



Ondas de Choque

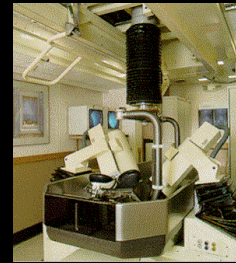
histórico

- 1945 – Náufragos: primeiras evidências
- Anos 50 – Investigação sistemática:
 - Pratos cerâmicos
 - 1ª patente – gerador
 - Propriedades físicas
- 1966 – Projétil: Dornier
- 1968/1971 – Departamento de Defesa (Alemanha):
 - Efeito nas interfaces biológicas (↓ onda)
 - Efeitos colaterais: músculo, gordura, tecido conectivo, pulmão, cérebro, órgãos abdominais
 - Melhor transmissão: \approx impedância acústica (água e gelatina)

Ondas de Choque

histórico

- 1980 - 1º tratamento cálculo renal: Litotriptor Dornier HM1 (Munich)



Ondas de Choque

histórico

- 1971 – Hausler: 1ª desintegração “in vitro” de cálculo renal

Ondas de Choque

histórico

- 1983 – 1º litotriptor comercial: Dornier HM3 (Stuttgart)



Ondas de Choque

histórico

- 1984 – FDA aprova para uso experimental (6 centros)
- 1985 – 1º cálculo vesical (Munich)
- 1986 – Acoplador com membrana: Mainz



Ondas de Choque

Histórico na Ortopedia

- 1986 - Haupt aplicou ondas de choque em ratos e detectou aceleração da osteogênese
- 1988 - Valchanov reportou o 1º tratamento de sucesso em pseudoartrose com terapia de ondas de choque
- 1992 - Dahmen e Loew-Hamburgo reportaram o 1º tratamento de tendinite calcárea no ombro

Ondas de Choque

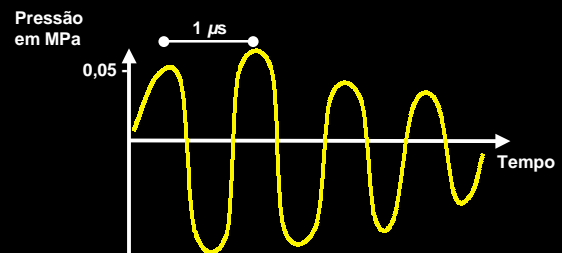
histórico

Últimos 20 anos a TOC se tornou o tratamento de escolha dos cálculos renais e ureterais:

- 3% procedimentos associados
- 2% cálculos pequenos são operados

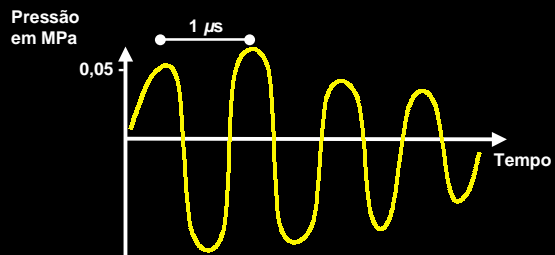
Ondas Acústica

ultra-som



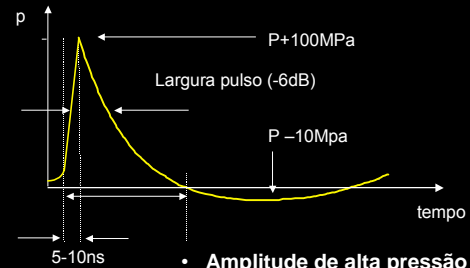
- Formato senoidal
- Pequeno tempo de subida
- Baixa amplitude de pressão

Ondas Acústica ultra-som



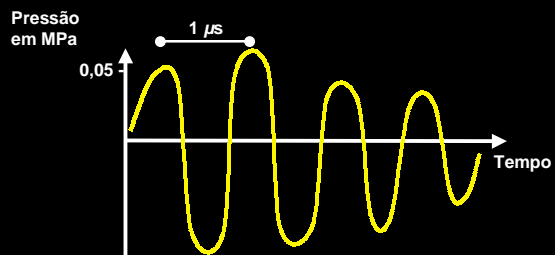
- Formato senoidal
- Pequeno tempo de subida
- Baixa amplitude de pressão

Ondas Acústicas onda de choque



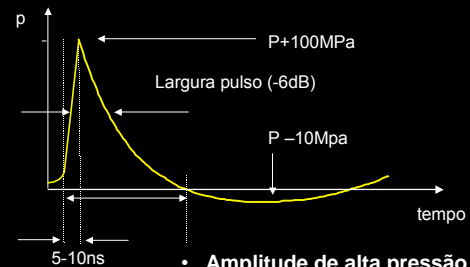
- Amplitude de alta pressão
- Início rápido 10 ns (10^{-9} s)
- Largura do pulso pequeno - 6dB
- Período de pressão negativa

