

## Diminuição da exposição do cirurgião à radiação na cirurgia de ante-pé - posicionamento alternativo do doente e intensificador de imagem

### *Diminishing surgeon's radiation exposure in percutaneous forefoot deformity surgery – an alternative patient and c-arm positioning*

Francisco Xará-Leite<sup>1,2</sup>, Sara Videira<sup>4</sup>, Manuel Carrapatoso<sup>2,3</sup>, Tiago Barbosa<sup>1,2</sup>, Cláudia Rodrigues<sup>1,2</sup>, Isabel Gonçalves<sup>2,3</sup>, Luís Costa<sup>1,2</sup>

1 Médico, Unidade do Pé e Tornozelo, Serviço de Ortopedia, Centro Hospitalar e Universitário do Porto, Portugal

2 Médico, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Porto, Portugal

3 Médico, Unidade Cirurgia Ambulatória, Serviço de Ortopedia, Centro Hospitalar e Universitário do Porto, Portugal

4 Técnico de Radiologia, Serviço de Imagiologia de Diagnóstico e Intervenção, Centro Hospitalar e Universitário do Porto, Portugal

#### Resumo:

A exposição à radiação ionizante acarreta riscos para a saúde das equipas médicas. Este aspeto é particularmente relevante na cirurgia minimamente invasiva do pé devido ao posicionamento do doente e do cirurgião relativamente à fonte de radiação X. Durante o posicionamento “clássico” do doente, o C-arm e a equipa desconsideram alguns dos mais elementares princípios de segurança, particularmente nos centros com acesso mais limitado a aparelhos que utilizem baixas doses de radiação. A nossa técnica de posicionamento do doente permite uma redução da dispersão da radiação para o cirurgião e equipa médica, e os princípios de redução de exposição à radiação citados devem ser ponderados por todos aqueles que executam este tipo de técnicas na sua prática clínica regular.

#### Palavras Chave:

Radiação, C-arm, Percutâneo, Ante-pé, Minimamente invasivo.

#### Introdução:

As correções cirúrgicas de deformidades do ante-pé através de técnicas minimamente invasivas (também denominadas como percutâneas) têm sido cada vez mais utilizadas nos últimos anos. Têm ganho aceitação entre os cirurgiões ortopédicos pela menor morbidade, nomeadamente no que diz respeito à diminuição da dor intra e pós-operatória, da rigidez articular, das complicações das feridas cirúrgicas, e também pelo tempo de recuperação e reabilitação mais baixos.<sup>1</sup> Por outro lado, os procedimentos cirúrgicos percutâneos implicam uma utilização significativa de

#### Abstract:

Exposure to ionizing radiation entails health risks to the medical staff. In minimally invasive orthopedic foot surgery, this can become a particularly important aspect, due to patient and surgeon positioning relative to the x-ray source. While using the ‘classical’ positioning of patient, C-arm and surgical team disregards some of the most basic principles of self-safety, particularly in those centres with limited access to smaller, lower radiation-producing devices. Our technique for patient positioning allows for a reduction in radiation scatter to the surgeon and operative team, and the principles of radiation exposure reduction cited should be considered by all colleagues performing this type of techniques in their daily practice.

#### Keywords:

Radiation, C-arm, Percutaneous, Forefoot, Minimally invasive.

#### Introduction:

Surgical correction of forefoot deformities has been increasingly performed with minimally invasive (*a.k.a.* percutaneous) techniques in recent years. These have gained widespread acceptance among orthopaedic foot surgeons due to potentially decreased morbidity, namely, diminished intra and post-operative pain, secondary joint stiffness, wound complications, recovery and rehabilitation times.<sup>1</sup> On the other hand, percutaneous orthopaedic surgery comprises extensive use of fluoroscopic imaging (C-arm), with the associated ionizing radiation exposure. Occupational

imagem fluoroscópica (c-arm), que obriga à exposição a radiação ionizante.

A exposição ocupacional a radiação nos cirurgiões ortopédicos está comprovadamente associada a um risco aumentado do desenvolvimento de patologia oncológica no decurso da vida.<sup>2</sup> Os cirurgiões devem estar conscientes deste potencial malefício e das medidas devem ser adotadas para tornar as práticas de trabalho seguras, designadamente um posicionamento correto do c-arm, uma vez que a propagação da radiação está muito dependente da localização da fonte de radiação.

Provavelmente a deformidade do ante-pé mais vezes abordada cirurgicamente é o hallux valgus. Osteotomias do primeiro metatarso tornaram-se comuns nas grandes deformidades, para as quais as técnicas minimamente invasivas se têm tornado cada vez mais populares.<sup>3</sup>

#### **Materiais e Métodos:**

O posicionamento mais comum para a execução das cirurgias mencionadas apoia o pé diretamente no intensificador de imagem, com a ampola de raios X localizada superiormente. Esta configuração invertida do *c-arm* com a emissão do feixe de raios X de cima para baixo (Figura 1) torna a parte superior do corpo do cirurgião mais exposta à dispersão, comprometendo órgãos mais radiosensíveis (como os olhos, tiróide e torax). Isto pode representar um aumento na exposição a radiação na ordem das 3 a 100 vezes superior, com potenciais riscos muito graves.<sup>4,5</sup>



**Figura 1 / Figure 1**

radiation exposure in orthopaedic surgeons has been shown to increase the risk of developing cancer during their lifetime.<sup>2</sup> Surgeons need to be aware of this potential hazard and measures should be taken to promote safe work practices, namely careful c-arm positioning, given that propagation of radiation highly depends on the X-ray source location.

