

# FRATURAS INTRA-ARTICULARES DO CALCÂNEO: ANÁLISE CLÍNICA E BIOMECÂNICA

## INTRAARTICULAR CALCANEAL FRACTURE: A CLINICAL AND BIOMECHANICAL ANALYSIS

Marcos Emílio Kuschnaroff Contreras<sup>1</sup>, Luciano Manoel Kroth<sup>2</sup>, Keith Lúcia Kotani<sup>3</sup>, Jorge Luiz Da Silva Junior<sup>3</sup>, Mário Cesar De Andrade<sup>4</sup>, Aluísio Otávio Vargas Ávila<sup>5</sup>, Francisco José Berral<sup>6</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Verificar as variáveis de distribuição da pressão plantar de pacientes submetidos a tratamento cirúrgico de fratura de calcâneo e correlacioná-las com duas diferentes vias de acesso cirúrgico. **Métodos:** Os autores estudaram 15 pacientes com idade entre 20 e 53 anos (média de 40,06 anos) que apresentaram fraturas intra-articulares do calcâneo, submetidos ao tratamento cirúrgico por duas vias de acesso cirúrgico, a via lateral e a via do seio do tarso. Avaliaram a distribuição da pressão plantar, correlacionando essas variáveis com as duas vias de acesso. A avaliação da distribuição da pressão plantar foi realizada através do sistema *Pedar* (Novel, GmbH, Munique, Alemanha), verificando o pico máximo de pressão do retropé e do antepé do lado fraturado e do lado normal. **Resultados:** A média das pressões máximas dos plantigramas do retropé dos pés operados pela via de acesso lateral e pela via curta não apresentou diferença estatística entre as duas vias de acesso ( $t = 0,11$ ;  $p = 0,91$ ), bem como a média das pressões máximas dos plantigramas do antepé também não mostrou diferença estatística significativa ( $t = -0,48$ ;  $p = 0,64$ ). **Conclusão:** Os autores concluíram que não houve diferença estatística entre as médias dos picos máximos de pressão do retropé e do antepé do lado operado, comparados com o lado normal, bem como não houve diferença estatística dessas variáveis comparadas com a via de acesso cirúrgico utilizada.

**Descritores** - Fratura de calcâneo; Distribuição de pressão plantar; Biomecânica

### ABSTRACT

**Objective:** Verify the variables of plantar pressure distribution of patients submitted to surgical procedure for calcaneal fracture, and correlate them with two different surgical approaches. **Method:** The authors studied 15 patients between 20 and 53 years of age (average 40.06 yrs.) who had intra-joint calcaneal fractures, submitted to surgical treatment by means of two different approaches: the lateral and the sinus tarsi. The authors checked the plantar pressure distribution by correlating these variables with the two different surgical approaches. The plantar pressure distribution was assessed using the *Pedar* System (Novel, GmbH, Munich, Germany), by checking the maximum peak of the hindfoot and forefoot pressure on the affected and the normal sides. **Results:** the mean maximum pressure of the hindfoot plantigram in both approaches showed no statistical difference ( $t=0.11$ ;  $p=0.91$ ), as well as the mean maximum pressure of the forefoot plantigram ( $t=-0.48$ ;  $p=0.64$ ). **Conclusion:** The authors have concluded that there were no significant statistical differences between the average maximum peak of the hindfoot and forefoot pressure on the affected side as compared to the normal side, and these variables have showed no differences when compared to the surgical approach used.

**Keywords** - Calcaneal fracture; Plantar pressure distribution; Biomechanics

1 – Mestre em Biomecânica – Udesc-SC; Membro do Grupo de Pé e Tornozelo do Hospital Governador Celso Ramos, Florianópolis-SC, Brasil.

2 – Chefe do Grupo de Pé e Tornozelo do Hospital Governador Celso Ramos, Florianópolis-SC, Brasil.

3 – Estagiária do Grupo de Pé e Tornozelo do Hospital Governador Celso Ramos; Acadêmica do 6º ano do Curso de Medicina da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil.

4 – Mestre em Biomecânica pela Udesc-SC; Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil.

5 – Doutor em Biomecânica – Universidade de Vanderbilt-EUA; Professor Titular de Biomecânica da Udesc-SC, Florianópolis-SC, Brasil.

6 – Doutor em Medicina e Cirurgia; Professor Titular do Departamento de Esporte e Informática da Universidade Pablo de Olavide-Sevilha, Espanha.

Trabalho realizado no Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Hospital Governador Celso Ramos-Florianópolis-SC, Laboratório de Biomecânica da Universidade do Estado de Santa Catarina e Universidade Pablo De Olavide-Sevilha-Espanha.

Correspondência: Rua Abílio Costa, 220 – 88037-150 – Florianópolis, SC. E-mail: dr.marcoscontreras@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A maioria dos estudos sobre o tema das fraturas intra-articulares do calcâneo procura realizar avaliações apenas do ponto de vista clínico, com critérios já bem estabelecidos desse tipo de avaliação e imagiológicos, através de estudos radiográficos e tomográficos. Os estudos biomecânicos, por sua vez, tendem a realizar caracterizações de variáveis em modelos experimentais e espécimes anatômicos (peças de cadáver), o que traz alta sensibilidade nos testes sem, contudo, avaliar situações reais desse tipo de trauma<sup>(1-7)</sup>.