Ondas Acústica ultra-som



- Formato senoidal
- Pequeno tempo de subida
- Baixa amplitude de pressão

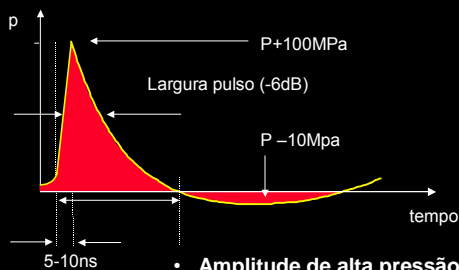
Ondas Acústicas onda de choque



- Amplitude de alta pressão
- Início rápido 10 ns (10^{-9} s)
- Largura do pulso pequeno - 6dB
- Período de pressão negativa

Ondas Acústicas

onda de choque



- Amplitude de alta pressão
- Início rápido 10 ns (10^{-9} s)
- Largura do pulso pequeno - 6dB
- Período de pressão negativa

Ondas de Choque

parâmetros físicos

- 1MPa = 10Bar = 10 x pressão atmosférica
- Energia - (mJ)
- Densidade do fluxo de energia - (mJ/mm^2)

Ondas de Choque

efeitos

- Direto: alta pressão positiva - ação mecânica tensão nas interfaces com diferentes impedâncias acústicas (reflexão e refração).
- Indireto:
 - Rápida diminuição da pressão
 - Força tensil - ação de cavitação
 - Ultrapassa a resistência de tração dinâmica da água

Ondas de Choque

princípios de geração

Transformam energia elétrica em energia mecânica

- Eletro-Hidráulico
- Eletromagnético
- Piezelétrico

Ondas de Choque princípio eletro-hidráulico



Ondas de Choque princípio eletro-magnético



- Bobina (campo magnético) e membrana de metal
- Aceleração da membrana cria um pulso de baixa pressão
- Lentes acústicas focam o pulso em F2

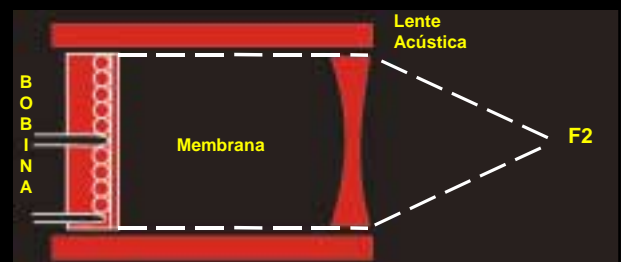
HMT – Ortotripsia

eletro-hidráulico (HMT)

Específico para patologias Ortopédicas
aprovado pelo FDA

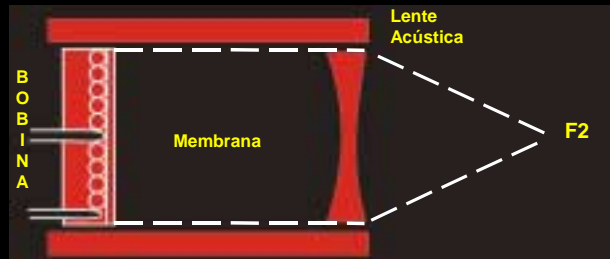


Ondas de Choque princípio eletro-magnético



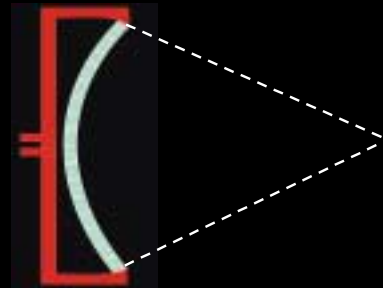
- Bobina (campo magnético) e membrana de metal
- Aceleração da membrana cria um pulso de baixa pressão
- Lentes acústicas focam o pulso em F2

Ondas de Choque princípio eletro-magnético



- Bobina (campo magnético) e membrana de metal
- Aceleração da membrana cria um pulso de baixa pressão
- Lentes acústicas focam o pulso em F2

Ondas de Choque princípio piezoelétrico

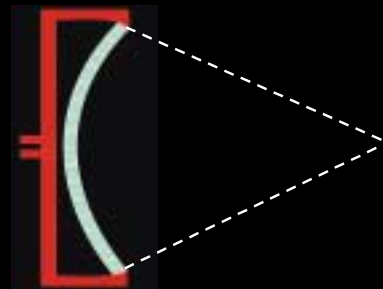


- Cristais piezoelétricos na superfície esférica – alta voltagem
- Contração e expansão geram pulso baixo de pressão

