

# LOCALIZAÇÃO SEGURA NA COLOCAÇÃO DOS PINOS PERCUTÂNEOS NO CALCÂNEO

## SAFE LOCALIZATION FOR PLACEMENT OF PERCUTANEOUS PINS IN THE CALCANEUS

Pedro José Labronici<sup>1</sup>, Diogo do Nascimento Pereira<sup>2</sup>, Pedro Henrique Vargas Moreira Pilar<sup>2</sup>, José Sergio Franco<sup>3</sup>, Marcos Donato Serra<sup>4</sup>, José Carlos Cohen<sup>5</sup>, Rogério Carneiro Bitar<sup>6</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Determinar as áreas de risco em seis zonas do calcânhar e quantificar os riscos de lesão das estruturas anatômicas (artéria, veia, nervo e tendão). **Método:** Foram utilizados 53 calcâneos de cadáveres divididos em três zonas e subdivididas em duas áreas, superior e inferior, por meio de uma linha longitudinal do calcâneo. O risco de lesão das estruturas anatômicas em relação a cada fio de Kirschner foi determinado pelo sistema de graduação segundo a classificação de Licht. A quantificação do risco total de lesão das estruturas anatômicas na colocação de mais de um fio foi calculada pela lei aditiva das probabilidades e pela lei do produto para eventos independentes. **Resultados:** O cálculo dos riscos de lesão, segundo a classificação de Licht, demonstrou que o risco de lesão da artéria ou veia na zona IA é mais expressivo (43%) em relação às lesões de nervo e tendão (13 e 0%, respectivamente). **Conclusão:** O estudo permitiu identificar as estruturas anatômicas mais vulneráveis e quantificar o risco de lesão no calcânhar.

**Descritores** – Calcâneo/lesão; Zona De Segurança; Pinos ortopédicos; Procedimentos Cirúrgicos Operatórios/métodos

### ABSTRACT

**Objective:** To determine the areas presenting risk in six zones of the calcaneus, and to quantify the risks of injury to the anatomical structures (artery, vein, nerve and tendon). **Method:** Fifty-three calcaneus from cadavers were used, divided into three zones and each subdivided in two areas (upper and lower) by means of a longitudinal line through the calcaneus. The risk of injury to the anatomical structures in relation to each Kirschner wire was determined using a graded system according to the Licht classification. The total risk of injury to the anatomical structures through placement of more than one wire was quantified using the additive law of probabilities and the product law for independent events. **Results:** The injury risk calculation according to the Licht classification showed that the highest risk of injury to the artery or vein was in zone IA (43%), in relation to injuries to nerves and tendons (13% and 0%, respectively). **Conclusion:** This study made it possible to identify the most vulnerable anatomical structures and quantify the risk of injury to the calcaneus.

**Keywords** – Calcaneus/injuries; Safe-Zone; Bone Nails; Surgical Procedures, Operative

### INTRODUÇÃO

A colocação de pinos percutâneos no calcâneo é um procedimento relativamente comum<sup>(1,2)</sup>. Pinos são utilizados para introdução do fixador externo, tração,

utilização de distratores para redução de fraturas, no tratamento com artroscopia, correção de deformidades e redução de luxação do antepé<sup>(2-6)</sup>. Com este tipo de procedimento, várias estruturas anatômicas na região

1 – Doutor em Medicina pela Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina; Chefe de Clínica do Serviço de Ortopedia e Traumatologia Prof. Dr. Donato D'Ángelo – Hospital Santa Teresa – Petrópolis, RJ, Brasil.

2 – Médico Residente em Ortopedia e Traumatologia do Serviço de Ortopedia e Traumatologia Prof. Dr. Donato D'Ángelo – Hospital Santa Teresa – Petrópolis, RJ, Brasil.

3 – Chefe, Professor Associado e Doutor do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da UFRJ – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

4 – Chefe do Departamento de Pé e Tornozelo do Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Serviço de Ortopedia e Traumatologia Prof. Dr. Donato D'Ángelo – Hospital Santa Teresa – Petrópolis, RJ, Brasil.

5 – Coordenador do Serviço de Cirurgia do Pé e Tornozelo do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da UFRJ e do Hospital Federal de Ipanema – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

6 – Médico Assistente do Grupo de Trauma do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) –USP; Membro do Grupo de Trauma, Pé e Tornozelo do Hospital Especializado de Ribeirão Preto – São Paulo, SP, Brasil.