Entretanto, estudos como os de Kitaoka *et al*<sup>(8)</sup>, Siegmeth *et al*<sup>(9)</sup> e Contreras *et al*<sup>(10)</sup> já incluem os aspectos clínicos, relevantes às fraturas de calcâneo.

Este estudo tem o propósito de verificar as variáveis de distribuição da pressão plantar de pacientes submetidos a tratamento cirúrgico de fratura de calcâneo e correlacioná-las com duas diferentes vias de acesso cirúrgico.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo experimental. Todos os pacientes selecionados para este estudo foram submetidos ao tratamento cirúrgico das fraturas intra-articulares do calcâneo, unilateralmente. Após o período de reabilitação, os pacientes foram submetidos à avaliação da distribuição da pressão plantar, com no mínimo 24 meses de seguimento.

A amostra constou de 15 pacientes de ambos os sexos, submetidos ao tratamento cirúrgico de fraturas intra-articulares do calcâneo, operados no Hospital Governador Celso Ramos (HGCR), de janeiro de 1996 a outubro de 2002. Dos 15 pacientes, 10 foram operados por via de acesso lateral e cinco por via de acesso do seio do tarso. Nesse período, foram operados 128 pacientes, com 134 pés com fraturas do calcâneo. Desses, 15 pacientes enquadraram-se nos critérios adotados para este estudo.

Os critérios de inclusão adotados foram:

- a) pacientes com, no mínimo, 24 meses de seguimento;
- b) pacientes com fraturas, apenas, em um dos pés, pois utilizamos o lado oposto, caracterizado como normal, como grupo controle;
- c) apenas, os casos do tipo II e III, classificados na tomografia computadorizada por Sanders, 1989;

- d) casos que tinham documentação completa, que incluíam radiografias pré e pós-operatórias e tomografia computadorizada,
- e) os casos de pacientes que concordaram em assinar o consentimento livre e esclarecido para a pesquisa e o consentimento para fotografias e vídeo.

Utilizamos a estatística descritiva para analisar os parâmetros quantitativos da amostra. Para comparação das médias amostrais, utilizamos o teste *t* de Student pareado para amostras dependentes e relacionadas e o teste *t* de Student para amostras independentes presumindo variâncias diferentes. Para correlacionar os dados da amostra utilizamos a correlação linear. O nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital Governador Celso Ramos (HGCR) e da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc).

## TÉCNICA CIRÚRGICA

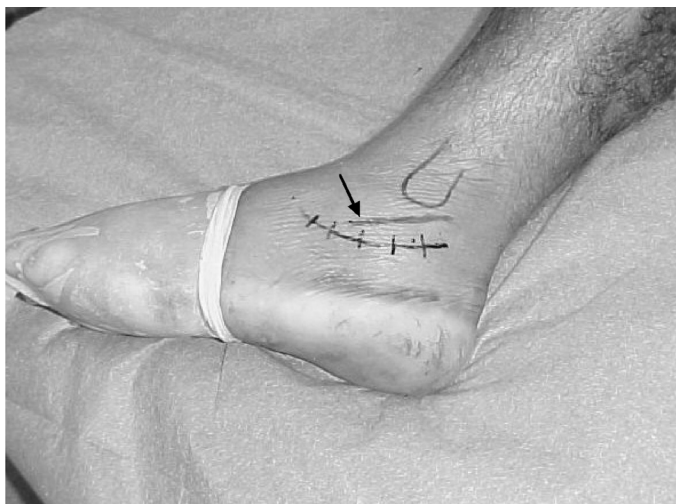
Para o tratamento cirúrgico das fraturas intra-articulares do calcâneo, utilizamos duas vias de acesso cirúrgico diferentes. A via lateral direta e a via do seio do tarso, que chamamos de via curta. Para ambas as vias o paciente é colocado em decúbito lateral total, com o membro a ser operado para cima e o membro oposto em flexão do quadril de 30 graus e de 90 graus no joelho, deixando livre o apoio do membro a ser operado sobre a mesa cirúrgica. A fixação das fraturas é feita com fios de Kirschner e/ou parafusos. Não são utilizadas placas.

### Via de acesso lateral

São adotadas medidas de assepsia e antissepsia de rotina e utiliza-se esvaziamento sanguíneo e torniquete com faixa elástica.

A via lateral é realizada através de uma incisão que se inicia anteriormente à tuberosidade posterior do calcâneo e corre distalmente um centímetro e meio abaixo do maléolo lateral, fazendo uma pequena curva anterior, terminando sobre o músculo extensor curto dos dedos (Figura 1).