Dornier – Litotripsia eletro-magnético

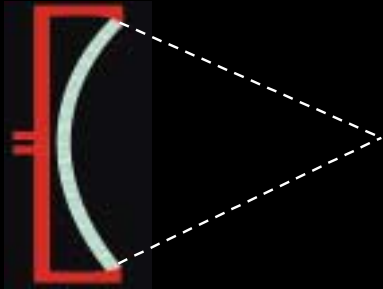


Ondas de Choque princípio piezoelétrico



- Cristais piezoelétricos na superfície esférica – alta voltagem
- Contração e expansão geram pulso baixo de pressão

Ondas de Choque princípio piezoelétrico



- Cristais piezoelétricos na superfície esférica – alta voltagem
- Contração e expansão geram pulso baixo de pressão

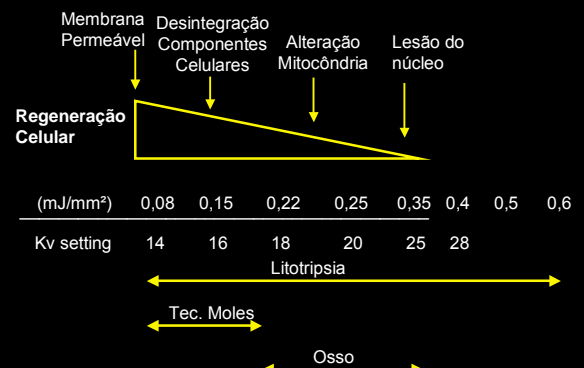
Ondas de Choque níveis de energia

- Baixa energia : 0,08 – 0,23 mJ/mm²
- Media energia : 0,24 – 0,60 mJ/mm²
- Alta energia : > 0,60 mJ/mm²
(densidade de energia no foco)

Wolf - Piezoson 300 piezoelétrico



Densidade de energia no foco



Sistema de Imagens

localização da patologia



Ondas de Choque

efeitos biológicos em animais

OSSOS

- Hematoma ao redor dos tecidos
- Hematoma na medula óssea
- Necrose asséptica da medula óssea
- Destruição de osteócitos (não todos)
- Osteogênese aumentada (8 dias após a aplicação)
- Formação de novas trabéculas

Ondas de Choque

eletro-hidráulico – Reflectron(HMT)



Ondas de Choque

efeitos biológicos em animais

TENDÕES

- Neovascularização na junção tendão-osso
- Novos capilares e vasos musculares 4 a 6 semanas após a aplicação da terapia
- Dissolução de depósitos calcificados
- Petéquias
- Hematoma local
- Edema local

Ondas de Choque

teorias sobre analgesia

Gate Control Theory

Por estimulação sensorial aferente são inibidos os neurônios espinais pré-sinápticos do corno posterior da medula

(Melzak e Wall 1965)

Ondas de Choque

contra-indicações

- placa epifisária no foco
- coagulopatias
- infecção aguda
- pulmão, cérebro e coluna no foco
- grandes vasos e nervos no foco
- tumor maligno no foco
- gravidez

Ondas de Choque

teorias sobre analgesia

- Alteram a permeabilidade celular aumentando a troca metabólica
- A polaridade da membrana celular é mudada causando analgesia por inibição da despolarização
- Ativação dos radicais livres e macrófagos

Ondas de Choque

efeitos locais após TOC

- Edema
- Petéquias
- Hematomas

Ondas de Choque

indicações

- Partes Moles
- Osso

Ondas de Choque

indicações – partes moles

- Dor pelo menos há 6 meses
- Insucesso do tratamento conservador nos últimos 3 meses:
 - *fisioterapia / infiltração* } Tendinite calcárea
 - *medicação* } Epicondilite
 - *imobilização*
 - *órtese*
- Insucesso cirúrgico

Ondas de Choque

indicações primárias partes moles

- Tendinite calcárea
- Epicondilite radial
- Fascite plantar (com ou sem esporão)

Tendinite Calcárea do Ombro

incidência

- Mais de 50 anos
- Em mulheres de 66 à 75% dos casos
- Dor aguda ou crônica no ombro
- Limitação dos movimentos
- Dor noturna