Trabalho realizado no Serviço de Ortopedia e Traumatologia Prof. Dr. Donato D'Ángelo, Hospital Santa Teresa – Petrópolis, RJ, Brasil e Faculdade de Medicina de Petrópolis, RJ.

Endereço para correspondência: Av. Roberto Silveira, 187, ap. 601 – 25685-040 – Petrópolis, RJ. E-mail: plabronici@globo.com

Trabalho recebido para publicação: 25/05/2011, aceito para publicação: 04/10/2011.

Os autores declaram inexistência de conflito de interesses na realização deste trabalho / The authors declare that there was no conflict of interest in conducting this work

medial podem apresentar risco de lesão iatrogênica. Vários estudos têm procurado definir uma zona de segurança por meio de radiografias ou estudos cadavéricos tomando como base as referências anatômicas<sup>(7,8)</sup>. O objetivo deste trabalho foi analisar a colocação de pinos percutâneos, da região lateral para a medial, em seis localizações determinadas no calcâneo, para observar os riscos de lesão iatrogênica de nervo, artéria, veia e tendão, e quantificar a probabilidade de lesão das estruturas anatômicas após a colocação de fios de Kirschner nas seis zonas estudadas.

## MÉTODOS

Foram utilizados 53 calcâneos de cadáveres da Faculdade de Medicina de Petrópolis. Os calcâneos foram divididos em seis zonas distintas, conforme ilustrado na Figura 1. Zonas IA e IB, localizadas na tuberosidade anterior do calcâneo, da linha da articulação calcaneocuboide até uma linha na região do ângulo de Gisane; zonas IIA e IIB, na região do corpo do calcâneo, da linha do ângulo de Gisane até o final da tuberosidade posterior do tálus e zonas IIIA e IIIB, localizadas na região da tuberosidade posterior do calcâneo (Figura 1).

Um fio de Kirschner de 2,0mm foi colocado no centro de cada área, de lateral para medial, todos perpendiculares ao córtex lateral do calcâneo (Figura 2). Os calcâneos foram, então, dissecados medialmente para permitir medir, em milímetros, as distâncias das saídas de cada fio de Kirschner e as seguintes estruturas: artéria e veia tibial posteriores, nervo tibial posterior e tendão do tibial posterior.

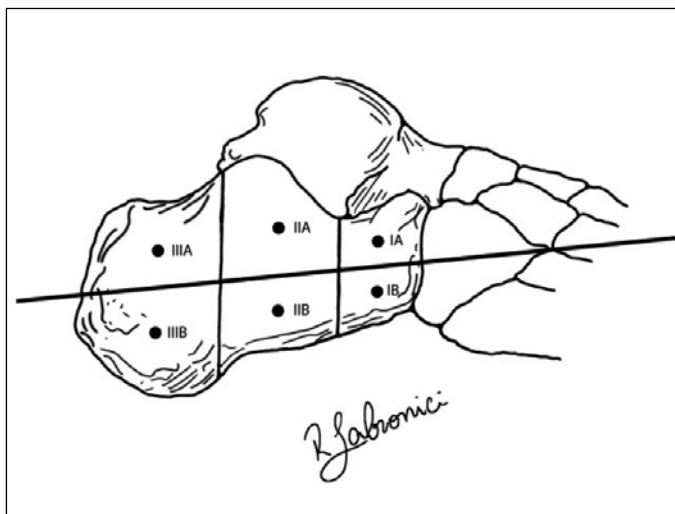


Figura 1 – Esquema mostrando as seis zonas do calcâneo com a posição dos fios de Kirschner.



Figura 2 – Fotografia do calcâneo do cadáver com os fios de Kirschner saindo na face medial.

Empregou-se o sistema de graduação desenvolvido por Licht *et al*<sup>(9)</sup> para determinar o risco de lesão das estruturas anatômicas em relação a cada fio de Kirschner. Os fios localizados entre 0 e 2mm de uma das estruturas prévias foram classificados como risco de valor 5 e considerados de alto risco de lesão das estruturas anatômicas. Risco classificado como valor 3 foi dado aos fios localizados entre 2 e 5mm e foram considerados de risco moderado de lesão. Fios localizados entre 5 e 10mm foram classificados como risco 1 e foram considerados de risco mínimo de lesão. Fios de Kirschner localizados a uma distância maior do que 10mm não foram considerados como causa de risco de lesão e foram classificados como valor 0 (Tabela 1).