Realiza-se a dissecação cuidadosa do ramo cutâneo do nervo sural, reparando-o com fita cardíaca. Em seguida, identifica-se a bainha dos tendões dos músculos peroneiros, que é levantada junto com o periós-



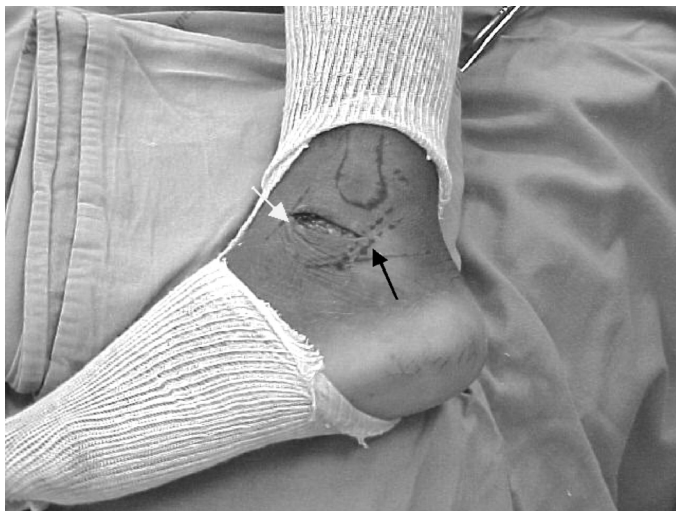
Fonte: HGCR-SC

**Figura 1** – Fotografia mostrando a incisão cutânea na via lateral, do paciente nº 8. A seta indica o trajeto dos tendões dos músculos peroneiros.

teo da face lateral do calcâneo. Geralmente, há que se seccionar o ligamento fibulocalcaneano, expondo, assim, a parede lateral do calcâneo e a articulação talocalcaneana. Anteriormente, desinsere-se o músculo extensor curto dos dedos e expõe-se a articulação calcaneocuboide.

### Via de acesso do seio do tarso (via curta)

A incisão na pele inicia-se, imediatamente, anterior à projeção cutânea dos tendões peroneiros e, com uma curva leve, dirige-se medialmente até a borda dos tendões extensores dos dedos (Figura 2). O músculo extensor curto dos dedos é rebatido distalmente para



Fonte: HGCR-SC

**Figura 2** – Fotografia mostrando a incisão cutânea na via curta, no paciente nº 14. A seta branca mostra a borda lateral da retináculo dos extensores e a seta preta, o trajeto dos tendões peroneiros.

exposição da articulação calcaneocuboide e, em seguida, procede-se à limpeza da gordura do seio do tarso. Aberta a cápsula articular, faz-se uma limpeza da articulação para melhor visualização. Em alguns casos, deve-se seccionar o ligamento interósseo, facilitando a visualização do aspecto medial do calcâneo. O seio do tarso não possui superfície articular, portanto, o encontro de cartilagem denota a presença de fragmentos desviados anteriormente.

O controle por radioscopia auxilia na verificação da redução da fratura. Procede-se à limpeza e à hemostasia após esvaziamento do garrote, à colocação de dreno de sucção (em todos os casos) e ao fechamento por planos da ferida operatória. Em todos os pacientes utiliza-se tala gessada por 15 a 20 dias.

### Pós-operatório

O dreno de sucção é retirado em 24 horas. A anti-bioticoterapia é realizada com a administração da primeira dose 30 minutos antes da incisão, repetindo-se após quatro horas, seguindo-se de oito em oito horas até completar 24 horas, quando é interrompida.

O paciente tem alta hospitalar no primeiro dia pós-operatório, com anti-inflamatórios ou analgésicos por via oral. Deve retornar ao ambulatório três dias após a alta. Mantém-se a tala gessada por 20 a 30 dias e, logo em seguida, estimulam-se movimentos de flexão plantar e dorsal. Os fios de Kirschner, colocados percutâneo, são retirados entre 60 e 80 dias. A carga total é permitida apenas com 90 dias em todos os casos.

### INSTRUMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA PRESSÃO PLANTAR

Para a avaliação da distribuição da pressão plantar foi utilizado o Sistema *Pedar* produzido pela Novel (GmbH, Munique, Alemanha).

Os pacientes receberam a orientação para deambular em cadência natural, à distância de 10 metros, utilizando calçado do tipo casual próprio. Foram desprezados os dados das passadas iniciais e finais, fazendo-se valer apenas dos dados das três passadas centrais, eliminando-se, dessa forma, as fases de aceleração e desaceleração da marcha. A frequência de aquisição foi de 50Hz. Foram coletadas cinco tentativas da marcha para cada sujeito. As três tentativas com menor desvio padrão foram selecionadas para os cálculos dos picos de pressão.



## RESULTADOS

A idade dos pacientes variou entre 20 e 53 anos, com média de 40,06 anos e desvio padrão de  $\pm 8,08$ . Quanto ao sexo, 14 pacientes (93,3%) eram do masculino e apenas um do feminino (6,6%). Quanto ao lado acometido, sete pacientes (46,6%) tiveram o calcâneo esquerdo fraturado e oito (53,3%), o lado direito acometido.

A causa da fratura teve sua distribuição de frequência dividida em queda de altura, em 12 casos (80%); queda da própria altura, em um caso (6,6%); queda de skate, em um caso (6,6%); e um com acidente de jet-ski (6,6%).

As lesões associadas ocorreram em quatro pacientes (26,6%), sendo um com fratura de cabeça do rádio, dois com fratura de coluna e um com fratura de terço distal de tibia ipsilateral.

Segundo a classificação de Essex-Lopresti (1951) para as fraturas intra-articulares do calcâneo, tivemos seis pacientes (40%) com fraturas tipo língua e nove (60%) com fratura tipo depressão articular.