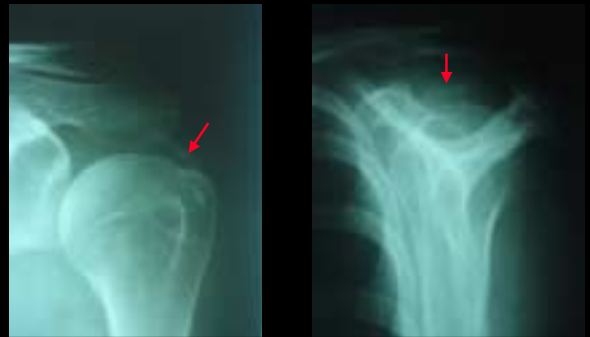
Tendinite Calcárea do Ombro

Supraespinhoso



Tendinite Calcárea do Ombro

Supraespinhoso



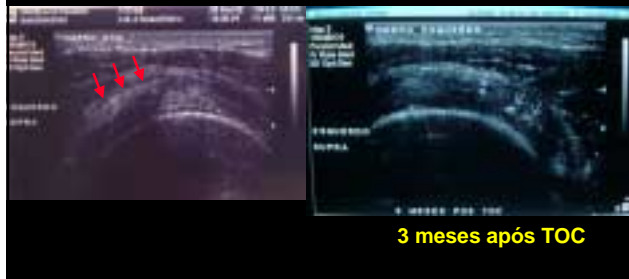
Tendinite Calcárea do Ombro

Supraespinhoso



Tendinite Calcárea do Ombro

Supraespinhoso



Tendinite Calcárea do Ombro

Supraespinhoso

Antes TOC



3 meses após TOC
90% melhor



Tendinite Calcárea do Ombro

Supraespinhoso

Antes TOC



Tendinite Calcárea do Ombro

Supraespinhoso

Antes TOC



3 meses após TOC
90% melhor



6 meses após TOC
95% melhor

Tendinite Calcárea do Ombro

Supraespinhoso



Tendinite Calcárea do Ombro Supraespinhoso

6 meses após TOC

Esquerdo 100% melhor

Direito 90% melhor



Epicondilite Lateral do Cotovelo



Epicondilite Lateral do Cotovelo

- Dor na face lateral do cotovelo
- Principalmente para:
 - Segurar peso
 - Abrir maçanetas
 - Trabalhar com chave de fenda



Epicondilite Lateral do Cotovelo com calcificação



*Epicondilite Lateral do Cotovelo
com calcificação*



6 meses após TOC
100 % melhor

*Epicondilite Lateral do Cotovelo
com calcificação*



*Epicondilite Lateral do Cotovelo
com calcificação*

tenista e boxer amador



*Epicondilite Lateral do Cotovelo
com calcificação*

6 meses após TOC
100% melhor



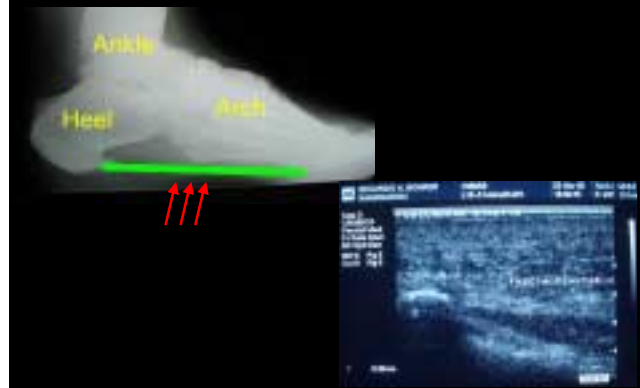
Epicondilite Lateral do Cotovelo

resultados

Resultados	6 semanas	12 semanas	6 meses
Número de cotovelos	49 (100%)	38 (100%)	26 (100%)
Excelente	1 (2,0%)	5 (13,2%)	8 (30,8%)
Bom	17 (34,7%)	17 (44,7%)	11 (42,3%)
Aceitável	19 (38,7%)	14 (36,8%)	7 (26,9%)
Sem melhora	12 (24,5%)	2 (5,3%)	—

Jih-Yang Ko, MD
Chang Gung Memorial Hospital, Taiwan

Fascite Plantar



Fascite Plantar

incidência

- Mais de 40 anos
- Acima do peso (obesos)
- Dor na região plantar do calcanhar
- Pior no início da marcha e pela manhã
- Rx mostram o esporão em 50% dos casos
- Bilateral em 20 à 30%

Fascite Plantar



Fascite Plantar



Esporão de Calcâneo



Esporão de Calcâneo



Esporão de Calcâneo



Ondas de Choque

fascite plantar – estudo FDA

235 pacientes em 7 Instituições
Ossatron (Randomizado/ Duplo-cego)

Uma aplicação	Taxa de sucesso	Taxa de sucesso combinado
Sem queixas	51%	76%
Significativamente melhor	25%	
Pouco melhor	10%	24%
Sem melhora	14%	