A Tabela 2 fornece a média, desvio padrão (DP), mediana, mínimo e máximo das distâncias (em mm) do fio de Kirschner em relação à artéria, veia, nervo e tendão para seis zonas do calcâneo de 53 pés, sendo 22 (41,5%) direitos e 31 (58,5%) esquerdos.

Tabela 1 – Classificação de Licht *et al*<sup>(9)</sup> para o risco de lesão.

Distância do fio de Kirschner	Peso do risco	Classificação do risco de lesão
0 a 2mm	5	Alto
2 a 5mm	3	Moderado
5 a 10mm	1	Mínimo
> 10mm	0	Ausente

Fonte: Faculdade de Medicina de Petrópolis.

**Tabela 2** – Descritiva das distâncias (em mm) do fio de Kirschner em relação ao ponto de comparação segundo a zona do calcânhar de 53 pés.

Zona do calcânhar	Ponto de comparação	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo
IA	Artéria	3,2	2,1	3	1	10
	Veia	3,2	2,1	3	1	10
	Nervo	4,9	2,8	4	0	13
	Tendão	9,3	6,9	7	3	35
IB	Artéria	4,3	2,7	4	0	13
	Veia	4,3	2,7	4	0	13
	Nervo	6,0	3,7	5	0	16
	Tendão	10,8	7,1	8	3	32
IIA	Artéria	5,2	2,9	5	0	16
	Veia	5,1	3,0	5	0	16
	Nervo	6,3	3,2	6	0	16
	Tendão	11,5	7,1	9	3	33
IIB	Artéria	7,1	3,4	6	0	18
	Veia	7,1	3,4	6	0	18
	Nervo	8,9	5,7	8	1	40
	Tendão	14,3	7,4	13	3	36
IIIA	Artéria	8,6	4,2	8	0	22
	Veia	8,7	4,1	8	0	22
	Nervo	10,5	4,5	10	1	25
	Tendão	16,1	8,0	13	7	40
IIIB	Artéria	10,5	4,5	9	1	24
	Veia	10,6	4,6	9	1	24
	Nervo	12,8	5,8	12	2	36
	Tendão	19,1	9,5	15	8	50

DP: desvio padrão.

Fonte: Faculdade de Medicina de Petrópolis.

## RESULTADOS

O risco de lesão de cada fio de Kirschner no córtex medial do calcâneo foi demonstrado na Tabela 3, que fornece a frequência (n) e o percentual (%) da classificação de Licht em relação à artéria, veia, nervo e tendão segundo as seis zonas do calcânhar de 53 pés.

A probabilidade de lesão da artéria, veia, nervo e tendão nas seis zonas estudadas foi baseada na classificação de Licht para alto risco, conforme ilustra a Tabela 4. Nesta amostra em estudo, a probabilidade de lesão da artéria quando se coloca o fio de Kirschner na zona IA é de 0,434 ou 43,4%.

Quando se utilizam dois fios ( $F_1$  e  $F_2$ ) a probabilidade conjunta é dada pela lei aditiva das probabilidades:

$Pr(F_1 \cup F_2) = Pr(F_1) + Pr(F_2) - Pr(F_1 \cap F_2)$  (Equação 2.1) onde  $Pr(F_1 \cap F_2)$  é a interseção.

Se considerarmos que o risco de lesão de um fio não interfere no risco de lesão de outro, então a probabilidade da interseção é dada pela lei do produto para eventos independentes:

$Pr(F_1 \cap F_2) = Pr(F_1) * Pr(F_2)$  (Equação 2.2).

**Tabela 3** – Descritiva da classificação de Licht para a artéria, veia, nervo e tendão segundo a zona do calcânhar de 53 pés.