A avaliação da classificação de Sanders, 1989, quanto aos tipos de fratura, está representada através da distribuição de frequência na Tabela 1.

**Tabela 1** – Distribuição de frequência absoluta e relativa dos tipos de fratura classificados por Sanders *et al*

Classificação de Sanders	Frequência	
	Absoluta	Relativa
II A	2	13,30%
II B	6	40,00%
III AB	2	13,30%
III AC	1	6,66%
III BC	4	26,66%
Total tipo II	8	53,33%
Total tipo III	7	46,66%
Total	15	100%

A média dos valores do ângulo de Böhler no pré-operatório foi de  $9,73 \pm 15,09$  e no pós-operatório tardio, de  $24,6 \pm 7,66$ . Esses valores foram comparados pelo teste *t* pareado, mostrando que existe diferença estatística significativa entre eles ( $t = -4,29$ ;  $p = 0,0007$ ).

A média dos valores do ângulo de Gissane no pré-operatório foi de  $117,06 \pm 9,44$  e no pós-operatório tardio, de  $120,06 \pm 8,80$ . Esses valores foram compa-

rados pelo teste *t* pareado, mostrando que não existe diferença estatística significativa entre eles ( $t = -1,08$ ;  $p = 0,29$ ).

A média dos valores encontrados na amostra para o índice clínico da *American Organization of Foot and Ankle Society* (Aofas) foi de 86,40 pontos.

A via de acesso cirúrgico lateral foi utilizada em 10 pacientes e a via anterior em cinco.

A Tabela 2 descreve, quantitativamente, os valores, para cada paciente, das médias dos picos máximos de pressão do retropé e antepé do lado operado e normal, medidos em kPa, bem como a via de acesso cirúrgico e o lado operado.

**Tabela 2** – Descrição dos valores individuais das médias dos picos máximos de pressão do retropé e antepé do lado operado e normal (kPa). Descrição da via de acesso cirúrgico utilizada e do lado operado.

Registro	Nome	VIA	Lado op.	PMPR op	PMPR nl	PMPA op	PMPA nl
194499	JLS	L	D	65	50	110	92
208322	ANC	L	D	269	230	260	290
216795	LCR	L	D	190	190	140	160
199958	REZ	L	D	290	90	210	110
200531	VH	L	D	90	95	140	97
215828	JJS	L	E	160	160	240	210
221298	JAD	L	E	180	200	140	220
194370	RS	L	E	167	170	182	210
205796	ADK	L	E	190	210	260	240
125525	RAS	L	E	170	180	160	165
215744	AL	C	D	250	230	190	170
215379	WP	C	D	117	90	227	190
222935	ACSO	C	D	200	180	200	190
221272	DAN	C	E	160	190	330	430
223587	ES	C	E	140	160	80	140

Fonte: Laboratório de Biomecânica – Udesc–Cefid

Lado Op. = Lado operado D = Direito E = Esquerdo

L = Via de acesso lateral C = Via de acesso do seio do tarso

PMPR op = Média da pressão máxima do plantograma do retropé do lado operado

PMPR nl = Média da pressão máxima do plantograma do retropé do lado normal

PMPAop = Média da pressão máxima do plantograma do antepé do lado operado

PMPA nl = Média da pressão máxima do plantograma do antepé do lado normal

A tabela 3 mostra a estatística descritiva das médias das pressões máximas dos plantogramas de pressão do retropé do lado operado e do lado normal. Comparamos essas médias pelo teste *t* de Student para amostras independentes, mostrando que não há diferença estatística significativa entre esses valores ( $t = 0,66$ ;  $p = 0,51$ ).

**Tabela 3** – Comparação entre as médias dos valores máximos dos picos de pressão encontrados nos plantigramas do retopé do lado operado e do lado normal.

Teste <i>t</i> : duas amostras presumindo variâncias diferentes		
	PMPR op	PMPR nl
Média	175,86	161,66
Variância	3.801,98	3.048,80
Número de casos	15	15
Graus de liberdade	28	
T	0,6644	
P( $t \leq t$ ) bicaudal	0,51183	
<i>t</i> crítico bicaudal	2,04840	

PMPR op = Média da pressão máxima do plantigrama do retopé do lado operado  
 PMPR nl = Média da pressão máxima do plantigrama do retopé do lado normal

A tabela 4 apresenta a estatística descritiva das médias das pressões máximas dos plantigramas de pressão do antepé do lado operado e do lado normal. Compara essas médias pelo teste *t* de Student para amostras independentes, mostrando que não há diferença estatística significativa entre esses valores ( $t = -0,10$ ;  $p = 0,91$ ).

**Tabela 4** – Comparação entre as médias dos valores máximos dos picos de pressão encontrados nos plantigramas do antepé do lado operado e do lado normal

Teste <i>t</i> : duas amostras presumindo variâncias diferentes		
	PMPA op	PMPA nl
Média	191,26	194,26
Variância	4.336,35	7.186,06
Número de casos	15	15
Graus de liberdade	26	
T	-0,1082	
P( $t \leq t$ ) bicaudal	0,9146	
<i>t</i> crítico bicaudal	2,0555	

PMPAop = Média da pressão máxima do plantigrama do antepé do lado operado  
 PMPA nl = Média da pressão máxima do plantigrama do antepé do lado normal

A tabela 5 estuda a média das pressões máximas dos plantigramas do retopé dos pés operados pela via de acesso lateral e pela via curta. Compara as médias pelo teste *t* de Student para amostras independentes e mostra que não há diferença estatística entre as duas vias de acesso ( $t = 0,11$ ;  $p = 0,91$ ).