Probably the most surgically addressed forefoot pathology is *hallux valgus*. First metatarsal osteotomies have become commonplace in high degrees of deformity, for which minimally invasive techniques are becoming more and more popular.<sup>3</sup>

#### **Materials and Methods:**

The most common patient positioning to perform the mentioned procedures places the foot directly on top of the large c-arm's image intensifier, with the x-ray emitter (x-ray tube) positioned above. This inverted configuration of the c-arm with the x-ray beam directed downwards (Figure 1) makes the upper part of the surgeon's body more exposed, risking more radiosensitive organs (such as eye lens, thyroid and thorax). This can represent an increase in exposure to these structures on an order of magnitude from 3 to 100 times higher, with very serious potential risks.<sup>4,5</sup>

**Resultados:**

No nosso centro utilizamos uma mesa cirúrgica acessória em formato de L (habitualmente usada para apoio dos joelhos na posição genu-peitoral na cirurgia da coluna lombar), que permite apoiar o pé nesta plataforma com o joelho fletido cerca de 90°, como demonstrado na Figura 2. Imagens de perfil podem ser obtidas de maneira simples com a rotação do pé. Este método permite posicionar o *c-arm* com a ampola de raios X situada inferiormente, permitindo a dispersão da radiação para o chão e consideravelmente em menor quantidade para o corpo do cirurgião. Esta mesa acessória (Figura 3) é facilmente ajustável em altura ao chão, radiolúcida, e permite uma posição confortável para o cirurgião durante o procedimento, sem requerer um número superior de aquisição de imagens, e sem o risco adicional de danificar o intensificador de imagem. A acrescentar ainda que este é um equipamento que está presente na maioria dos blocos operatórios. Caso a mesa não se encontre à disposição, esta técnica pode ser adaptada descendo a parte inferior da marquesa permitindo que o pé fique suspenso. Embora não ideal, aplicando-se os mesmos princípios, a exposição à radiação é significativamente reduzida de qualquer das formas.

Naturalmente que o uso do equipamento de proteção individual não deve ser negligenciado (avental de chumbo, luvas, óculos e colar de tiróide de proteção radiológica), e um dosímetro para monitorizar a exposição. Outras recomendações incluem a otimização dos parâmetros técnicos de exposição durante o procedimento, colimação e redução do número de aquisições.



Figura 2 / Figure 2

**Results:**

In our practice, we use an accessory L-shaped surgical table (usually used to support the knees in the genupectoral position for lumbar spine surgery), allowing to place the foot flat on this platform, with the knee flexed around 90°, as shown in Figure 2. Lateral views can be obtained by simply turning the foot sideways, without difficulty. This allows for a positioning of the *c-arm* with the X-ray tube at the bottom, causing the radiation beam to scatter primarily on the floor and to a notably lesser extent to the surgeon's body. This additional table (Figure 3) is easily adjustable in height, radiolucent and allows a comfortable surgeon position during the procedure without the need for increased number of images and no additional risk of damaging the image intensifier. Furthermore, it is a standard fixture in most operating rooms. If no such table is available, this technique can also be adapted by lowering the end of the table and letting the feet dangle. Although not ideal, by following the same principles radiation exposure should be significantly reduced nonetheless.

Obviously, the use of personal protective equipment should not be neglected (lead apron, radiation-attenuating gloves, leaded eyeglasses and thyroid shield) and a dosimeter must be used for monitoring exposure. Other recommendations include the optimization of technical exposure parameters during the procedure, collimation and reducing the number of images.



Figura 3 / Figure 3

**Conclusão:**

As técnicas percutâneas acarretam novos desafios que devem ser seriamente considerados. A prevenção à exposição à radiação é um assunto pouco abordado na formação ortopédica e cirúrgica, com apenas 69% dos formandos admitindo estarem familiarizados com o princípio *ALARA* (*As Low as Reasonably Achievable*) para reduzir a exposição à radiação, e apenas 18% declarando ler alguma literatura sobre segurança da radiação durante o seu internato.<sup>6</sup>

Para além disso, a utilização de equipamento de proteção é reconhecidamente escassa, tornando-se um potencial malefício em particular para o cirurgião a executar o procedimento.

Encontra-se bem estabelecido que a ampola de raios X deve, sempre que possível, ser posicionada inferiormente, uma vez que leva a que a maioria da dispersão da radiação se dê na direção do chão, como demonstrado na Figura 2.<sup>6</sup> Esta simples mudança pode reduzir em pelo menos metade a radiação que atinge o pescoço do cirurgião principal.<sup>7</sup> Todavia, em virtude de uma provável falta de conhecimento desta matéria na comunidade ortopédica, na cirurgia percutânea do pé, uma falsa noção de funcionalidade tem sido favorecida no posicionamento do doente, relegando a segurança do cirurgião para segundo plano.