Esporão de Calcâneo

tratamento



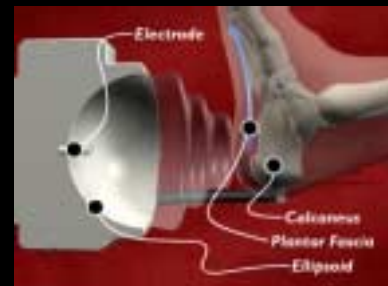
Esporão de Calcâneo

tratamento



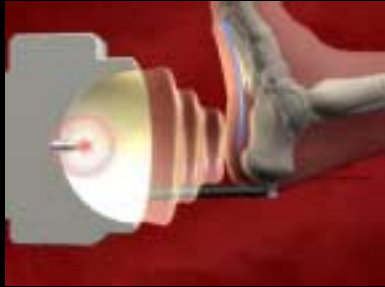
Esporão de Calcâneo

tratamento



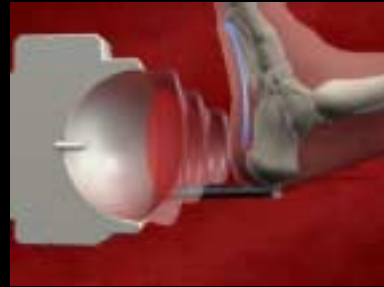
Esporão de Calcâneo

tratamento



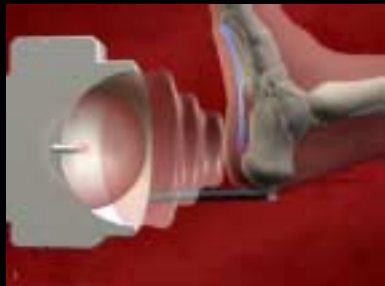
Esporão de Calcâneo

tratamento



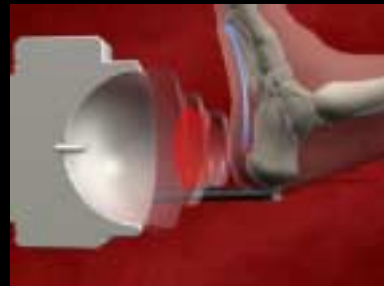
Esporão de Calcâneo

tratamento



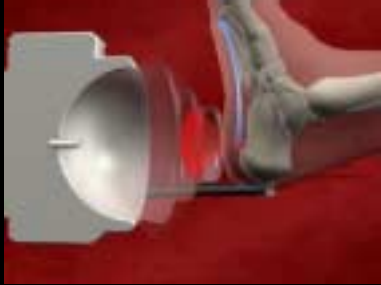
Esporão de Calcâneo

tratamento



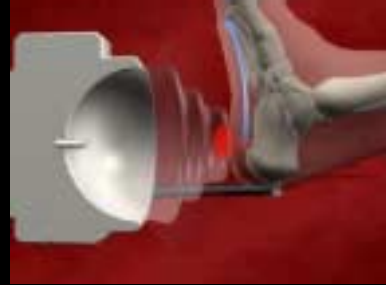
Esporão de Calcâneo

tratamento



Esporão de Calcâneo

tratamento



Esporão de Calcâneo

tratamento



Esporão de Calcâneo

tratamento



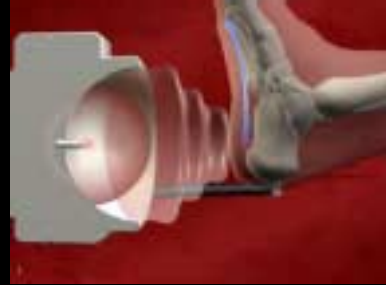
Esporão de Calcâneo

tratamento



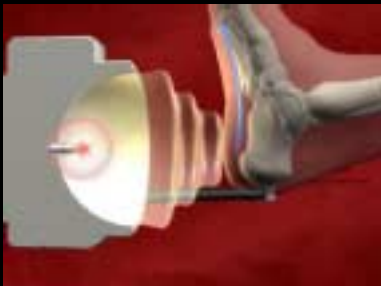
Esporão de Calcâneo

tratamento



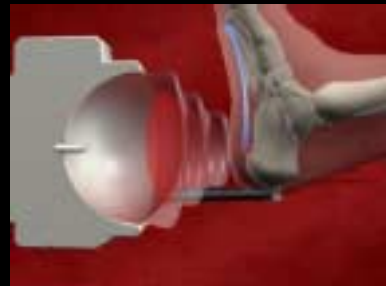
Esporão de Calcâneo

tratamento



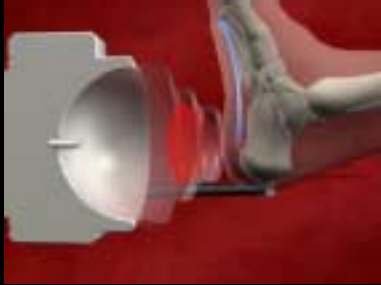
Esporão de Calcâneo

tratamento