**Tabela 5** – Comparação entre as médias dos valores máximos dos picos de pressão encontrados nos plantigramas do retopé dos pacientes operados pela via lateral e pela via curta

Teste <i>t</i> : duas amostras presumindo variâncias diferentes		
	PMPR op	
	Via lateral	Via curta
Média	177,1	173,4
Variância	4.681,21	2.762,8
Número de casos	10	5
Graus de liberdade	10	
T	0,1158	
P( $t \leq t$ ) bicaudal	0,9100	
<i>t</i> crítico bicaudal	2,2281	

PMPR op = Média da pressão máxima do plantigrama do retopé do lado operado

A tabela 6 estuda a média das pressões máximas dos plantigramas do antepé dos pés operados pela via de acesso lateral e pela via curta. Compara as médias pelo teste *t* de Student para amostras independentes e mostra que não há diferença estatística entre as duas vias de acesso ( $t = -0,48$ ;  $p = 0,64$ ).

**Tabela 6** – Comparação entre as médias dos valores máximos dos picos de pressão encontrados nos plantigramas do antepé dos pacientes operados pela via lateral e pela via curta.

Teste <i>t</i> : duas amostras presumindo variâncias diferentes		
	PMPAop	
	Via lateral	Via curta
Média	184,2	205,4
Variância	3.025,28	7.995,8
Número de casos	10	5
Graus de liberdade	6	
T	-0,4861	
P( $t \leq t$ ) bicaudal	0,6441	
<i>t</i> crítico bicaudal	2,4469	

PMPAop = Média da pressão máxima do plantigrama do antepé do lado operado

## DISCUSSÃO

Não há consenso na literatura sobre a via de acesso cirúrgico. Desde Lenormant e Wilmoth<sup>(11)</sup> e Palmer<sup>(12)</sup>, a abordagem lateral é largamente utilizada. Pennal e Yadav<sup>(13)</sup>, Bezes *et al*<sup>(14)</sup>, com uma casuística de 257

casos, Letournel<sup>(15)</sup>, Melcher *et al*<sup>(16)</sup>, Gell e Flemister<sup>(17)</sup> utilizaram a via lateral como descrito por Palmer<sup>(12)</sup>, ou com uma variação na sua obliquidade, e descreveram uma ampla visão da faceta posterior e da articulação calcaneocuboide. No nosso meio, Salomão *et al*<sup>(18)</sup>, Santin *et al*<sup>(19)</sup>, Köberle *et al*<sup>(20)</sup>, Moraes Filho *et al*<sup>(21)</sup> e Contreras *et al*<sup>(10)</sup> utilizaram a via lateral, com diferentes métodos de osteossíntese. A via lateral tem a vantagem de trazer uma excelente exposição da faceta posterior, anterior e da articulação calcaneocuboide. Utilizando uma espátula, pode-se chegar até o lado medial, mas a redução do fragmento sustentacular é indireta. A bainha dos tendões peroneiros é levantada junto com o periósteo e sua reconstrução nem sempre é possível de forma anatômica, podendo levar à diminuição da amplitude da excursão desses tendões. O ligamento fibulocalcaneano deve ser seccionado e é muito difícil sua reinserção. Essa é uma estrutura anatômica importante e não há estudos suficientes sobre sua falta na evolução das fraturas do calcâneo.

O acesso lateral descrito neste estudo é semelhante ao utilizado por Bezes *et al*<sup>(14)</sup>. Uma importante modificação na via lateral é descrita por Benirschk e Sangeorzan<sup>(22)</sup>, realizando um prolongamento proximal vertical, tornando a via em formato de “L” e ampliando assim seu campo visual. Sanders *et al*<sup>(23)</sup>, Crosby e Fitzgibbons<sup>(24)</sup>, Loucks e Buckley<sup>(25)</sup>, Harvey *et al*<sup>(26)</sup> relataram suas experiências com essa via e, com exceção dos últimos, que tiveram 8,2% de necrose de pele, os outros autores referiram taxas de complicações semelhantes às dos que utilizaram outras vias<sup>(27)</sup>. Wiley *et al*<sup>(27)</sup> relataram uma modificação no acesso lateral descrita como incisão em “sorriso” para melhor exposição do seio do tarso, processo anterior e calcaneocuboide utilizando como parâmetros superficiais: o ápice posterossuperior do calcâneo, anterior ao limite lateral do tendão de Aquiles; borda inferior do calcâneo inferior ao término da fibula; processo anterior do calcâneo na articulação calcaneocuboide. A principal complicação dessa via seria a lesão do nervo sural, que neste estudo, foi de 8%, não constituindo uma contraindicação absoluta segundo os autores.

