeremo sulle patologie caratterizzate da alterazioni degenerative a livello dell'inserzione del muscolo grande, medio gluteo e del tensore della fascia lata sul gran trocantere (le cosiddette trocanteriti), che spesso sono associate a borsiti trocanteriche.

### **Epidemiologia**

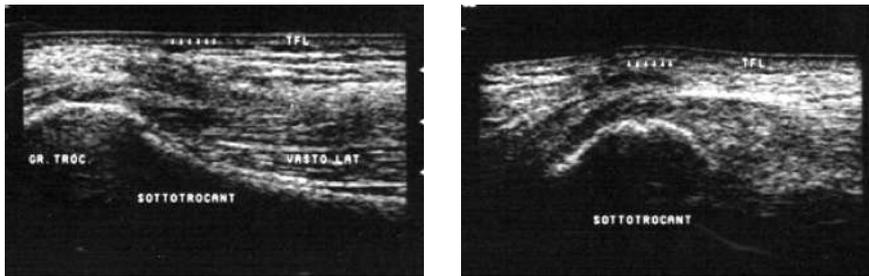
Si presenta con un'incidenza di 1,8 casi ogni 1.000 abitanti ogni anno, con una frequenza maggiore tra la quarta e la sesta decade di vita. Colpisce di più il sesso femminile in rapporto alle diverse caratteristiche biomeccaniche della pelvi. Infatti le donne hanno un bacino più largo rispetto agli uomini, con maggiore sporgenza del gran trocantere e di conseguenza con maggiore sovraccarico a carico dei muscoli che si inseriscono a tale livello. Altri fattori predisponenti sono rappresentati dalla minore angolazione del collo del femore e dall'aumentata antiversione acetabolare.

### **Eziopatogenesi**

Le sofferenze a livello della regione peritrocanterica dell'anca sono di solito dovute a sovraccarichi funzionali e a eccessiva tensione a livello del muscolo tensore della fascia alta, del medio e grande gluteo, con degenerazione tendinea e alterata risposta cellulare, con conseguente modificazione biomeccanica e cronicizzazione della patologia. Si verifica spesso nei casi di sovraccarico funzionale e quindi può insorgere sia nei soggetti sedentari che eseguono lavori con movimenti ripetitivi a livello dell'anca, sia nei soggetti sportivi. In particolare colpisce i runners che percorrono lunghe distanze e i ciclisti a causa di microtraumatismi ripetitivi, e conseguentemente si manifesta anche nei triatleti; si verifica in seguito a traumi acuti come per esempio nei portieri di calcio e nei soggetti che praticano sport da contatto.

**Tabella I** Criteri diagnostici secondo Ege Rasmusen e Fano

<b>Criteri maggiori (entrambi presenti)</b> Indolenzimento laterale dell'anca Marcata sensibilità dolorosa alla pressione nell'area del gran trocantere
<b>Con l'aggiunta di uno dei seguenti criteri</b> Dolore alla massima adduzione Dolore alla massima rotazione Dolore alla massima abduzione Pseudo radiculopatia (con dolore irradiato alla coscia distalmente e lateralmente)



**Figura 1** Quadro ecografico



**Figura 2** Quadro radiografico

sociazione ad altri tipi di terapia e non vi sono indicazioni univoche di efficacia. In letteratura sono presenti evidenze che supportano l'esecuzione di esercizi di stretching dei muscoli abduttori di anca per migliorare la flessibilità, in associazione a esercizi di rinforzo progressivo della muscolatura glutea, con lo scopo di riequilibrare gli aspetti funzionali coinvolti nel mantenimento della stabilità della pelvi durante la deambulazione. In caso di insuccesso di queste terapie si può ricorrere a terapia infiltrativa con steroide e anestetico a livello del gran trocantere, con evidenza di buoni risultati in termine di remissione del dolore soprattutto nel breve e medio periodo, anche se sono necessari ulteriori studi randomizzati controllati verso placebo condotti con metodologie adeguate.

È sempre di fondamentale importanza ridurre le condizioni di sovraccarico a livello del compartimento laterale della coscia, per modificare la tensione a livello del tensore della fascia lata e della bandelletta ileo-tibiale. In particolare si deve raccomandare agli sportivi di porre attenzione al gesto funzionale durante l'attività fisica specifica, come per esempio verificare la tecnica della corsa nei runner e la pedalata nei ciclisti.

Il trattamento chirurgico è riservato ai casi cronici, con sintomatologia persistente da oltre sei mesi e non responsivi ai comuni trattamenti conservativi. Sono state proposte diverse tecniche chirurgiche in base alla diversa eziologia del dolore, con interventi in endoscopia o a cielo aperto, in particolare bursectomie trocanteriche e release del tensore della fascia lata.

#### **Trattamento con onde d'urto**

La trocanterite fa parte delle indicazioni approvate come “standard” ed entrate ormai nella pratica clinica quotidiana, come riportato nel “Documento di consenso Sitod. Indicazioni, controindicazioni e raccomandazioni generali” del 2019.