A nossa técnica de posicionamento do doente é uma maneira fácil e reproduzível de executar este tipo de procedimentos que foi desenvolvida em conjunto com o comité de segurança de radiação do nosso centro hospitalar. Este método, além de não implicar uma redução no conforto do cirurgião, permite que a exposição da equipa à radiação seja tão baixa quanto razoavelmente exequível (*ALARA*). Não obstante, deve ter-se em consideração que outras medidas estabelecidas tais como não colocar as mãos diretamente sobre o feixe de radiação X e a utilização de colar protetor de tiróide, luvas e óculos de proteção da radiação além colete de chumbo devem sempre ser cumpridas. Embora certas ferramentas tenham sido desenvolvidas, como o *Mini c-arm* que reduz a exposição em mais de metade, não estão disponíveis em todos os centros e os princípios de redução da exposição mencionados também se aplicam à sua utilização.<sup>9</sup>

A técnica de posicionamento do doente utilizada no nosso centro permite uma diminuição da dispersão da radiação que atinge o cirurgião e restante equipa, e os princípios da redução da exposição à radiação citados devem ser tidos em consideração pelos ortopedistas que executam este tipo de técnicas na sua atividade regular.

**Conclusion:**

Percutaneous techniques entail new challenges that should be seriously considered. Radiation exposure prevention is an under-addressed subject in orthopaedic and surgical training, with only 69% of the trainees admitting to be familiar with the *As Low As Reasonably Achievable* (*ALARA*) principle to reduce radiation exposure and as few as 18% declaring to have read any literature on radiation safety during their whole residency.<sup>6</sup>

Furthermore, usage of personal protective equipment is admittedly scarce, becoming a potential serious harm in particular to the surgeon performing the procedure.

It is well established that the c-arm's x-ray tube should, whenever possible, be placed below, making the majority of radiation scatter reflect directly to the floor, as depicted in Figure 2.<sup>6</sup> This simple change can reduce by at least half the radiation to the neck of the surgeon performing the procedure.<sup>7</sup> Regardless, probably due to a lack of knowledge on the dangers of radiation exposure among the orthopaedic community, in percutaneous foot surgery a false notion of functionality has been favored when positioning the patient, disregarding surgeon safety.

Our technique for patient positioning is an easy and reproducible way to perform these kinds of procedures, that was developed in conjunction with our local radiation safety committee. It does not entail a reduction in surgeon comfort during the procedure, while enabling him and the medical staff to keep radiation exposure *ALARA* (*As Low As Reasonably Achievable*). Still, it should be noted that other established protective attitudes such as not placing hands directly over the x-ray beam or the usage of leaded thyroid shields, eyewear and gloves in addition to the lead apron should never be disregarded. Additionally, while tools such as the *Mini C-arm*, that reduce such exposure to little more than half<sup>8</sup> have been developed, they are not easily available in all medical centers, and the radiation reduction principles mentioned still apply to their usage.<sup>9</sup>

Our technique for patient positioning allows for a reduction in radiation scatter to the surgeon and operative team, and the principles of radiation exposure reduction cited should be considered by all colleagues performing this type of techniques in their daily practice.

**Referências / References:**

1. Botezatu I, Marinescu R, Laptoiu D. Minimally Invasive-Percutaneous Surgery-Recent Developments of the Foot Surgery Techniques. Vol 8.; 2015.
2. Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scoizzato L, Saia B. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occup Med (Chic Ill)*. 2005;55(6):498-500.
3. Roukis TS. Percutaneous and Minimum Incision Metatarsal Osteotomies: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg*. 2009;48(3):380-387.
4. Park MS, Lee KM, Lee B, et al. Comparison of operator radiation exposure between C-arm and O-arm fluoroscopy for orthopaedic surgery. *Radiat Prot Dosimetry*. 2012;148(4):431-438.
5. Lampignano J, Kendrick L. Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. 9th ed. Elsevier Health Sciences; 2017.
6. Kaplan DJ, Patel JN, Liporace FA, Yoon RS. Intraoperative radiation safety in orthopaedics: A review of the ALARA (As low as reasonably achievable) principle. *Patient Saf Surg*. 2016;10(1). doi:10.1186/s13037-016-0115-8
7. Hsu RY, Lareau CR, Kim JS, Korupolu S, Born CT, Schiller JR. The effect of C-arm position on radiation exposure during fixation of pediatric supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Jt Surg - Am Vol*. 2014;96(15):e129(1).
8. Athwal GS, Bueno RA, Wolfe SW. Radiation exposure in hand surgery: Mini versus standard C-arm. *J Hand Surg Am*. 2005;30(6):1310-1316.
9. Singer G. Radiation exposure to the hands from mini C-arm fluoroscopy. *J Hand Surg Am*. 2005;30(4):795-797.

Recebido / Received: 25/01/2021

Aceite / Accept: 02/06/2021