A via medial inicialmente descrita por McReynolds<sup>(28)</sup>, foi estudada e resgatada por Bordeaux<sup>(29)</sup> e, desde então, a abordagem medial é utilizada de forma isolada ou associada à via lateral, como descrito por Zwipp *et al*<sup>(30)</sup> e Kundel *et al*<sup>(31)</sup>, nos primeiros 100 casos de sua

série. No nosso meio, Köberle *et al*<sup>(20)</sup> e Moraes Filho *et al*<sup>(21)</sup> utilizaram a via medial quando não obtiveram sucesso na redução apenas com a via lateral.

Sclamberg e Davenport<sup>(32)</sup> descreveram uma via de acesso pelo seio do tarso, permitindo o acesso direto à articulação subtalar e calcaneocuboide. Andermahr *et al*<sup>(33, 34)</sup> estudaram a anatomia vascular do calcâneo e concluíram que a via de acesso pelo seio do tarso teria um risco menor de lesão vascular que as vias lateral e medial, por onde entram 90% da irrigação do calcâneo. Fernandes<sup>(35)</sup> relatou sua experiência com 38 casos, todos tratados cirurgicamente com a via de acesso pelo seio do tarso, tendo três casos (7,89%) de sofrimento tecidual superficial. Ebraheim *et al*<sup>(36)</sup> avaliaram o resultado obtido pela via curta em 99 pacientes (106 pés), tendo apenas quatro casos (3,8%) de infecção superficial e um caso (0,9%) de infecção profunda. Avaliaram a vantagem da via em abordar diretamente a faceta posterior e o aspecto anterior e lateral, tendo como limitação a redução indireta da tuberosidade posterior e do sustentáculo do tálus. A via curta foi utilizada em cinco casos do nosso estudo e tivemos um caso (6,6%) de infecção profunda com essa via (paciente nº 3). Esse paciente apresentava um importante edema do pé e, apesar de não haver sinais de síndrome compartimental, acreditamos que haveria algum grau de sofrimento tecidual independente da via utilizada. O paciente obteve 95 pontos no critério clínico da Aofas, mostrando que não teve prejuízo clínico por causa dessa infecção.

Carr<sup>(37)</sup> faz uma extensa revisão sobre as vias de acesso com incisões pequenas, menores do que 6cm (percutânea, lateral, medial e combinada), correlacionando o padrão de fratura pela classificação AO e a técnica cirúrgica. Conclui que, apesar das pequenas incisões, os potenciais riscos persistem, a limitação de exposição requer um profundo conhecimento da anatomia da lesão e dos métodos de fixação; a experiência com a via lateral ampliada é o fundamento para o uso de pequenas incisões.

A resistência dos materiais de síntese para calcâneo foi explorada por alguns autores.

Wang *et al*<sup>(4)</sup> realizaram estudo experimental em 20 pernas de cadáveres, obtidas por amputação do membro. Criaram, experimentalmente, através de carga axial, 12 fraturas intra-articulares de calcâneo. Separaram aleatoriamente os espécimes em dois grupos, que são submetidos à redução aberta e fixação interna. No primeiro

grupo fixaram as fraturas com placa e parafusos de lateral para medial, através de via lateral. O segundo grupo recebeu, ainda, um parafuso longitudinal de posterior para anterior. Com uma máquina universal de testes, realizaram carga axial até obter falha nas sínteses. Relataram que o grupo que recebeu o parafuso longitudinal apresenta maior resistência axial que o que é fixado apenas com a placa lateral.

Redfern *et al*<sup>(38)</sup> e Stoffel *et al*<sup>(39)</sup>, em estudos biomecânicos testando resistência, deformidade e carga suportada, utilizaram modelos de fraturas intra-articulares em peças de cadáveres para comparar a fixação utilizando placas bloqueadas ou não. Redfern *et al*<sup>(38)</sup>, em modelos experimentais com fraturas tipo IIB de Sanders, não encontraram vantagens entre a fixação da fratura com placa bloqueada ou com a fixação tradicional com a placa não bloqueada. Stoffel *et al* demonstraram que as placas bloqueadas promovem melhor fixação com menores deformidades irreversíveis durante a carga cíclica e necessitam de carga maior para falhar. Quando compararam a deformidade final e o trabalho para promover a falha entre as duas placas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes. Richter *et al*<sup>(40)</sup> desenvolveram esse estudo com modelos sintéticos e concluíram que a fixação da fratura com placa lateral e parafusos bloqueados promove maior estabilidade que a placa padrão sem bloqueio dos parafusos, especialmente sob a simulação de cargas cíclicas.

Poucos autores estudaram a distribuição de pressão plantar nas fraturas do calcâneo na clínica. A maioria dos trabalhos reporta estudos experimentais. Siegmeth *et al*<sup>(9)</sup> realizaram a comparação entre um grupo de pacientes tratado por método conservador e outro cirúrgico (todos pela mesma via de acesso). Realizaram uma minuciosa comparação clínica e baropodométrica, utilizando o sistema *Pedar*. Gildone *et al*<sup>(41)</sup> utilizaram um baropodômetro eletrônico para avaliar o resultado do tratamento cirúrgico de fraturas de calcâneo, utilizando uma técnica específica. Contreras *et al*<sup>(10)</sup> estudaram a distribuição da pressão plantar de pacientes tratados cirurgicamente com fratura do calcâneo, utilizando o sistema *F-Scan*.

Escolhemos para este estudo o sistema *Pedar*, por se tratar de um instrumento de maior confiança nos dados, conforme a literatura.