Zona do calcânhar	Classificação de Licht	Artéria		Veia		Nervo		Tendão	
		n	%	N	%	n	%	n	%
IA	Ausente	0	0,0	0	0,0	3	5,7	16	30,2
	Leve	9	17,0	9	17,0	15	28,3	17	32,1
	Moderado	21	39,6	21	39,6	28	52,8	20	37,7
	Alto	23	43,4	23	43,4	7	13,2	0	0,0
IB	Ausente	2	3,8	2	3,8	7	13,2	19	35,8
	Leve	11	20,8	11	20,8	19	35,8	23	43,4
	Moderado	29	54,7	29	54,7	20	37,7	11	20,8
	Alto	11	20,8	11	20,8	7	13,2	0	0,0
IIA	Ausente	2	3,8	2	3,8	3	5,7	24	45,3
	Leve	20	37,7	20	37,7	30	56,6	20	37,7
	Moderado	23	43,4	22	41,5	14	26,4	9	17,0
	Alto	8	15,1	9	17,0	6	11,3	0	0,0
IIB	Ausente	7	13,2	7	13,2	9	17,0	32	60,4
	Leve	28	52,8	28	52,8	37	69,8	20	37,7
	Moderado	16	30,2	16	30,2	5	9,4	1	1,9
	Alto	2	3,8	2	3,8	2	3,8	0	0,0
IIIA	Ausente	10	18,9	10	18,9	21	39,6	39	73,6
	Leve	36	67,9	36	67,9	29	54,7	14	26,4
	Moderado	3	5,7	3	5,7	0	0,0	0	0,0
	Alto	4	7,5	4	7,5	3	5,7	0	0,0
IIIB	Ausente	19	35,8	19	35,8	38	71,7	49	92,5
	Leve	30	56,6	30	56,6	13	24,5	4	7,5
	Moderado	3	5,7	3	5,7	1	1,9	0	0,0
	Alto	1	1,9	1	1,9	1	1,9	0	0,0

Fonte: Faculdade de Medicina de Petrópolis.

**Tabela 4** – Probabilidade de lesão da artéria, veia, nervo e tendão segundo a zona do calcânhar.

Zona do calcânhar	Ponto de comparação			
	Artéria	Veia	Nervo	Tendão
IA	0,434	0,434	0,132	0,0
IB	0,208	0,208	0,132	0,0
IIA	0,151	0,170	0,113	0,0
IIB	0,038	0,038	0,038	0,0
IIIA	0,075	0,075	0,057	0,0
IIIB	0,019	0,019	0,019	0,0

Fonte: Faculdade de Medicina de Petrópolis.

Por exemplo, a probabilidade de lesão da artéria na colocação de um fio na zona IA ( $F_1$ ) e outro na zona IIA ( $F_2$ ) será de 51,9%, conforme o cálculo abaixo:

$$\begin{aligned} Pr(F_1 \cup F_2) &= 0,434 + 0,151 - 0,434 * 0,151 \\ &= 0,585 - 0,066 \\ &= 0,519 \text{ ou } 51,9\% \end{aligned}$$

A lei aditiva (Equação 2.1) pode ser estendida para a união de três ou mais eventos. Para três eventos, temos a seguinte fórmula:

$$\begin{aligned} Pr(F_1 \cup F_2 \cup F_3) &= Pr(F_1) + Pr(F_2) + Pr(F_3) \\ &- Pr(F_1 \cap F_2) - Pr(F_1 \cap F_3) - Pr(F_2 \cap F_3) \\ &+ Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3) \end{aligned} \text{ (Equação 2.3)}$$

com  $Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3) = Pr(F_1) * Pr(F_2) * Pr(F_3)$ .

Por exemplo, a probabilidade de lesão da veia na colocação de três fios, sendo o primeiro na zona IA ( $F_1$ ),

o segundo na zona IB ( $F_2$ ) e o terceiro na zona IIA ( $F_3$ ) será de 62,8%, conforme o cálculo abaixo:

$$\begin{aligned} \Pr(F_1 \cup F_2 \cup F_3) &= 0,434 + 0,208 + 0,170 \\ &- 0,090 - 0,074 - 0,035 \\ &+ 0,015 \\ &= 0,628 \text{ ou } 62,8\% \end{aligned}$$

Para quatro eventos independentes ( $F_1, F_2, F_3$  e  $F_4$ ), a probabilidade é dada pela fórmula:

$$\begin{aligned} \Pr(F_1 \cup F_2 \cup F_3 \cup F_4) &= \\ \Pr(F_1) + \Pr(F_2) + \Pr(F_3) + \Pr(F_4) & \text{ (Equação 2.4)} \\ - \Pr(F_1 \cap F_2) - \Pr(F_1 \cap F_3) - \Pr(F_1 \cap F_4) - \Pr(F_2 \cap F_3) \\ - \Pr(F_2 \cap F_4) - \Pr(F_3 \cap F_4) \\ + \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3) + \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_4) + \Pr(F_1 \cap F_3 \cap F_4) \\ + \Pr(F_2 \cap F_3 \cap F_4) \\ - \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3 \cap F_4) \\ \text{com } \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3 \cap F_4) &= \Pr(F_1) * \Pr(F_2) * \Pr(F_3) * \Pr(F_4) \end{aligned}$$