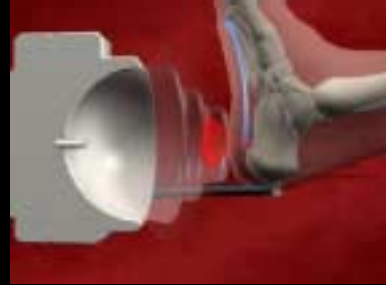
Esporão de Calcâneo

tratamento



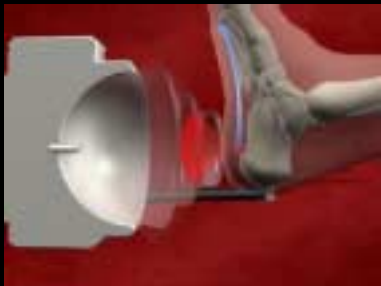
Esporão de Calcâneo

tratamento



Esporão de Calcâneo

tratamento



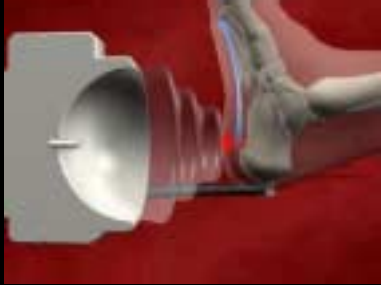
Esporão de Calcâneo

tratamento



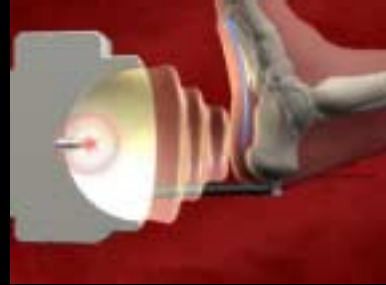
Esporão de Calcâneo

tratamento



Esporão de Calcâneo

tratamento



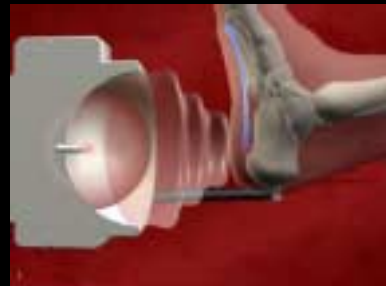
Esporão de Calcâneo

tratamento



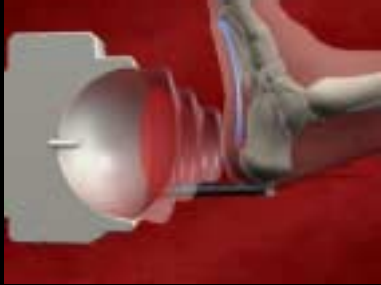
Esporão de Calcâneo

tratamento



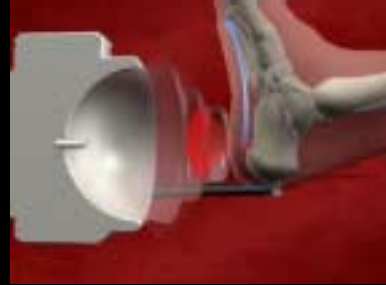
Esporão de Calcâneo

tratamento



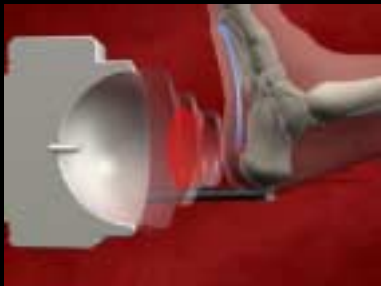
Esporão de Calcâneo

tratamento



Esporão de Calcâneo

tratamento



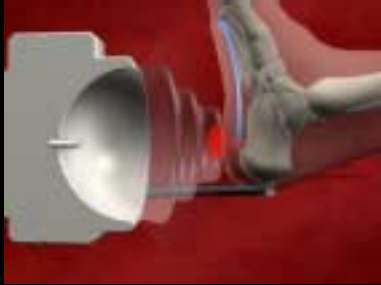
Esporão de Calcâneo

tratamento



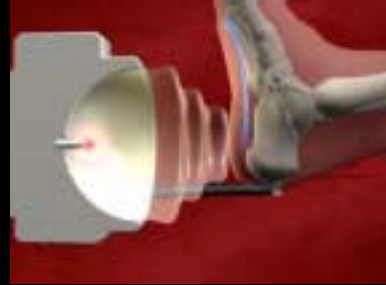
Esporão de Calcâneo

tratamento



Esporão de Calcâneo

tratamento



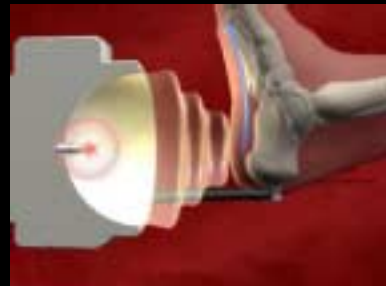
Esporão de Calcâneo

tratamento



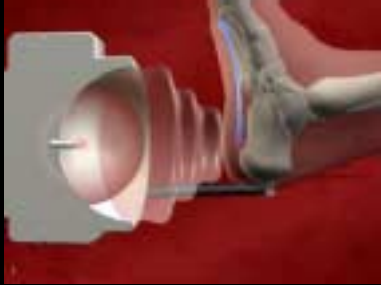