Segundo Hughes *et al*<sup>(42)</sup>, o coeficiente de confiança aumentava à medida que se utilizava o maior número

de passos na coleta de dados e trabalhava-se com os dados das médias das pressões. Em função da grande variabilidade dos dados biológicos, utilizamos, como parâmetro do valor que expressa a variável cinética, a média das três melhores passadas (as que apresentam menor desvio padrão).

Segal *et al*<sup>(43)</sup> demonstraram o efeito da velocidade de caminhada nas diferentes regiões plantares em indivíduos sem patologias prévias utilizando o sistema *Pedar*. Concluíram que no hálux e calcâneo o pico de pressão plantar aumenta linearmente de acordo com a velocidade.

Não encontramos alteração significativa entre as médias dos picos de pressão dos plantigramas do retropé, do lado operado (pós-operatório tardio) e do lado normal. Tampouco, houve alteração das mesmas variáveis para os plantigramas do antepé. Siegmeth *et al*<sup>(9)</sup> relataram que a pressão no calcâneo é 14% menor no grupo cirúrgico que no grupo normal e que a pressão no mediopé é 27% maior no grupo cirúrgico e 55% maior no conservador que no grupo normal. A integral tempo-força está aumentada em 21% no grupo cirúrgico e 10% no grupo conservador, em relação ao grupo controle. No hálux, existe diminuição dos valores dessa variável em 25%, comparados com os dos pés normais. Contreras *et al*<sup>(10)</sup>, utilizando o sistema *F-Scan*, encontraram diferenças significativas entre as áreas de contato, força e pressão média do retropé fraturado e do antepé fraturado, sendo os valores maiores os do lado fraturado.

A pesquisa sobre o índice de assimetria entre o pé normal e o pé afetado, no caso com fratura intra-articular do calcâneo, poderia estender a correlação entre variáveis da distribuição de pressão plantar e as variáveis clínico-radiográficas. Esse índice seria uma ferramenta importante para a continuidade deste estudo, que poderá mostrar com análises mais profundas outras caracterizações da distribuição plantar e, por sua vez, do padrão de marcha do sujeito.

## CONCLUSÕES

Não houve diferença estatística entre as médias dos picos máximos de pressão do retropé e do antepé do lado fraturado no pós-operatório tardio, comparados com as do lado normal. Também não houve diferença estatística entre as vias de acesso cirúrgico utilizadas e as médias dos picos máximos de pressão tanto do retropé quanto do antepé no pós-operatório tardio.