Por exemplo, a probabilidade de lesão do nervo na colocação de quatro fios, sendo o primeiro na zona IA ( $F_1$ ), o segundo na zona IB ( $F_2$ ), o terceiro na zona IIA ( $F_3$ ) e o quarto na zona IIB ( $F_4$ ) será de 35,9%, conforme o cálculo abaixo:

$$\begin{aligned} \Pr(F_1 \cup F_2 \cup F_3 \cup F_4) &= 0,132 + 0,132 + 0,113 + 0,038 \\ &- 0,017 - 0,015 - 0,005 - 0,015 - 0,005 - 0,004 \\ &+ 0,002 + 0,001 + 0,001 + 0,001 \\ &- 0,00001 \\ &= 0,359 \text{ ou } 35,9\% \end{aligned}$$

Para cinco eventos independentes ( $F_1, F_2, F_3, F_4$  e  $F_5$ ), a probabilidade é dada pela fórmula:

$$\begin{aligned} \Pr(F_1 \cup F_2 \cup F_3 \cup F_4 \cup F_5) &= \\ \Pr(F_1) + \Pr(F_2) + \Pr(F_3) + \Pr(F_4) + \Pr(F_5) & \text{ (Equação 2.5)} \\ - \Pr(F_1 \cap F_2) - \Pr(F_1 \cap F_3) - \Pr(F_1 \cap F_4) - \Pr(F_1 \cap F_5) \\ - \Pr(F_2 \cap F_3) \\ - \Pr(F_2 \cap F_4) - \Pr(F_2 \cap F_5) - \Pr(F_3 \cap F_4) - \Pr(F_3 \cap F_5) \\ - \Pr(F_4 \cap F_5) \\ + \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3) + \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_4) + \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_5) \\ + \Pr(F_1 \cap F_3 \cap F_4) \\ + \Pr(F_1 \cap F_3 \cap F_5) + \Pr(F_1 \cap F_4 \cap F_5) + \Pr(F_2 \cap F_3 \cap F_4) \\ + \Pr(F_2 \cap F_3 \cap F_5) \\ + \Pr(F_2 \cap F_4 \cap F_5) + \Pr(F_3 \cap F_4 \cap F_5) \\ - \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3 \cap F_4) - \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3 \cap F_5) - \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_4 \cap F_5) \\ - \Pr(F_1 \cap F_3 \cap F_4 \cap F_5) - \Pr(F_2 \cap F_3 \cap F_4 \cap F_5) \\ + \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3 \cap F_4 \cap F_5) \\ \text{com } \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3 \cap F_4 \cap F_5) &= \Pr(F_1) * \Pr(F_2) \\ &* \Pr(F_3) * \Pr(F_4) * \Pr(F_5) \end{aligned}$$

Generalizando, a probabilidade total de lesão de um ponto anatômico na colocação de  $n$  fios é a soma de to-

das as probabilidades individuais (um a um), menos as probabilidades de todas as combinações dois a dois, mais as probabilidades de todas as combinações três a três, menos as probabilidades de todas as combinações quatro a quatro, mais a soma de todas as probabilidades cinco a cinco, e assim por diante, até atingir as combinações  $n$  a  $n$ .

Por exemplo, na colocação de seis fios ( $n = 6$ ), temos:  $\Pr(F_1 \cup F_2 \cup F_3 \cup F_4 \cup F_5 \cup F_6) =$  (Equação 2.6)

$$\begin{aligned} \sum \Pr(F_i) - \sum \Pr(F_i \cap F_j) + \sum \Pr(F_i \cap F_j \cap F_k) - \sum \Pr(F_i \cap F_j \cap F_k \cap F_l) \\ + \sum \Pr(F_i \cap F_j \cap F_k \cap F_l \cap F_m) - \Pr(F_1 \cap F_2 \cap F_3 \cap F_4 \cap F_5 \cap F_6) \end{aligned}$$

## DISCUSSÃO

Um conhecimento metucioso da anatomia do retropé é um importante pré-requisito para o planejamento na colocação de pinos e redução aberta e fixação interna nas fraturas do calcânhar. Estruturas contidas dentro do túnel do tarso, próximas da região medial do calcâneo, são vulneráveis a lesões por pinos, brocas ou parafusos que penetram no córtex medial do calcâneo.