Esporão de Calcâneo

tratamento



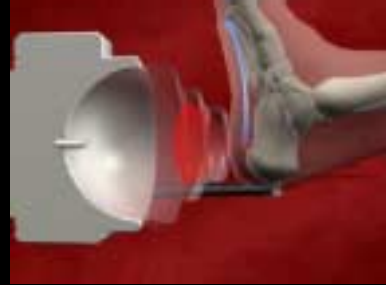
Esporão de Calcâneo

tratamento



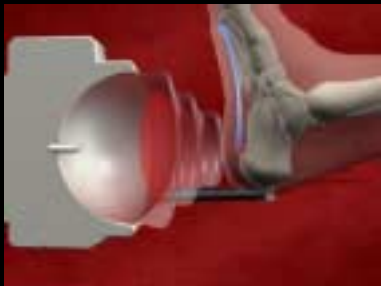
Esporão de Calcâneo

tratamento



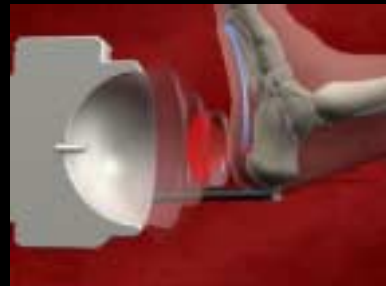
Esporão de Calcâneo

tratamento



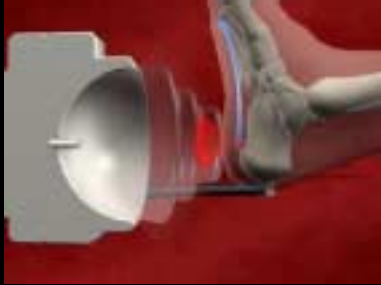
Esporão de Calcâneo

tratamento



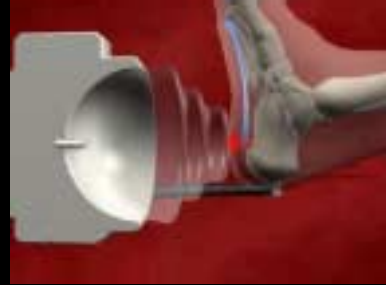
Esporão de Calcâneo

tratamento



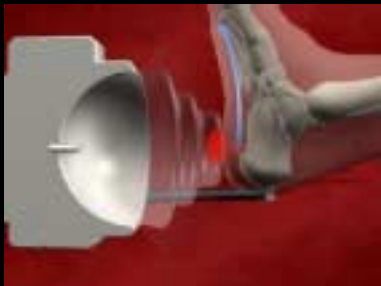
Esporão de Calcâneo

tratamento



Esporão de Calcâneo

tratamento



Esporão de Calcâneo

tratamento



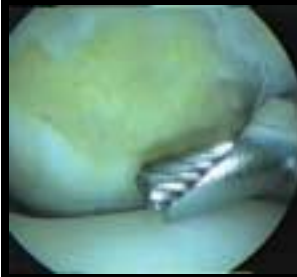
Ondas de Choque

fascite plantar – estudo FDA

- 10,7% fizeram 2ª aplicação
- 81% de bons ou excelentes resultados
- 96,4% mantendo resultados após 12 meses

Tendinite Patelar

Jumper's Knee



Ondas de Choque

indicações secundárias partes moles

- Tendinopatias insercionais
- Tendinite patelar (Jumper's Knee)
- Tendinite do tendão calcâneo
- Bursite trocântérica calcificada