## REFERÊNCIAS

- Rosebaum D, Bauer G, Augat P, Claes L. Calcaneal fractures cause a lateral load shift in Chopart joint contact stress and plantar pressure pattern in vitro. *J Biomechanics*. 1996;29(11):1435-43.
- Carr JB, Tigges RG, Wayne JS, Earll M. Internal fixation of experimental intra-articular calcaneal fractures: a biomechanical analysis of two fixation methods. *J Orthop Trauma*. 1997;11(6):425-9.
- Mulcahy DM, McCormack D, Stephens M. Intra-articular calcaneal fractures: effect of open reduction and internal fixation on the contact characteristics of the subtalar joint. *Foot Ankle Int*. 1998;19(12):842-8.
- Wang CL, Chang GL, Tseng WC, Yu CY, Lin RM. Strength of internal fixation for calcaneal fractures. *Clin Biomech*. 1998;13(3):230-3.
- Seipel R, Pintar F, Yoganandan N, Boynton M. Biomechanics of calcaneal fractures: a model for the motor vehicle. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(388):218-24.
- Allmacher D, Galles K, Marsh J. Intra-articular calcaneal fractures treated nonoperatively and followed sequentially for 2 decades. *J Orthop Trauma*. 2006;20(7):464-9.
- Bajammal S, Tornetta P, Sanders D, Bhandari M. Displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma*. 2005;19(5):360-4.
- Kitaoka HB, Schaap EJ, Chao EYS, An KN. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus treated non-operatively. Clinical results and analysis of motion and ground-reaction and temporal forces. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(10):1531-40.
- Siegmeth A, Petje G, Mittlmeier T, Vécsei V. Ganganalyse nach intraartikulären Fersenbeinfrakturen. *Unfallchirurg*. 1996;99(1):52-8.
- Contreras MEK, Muniz AMS, Souza JB, Ávila AOV, Borges Junior NG, Barbosa DRF, et al. Avaliação biomecânica das fraturas intra-articulares do calcâneo e sua correlação clínica radiográfica. *Acta Ortop Bras*. 2004;12(2):105-12.
- Lenormant C, Wilmoth P. Les fracture sous-thalamiques du calcaneum. *J Chir*. 1932;40(1):1-25.
- Palmer I. The mechanism and treatment of fractures of the calcaneus; open reduction with the use of cancellous grafts. *J Bone Joint Surg Am*. 1948;30(1):2-8.
- Pennal GF, Yadav MP. Operative treatment of comminuted fracture of the os calcis. *Orthop Clin North Am*. 1973;4(1):197-211.
- Bezes H, Massart P, Delvaux D, Fourquet JP, Tazi F. The operative treatment of intra-articular calcaneal fractures: indications, technique, and results in 257 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):55-9.
- Letournel E. Open treatment of acute calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):60-7.
- Melcher G, Degonda F, Leutenegger A, Ruedi T. Ten-year follow-up after operative treatment for intra-articular fractures of the calcaneus. *J Trauma*. 1995;38(5):713-6.
- Gell CW, Flemister AS. Standardized treatment of intra-articular calcaneal fractures using an oblique lateral incision and no bone graft. *J Trauma*. 2001;50(6):1083-9.
- Salomão O, Fernandes TD, Carvalho Junior AE, Marques J, Imamura M. Fraturas do calcâneo: tratamento cirúrgico. *Rev Bras Ortop*. 1993;28(7):461-4.
- Santin RAL, Fonseca Filho FF, Mercadante MT, Ferreira RC, Roncetto CE, Mazzoti JP, et al. Tratamento operatório das fraturas articulares do calcâneo com placa "duplo H". *Rev Bras Ortop*. 1995;30(6):377-84.
- Köberle G, Oliveira AC, Sandoval PS. Fraturas intra-articulares do calcâneo. *Rev Bras Ortop*. 1996;31(6):477-80.
- Moraes Filho DC, Provenzano E, Mattos JR, Batista LC, Galbiatti JA, Ferreira JCD, et al. Avaliação preliminar do tratamento cirúrgico de fraturas intra-articulares do calcâneo. *Rev Bras Ortop*. 1998;33(7):511-8.
- Bernischke SK, Sangeorzan BJ. Extensive intraarticular fractures of the foot: surgical management of calcaneus fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(292):128-34.
- Sanders R, Fortin P, Dipasquale T, Walling A. Operative Treatment in 120 displaced intra-articular calcaneal fractures: results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):87-95.
- Crosby LA, Fitzgibbons T. Computerized tomography scanning of acute intra-articular fractures of the calcaneum. A new classification system. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72(6):852-9.
- Loucks C, Buckley R. Bohler's angle: correlation with outcome in displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Trauma*. 1999;13(8):554-8.
- Harvey EJ, Grujic L, Early JS, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Morbidity associated with ORIF of intra-articular calcaneus fractures using a lateral approach. *Foot Ankle Int*. 2001;22(11):868-73.
- Wiley W, Norberg J, Klonek C, Alexander I. "Smile" incision: an approach for open reduction and internal fixation of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int*. 2005;26(8):590-2.
- McReynolds IS. Open reduction and internal fixation of calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(2):196-201.
- Bordeaux BD. Reduction of calcaneal fractures by the mcReynolds medial approach technique and its experimental basis. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;(177):87-103.
- Zwipp H, Tscherne H, Thermann H, Weber T. Osteosynthesis of displaced intra-articular fractures of the calcaneus: results in 123 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):76-86.
- Kundel K, Funk E, Brutscher M, Bickel R. Calcaneal fractures: operative versus nonoperative treatment. *J Trauma*. 1996;41(5):839-45.
- Scramberg EL, Davenport K. Operative treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Trauma*. 1988;28(4):510-6.
- Andemahr J, Helling HJ, Landwahr P, Fischbach R, Koebke J, Rehm KE. The lateral calcaneal artery. *Surg Radiol Anat*. 1998;20(6):419-23.
- Andemahr J, Helling HJ, Rehm KE, Koebke Z. The vascularization of the os calcaneum and the clinical consequences. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;(363):212-8.
- Fernandes TD. Fraturas intra-articulares do calcâneo. Tratamento cirúrgico sem o uso de enxerto ósseo avaliação clínico-radiográfica [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 1997.
- Ebraheim NA, Elgafy H, Sabry FF, Freih M, Abou-Chakra IS. S. Sinus tarsi approach with trans-articular fixation for displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Int*. 2000;21(2):105-13.
- Carr J. Surgical treatment of intra-articular calcaneal fractures: a review of small incision approaches. *J Orthop Trauma*. 2005;19(2):109-17.
- Redfern D, Oliveira M, Campbell JT, Belkoff SM. A biomechanical comparison of locking and nonlocking plates for the fixation of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int*. 2006;27(3):196-201.
- Stoffel K, Booth G, Rohrl S, Kuster M. A comparison of conventional versus locking plates in intraarticular calcaneus fractures: a biomechanical study in human cadavers. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;22(1):100-5.
- Richter M, Gosling T, Zech S, Allami M, Geerling J, Droste P, et al. A comparison of plates with and without locking screws in a calcaneal fracture model. *Foot Ankle Int*. 2005;26(4):309-19.
- Gildone A, Bernasconi S, Manfredini M, Ferrante R, Massari L. Trattamento chirurgico delle fratture intraarticolari di calcagno con la nuova placca multifiori Tra.Ma.® : risultati a lungo termine in relazione all'analisi del passo. *Chir Organi Mov*. 2002;87(3):179-88.
- Hughes J, Phil M, Clark P, Linge K, Klenerman L. A comparison of two studies of the pressure distribution under the feet of normal subjects using different equipment. *Foot Ankle Int*. 1993;14(9):514-9.
- Segal A, Rohr E, Orendurff M, Shofer J, O'Brien M, Sangeorzan B. The effect of walking speed on peak plantar pressure. *Foot Ankle Int*. 2004;25(12):926-33.