Vários autores tentaram definir uma zona de segurança anatômica para a colocação de fixadores externos e pinos de tração na região medial do calcâneo<sup>(7-10)</sup>. A distância dos tendões e estruturas neurovasculares em relação às várias regiões anatômicas tem sido usada como método para descrever a zona de segurança em um pequeno número de estudos cadavéricos<sup>(7,8,10,11)</sup>. Entretanto, esses estudos apresentam limitações por ignorar variações do nervo tibial com seus ramos plantares medial, lateral e calcâneo, pela ausência de pesquisas nas áreas de risco ou por criar métodos complexos que dificultam sua realização na prática clínica<sup>(7,8,11)</sup>.

Mekhail *et al*<sup>(7)</sup>, usando 15 pés de cadáveres, concluem que a zona mais segura para se evitar as estruturas neurovasculares como a artéria tibial posterior, nervo tibial, nervo plantar medial, nervo plantar lateral e o ramo calcâneo medial é um ponto na região postero-inferior localizado a três quartos da distância entre a ponta inferior do maléolo medial ao tubérculo medial do calcâneo. Santi e Botte<sup>(8)</sup> definiram a zona de segurança como uma área retangular na parte posterior da região medial da tuberosidade do calcânhar. Eles selecionaram pontos de marcação medial consistindo de: ponto A, como a ponta medial do maléolo medial; ponto B, um ponto 1,5cm do ponto A; ponto D, ponta posterosuperior na região medial do calcâneo; e ponto C, um ponto entre os pontos B e D. O ponto E representou um ponto

inferior à margem do calcâneo diretamente inferior ao ponto C. Linha CE foi traçada perpendicular à linha BD e paralela à margem posterior da tibia. Através desses pontos, eles identificaram uma zona de segurança para a maioria das estruturas neuromusculares mediais inferior e posterior às linhas CD e CE, respectivamente. A estrutura de maior risco foi o nervo calcâneo medial. Albert *et al*<sup>(12)</sup> dividiram o calcâneo em três zonas. A zona I começava na articulação calcaneocuboide e se estendia posteriormente até o ângulo crítico de Gisane; a zona II iniciava no ângulo de Gisane e se estendia posteriormente incluindo toda a faceta posterior; e a zona III englobava a tuberosidade posterior. O risco de lesão das estruturas medial foi calculado para cada localização onde os pinos foram inseridos na região lateral. Concluíram que pinos colocados no osso subcondral da faceta posterior ou anterior ao ângulo crítico de Gisane podem aumentar o risco de lesão das estruturas mediais do calcâneo. Langdon *et al*<sup>(13)</sup> definiram a zona de segurança como uma linha conectando um ponto a 2cm posterior à articulação subtalar no bordo superior do calcâneo, 2cm posterior a um ponto médio do sustentáculo do tálus e um ponto sobre o bordo inferior do calcâneo 5cm posterior da articulação calcaneocuboide. Casey *et al*<sup>(11)</sup>, em 2002, redefiniram a zona de segurança como sendo uma região posterior a um ponto médio entre a ponta inferior do maléolo medial, um ponto posteroinferior na região medial do calcâneo e posterior a uma marca um terço da região posteroinferior medial do calcâneo na tuberosidade do navicular. Eles concluíram que o nervo se apresentava quase sempre em risco, baseado nas marcas selecionadas em suas disseções.