Tendinite Patelar

Jumper's Knee



Tendinite do Tendão Calcâneo



Tendinite do Tendão Calcâneo



Tendinite do Tendão Calcâneo Aquiles



Tendão Calcâneo Calcificação na Inserção



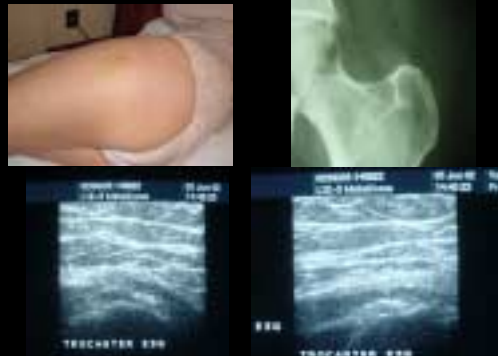
Tendinite do Tendão Calcâneo

Aquiles



Bursite Trocantérica

Calcificada



Tendão Calcâneo

Calcificação na Inserção



Bursite Trocantérica

Calcificada



Bursite Trocantérica

Calcificada



Ondas de Choque

resultados clínicos

Sem dor ou melhora substancial

Ombro	65 – 97%
Cotovelo	55 – 88%
Calcâneo	62 – 95%

Bursite Trocantérica

Calcificada



1 semana após TOC

6 meses após TOC
100% melhor

Ondas de Choque

indicações em estudo

- Osteonecrose da cabeça femoral
- Osteocondrite dissecante no joelho
- Soltura de PTQ – componente femoral sem cimento

Ondas de Choque indicações ósseas

- Pseudoartroses
- Retardo de Consolidação

Melhores resultados:

- Estabilidade dos fragmentos
- Osteossíntese estável
- Pseudo-artrose hipertrófica
- Falha óssea ≤ 5 mm



Autor	Ano	Pacientes	% sucesso
Valchanov	1991	82	85
Schleberger	1995	45	91
Haist	1995	40	75
Haupt	1995	30	73
Russo	1996	98	80
Rompe	1997	52	52 (62)
Schaden	1999	97	76

Non-Unions and Delayed Unions Treated in the Trauma Center Meidling

W. Schaden, A. Fischer, A. Sailer

Trauma Center Meidling - Vienna

Non-Unions and Delayed Unions

- N= 353
- 64 referring hospitals and physicians
- 113 female
- 240 male
- Mean age: 45 years (12-91)

Non-Unions and Delayed Unions anaesthesia

Number	353	100%
General	186	53%
Lumbal	101	28%
Plexus	51	15%
Local	15	4%

Non-Unions and Delayed Unions

Patient Collective

- 198 diaphyseal fractures
- 155 cancellous bone fractures
- 81 conservative treatment
- 272 ORIF:
 - » 149 once
 - » 69 twice
 - » 54 three times or more
- 127 metal implace
- 37 deepwound infections (osteomyelitis)

Non-Unions and Delayed Unions surgery before ESWT

N= 353

None	81	23%
Once	149	42%
Twice	69	20%
3 X	23	6%
> 3 X	31	9%

Region	Quantity (treatments)	Osseous healing	Persistent non-union
Tibia	107 (127)	87 (81%)	20 (19%)
Scaphoid	57 (60)	37 (65%)	20 (35%)
Femur	49 (55)	34 (69%)	15 (31%)
Humerus	31 (38)	19 (61%)	12 (39%)
Radius	24 (29)	20 (83%)	4 (17%)
Foot	22 (24)	16 (73%)	6 (27%)
Ulna	23 (28)	14 (61%)	9 (39%)
Hand	17 (19)	15 (88%)	2 (12%)
Fibula (ankle)	12 (13)	10 (83%)	2 (17%)
Pelvis	7 (8)	6 (86%)	1 (14%)
Femoral neck	4 (4)	3 (75%)	1 (25%)
Total	353 (405)	261 (74%)	92 (26%)

Summary

1. 74% osseous union
2. Pain reduction
3. No vascular or nerve damage
4. No provocation of infection
5. Non-invasive
6. More economic than operative treatment

Quality of Non-Unions

	NUMBER	BONY FUSION	PERSISTENT NON-UNION
OLIGOTROPHIC/ ATROPHIC	209 (59%)	149 (71%)	60 (29%)
HYPERTROPHIC	107 (30%)	84 (78%)	23 (22%)
INFECTED NON-UNIONS	37 (11%)	28 (76%)	9 (24%)
TOTAL	353 (100%)	261 (74%)	92 (26%)

Conclusion

According to these results, we consider ESWT as the first choice in treating delayed or non-union not needing surgical correction.

Ondas de Choque outras indicações

- Ossificação Heterotópica
- Doença de Peyronie (urologia)
- Uso Veterinário

Ondas de Choque conclusões

Finalidades do tratamento:

- Desintegração de calcificações
- Neogênese tecido conectivo
- Terapia da dor

Resultados da terapia depende:

- Experiência do médico
- Adequada posição do equipamento
- Indicação precisa

Ondas de Choque vantagens da TOC

- Hospital-dia ou ambulatorial
- Reduz risco de cirurgia
- Rápido e seguro tratamento
- Prática/ sem complicações
- Baixo custo de tratamento comparado à cirurgia



www.ismst.com

rockett@vant.com.br

Muito Obrigado

Carlos Roberto Leal