La terapia con onde d'urto viene comunemente utilizzata nel trattamento delle tendinopatie inserzionali al gran trocantere e il numero di lavori condotti in tale ambito sta aumentando negli ultimi anni. Nel 2009 è stato pubblicato uno studio caso-controllo condotto da Furia e colleghi, con riscontro di miglioramento clinico e funzionale dopo trattamento con un'unica sessione di terapia con onde d'urto. Nello stesso anno Rompe e coll. hanno paragonato la terapia con onde d'urto a un trattamento con infiltrazioni con steroide ed esercizi di stretching autogestiti



## TRATTAMENTO DELLE PATOLOGIE DELLA CUTE E DEL SOTTOCUTE

### **Applicazione della terapia con onde d'urto nelle lesioni cutanee**

---

*Raoul Saggini, Rosa Grazia Bellomo, Nicolò Scuderi*

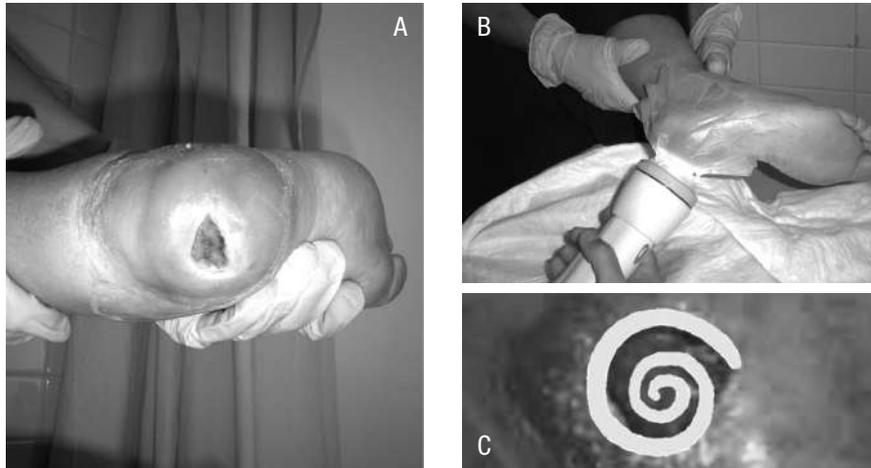
#### **Definizione**

La terminologia “lesione esterna” o “ferita” indica la distruzione morfologica e funzionale della continuità degli strati cutanei superficiali e nei casi più gravi sottocutanei profondi sino a raggiungere il tessuto osseo. Le ulcere croniche sono ferite complesse, dette difficili, che non guariscono spontaneamente e ciò risulta per lo più legato alla presenza di fattori favorenti sia locali che sistemici (Lazarus 1994; Nwomeh 1998; Broughton 2006). Esse possono essere definite come perdite di sostanza che coinvolgono diversi piani tissutali quali l'epidermide, il derma superficiale e profondo e il sottocutaneo; sono tendenti alla recidiva e raramente guariscono spontaneamente. La guarigione delle ferite è un processo dinamico, interattivo, che coinvolge mediatori solubili, cellule del sangue e della matrice extracellulare ed è caratterizzato, da un punto di vista istologico, da tre fasi: infiammatoria, proliferativa, di maturazione. L'alterazione di una di queste fasi fisiologiche conduce alla cronicizzazione della ferita con innesco del processo ulcerativo. Le ferite vengono valutate e catalogate in base ad ampiezza, profondità e caratteristiche. Inoltre vengono considerati sia il tipo di sviluppo, sia le cause (eziopatogenesi) e infine il contesto fisiopatologico della ferita. Possono essere distinte in:

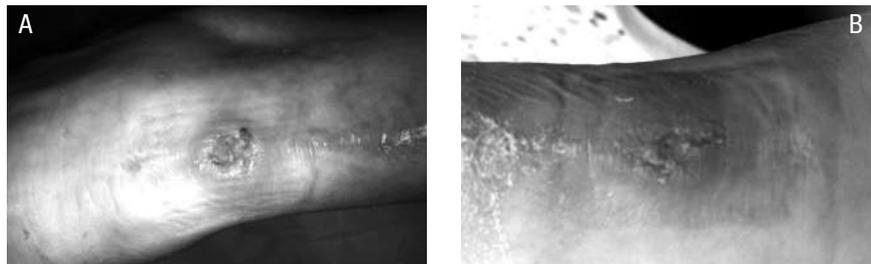
- *superficiali-lievi*, colpiscono solo l'epidermide, il derma e al massimo una parte dell'ipoderma;
- *profonde*, coinvolgono tutto il tessuto sottocutaneo (adipe) fino alla struttura miofasciale e il periostio arrivando all'esposizione dell'osso e anche delle strutture di supporto (tendini e cartilagini);
- *gravi o difficili* caratterizzate da perdita di sostanza a livello cutaneo e da una tendenza alla cronicità per una scarsa capacità di guarigione.

#### **Epidemiologia**

Le ferite difficili colpiscono oltre due milioni di italiani, più della metà della popolazione anziana e dallo 0,4 al 6% di quella complessiva. Colpiscono prevalentemente gli arti inferiori (circa 350.000 casi l'anno), con una prevalenza di:



**Figura 4** Schema di applicazione della terapia. (A) Ferita detersa; (B) erogazione della terapia; (C) schema di somministrazione, circolare dalla periferia al centro, considerando l'area di copertura focale di circa 20 mm



**Figura 5** Paziente di 55 anni con ulcera cutanea cronica al tendine d'Achille secondaria a infezione postchirurgica. (A) Prima della terapia; (B) dopo ciclo terapeutico con onde d'urto (una seduta settimanale per 5 settimane)



**Figura 6** Paziente di 58 anni con ulcera vascolare cronica al malleolo laterale. (A) Prima della terapia; (B) dopo ciclo terapeutico con onde d'urto (una seduta settimanale per cinque settimane)