Em nosso estudo, o calcâneo foi dividido em seis áreas, mimetizando uma fratura do calcâneo e sendo necessário uma osteossíntese com placa em sua face lateral. Não se levando em conta a variação anatômica para cada área, existe uma probabilidade diferente de lesão para

artéria, nervo, veia e tendão. Nas zonas IA, IB e IIA foi encontrado risco alto e moderado mais significativo para lesão da artéria, veia e nervo. Porém, para a colocação de uma placa, a probabilidade de lesão aumenta na proporção do aumento do número de parafusos utilizados. Dessa maneira, é importante, para calcular o risco da probabilidade de lesão, utilizar a lei aditiva da probabilidade. Essa fórmula auxilia no cálculo para se demonstrar o risco de lesão em nervo, artéria, veia e tendão conjuntamente em áreas diferenciadas do calcâneo prevendo possíveis complicações. Um dos aspectos que vale ressaltar é a dificuldade de prever a probabilidade de lesão neurovascular devida às variações anatômicas encontradas no canal do tarso com as subdivisões do nervo tibial em seus ramos plantares medial, lateral e os ramos calcaneanos mediais. Segundo Horwitz<sup>(14)</sup>, a bifurcação do nervo tibial ocorre 1,3cm proximal à ponta do maléolo medial e, de acordo com Macaggi<sup>(15)</sup>, ela ocorre 1,5cm proximal à ponta do maléolo medial, com uma bifurcação mais alta em 13,5%. Hovelacque<sup>(16)</sup> cita já ter observado uma bifurcação a 6cm e outra a 10cm acima da ponta do maléolo medial.

Lembrar que placas de ângulo fixo, devido a não necessidade de atravessar a cortical medial do calcâneo, ajudam a evitar este tipo de complicação no tratamento das fraturas do calcâneo.

Devemos observar que as probabilidades de lesão do tendão foram nulas nas seis zonas estudadas quando considerado o alto risco, segundo a classificação de Licht.

## CONCLUSÃO

Acreditamos que esta divisão das zonas seja a mais reprodutiva com seus respectivos riscos de lesão das estruturas anatômicas. O risco de lesão pode ser quantificado pela lei aditiva das probabilidades, permitindo um melhor planejamento com relação aos locais de menor risco para a colocação de pinos.

## REFERÊNCIAS

1. Bonar SK, Marsh JL. Unilateral external fixation for severe pilon fractures. *Foot Ankle*. 1993;14(2):57-64.
2. Econopouly DS, Perlman MD, Notari MA, Boiardo RA. The use of an ankle joint distractor in ankle arthroscopy. *J Foot Surg*. 1992;31(1):96-9.
3. Feiwel LA, Frey C. Anatomic study of arthroscopic portal sites of the ankle. *Foot Ankle*. 1993;14(3):142-7.
4. Grill F, Franke J. The Ilizarov distractor for the correction of relapsed or neglected clubfoot. *J Bone Joint Surg Br*. 1987;69(4):593-7.
5. Guhl JF. New concepts (distractor) in ankle arthroscopy. *Arthroscopy*. 1988;4(3):160-7.
6. Kumar VP, Satku K. The A-O femoral distractor for ankle arthroscopy. *Arthroscopy*. 1994;10(1):118-9.
7. Mekhail AO, Ebraheim NA, Heck BE, Yeasting RA. Anatomic considerations for safe placement of calcaneal pins. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(332):254-9.
8. Santi MD, Botte MJ. External fixation of the calcaneus and talus: an anatomical study for safe pin insertion. *J Orthop Trauma*. 1996;10(7):487-91.
9. Licht NJ, Rowe DE, Ross LM. Pitfalls of pedicle screw fixation in the sacrum. A cadaver model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992;17(8):892-6.
10. Gamie Z, Donnelly L, Tsiridis E. The "safe zone" in medial percutaneous calcaneal pin placement. *Clin Anat*. 2009;22(4):523-9.
11. Casey D, McConnell T, Parekh S, Tornetta P 3rd. Percutaneous pin placement in the medial calcaneus: is anywhere safe? *J Orthop Trauma*. 2002;16(1):26-9.
12. Albert MJ, Waggoner SM, Smith JW. Internal fixation of calcaneus fractures: an anatomical study of structures at risk. *J Orthop Trauma*. 1995;9(2):107-12.
13. Langdon IJ, Harling R, Atkins RM, Nicholson H. A cadaveric study of the medial relations of the calcaneum. *J Foot Ankle Surg*. 2000;6:169-73.
14. Horwitz MT. Normal anatomy and variations of the peripheral nerves of the leg and foot. *Arch Surg*. 1938;36:626.
15. Macaggi D. Sul livetto di biforcazione del nervo tibiali posteriore. *Arch Ital Chirurg*. 1921;3:507.
16. Hovelacque A. Anatomie des nerfs crâniens et rachidiens et du système grand sympathique chez l'homme. Paris: Doin, 1927. p. 627-35.