

论 著

C型臂X线机对骨科创伤手术患者
术中非手术部位的辐射研究周小花¹, 殷国勇², 于婷婷¹, 王成跃³, 石磊¹, 韦金翠¹

(南京医科大学第一附属医院, 1. 麻醉及围术期医学科, 2. 骨科, 3. 临床工程处, 江苏 南京, 210029)

摘要: **目的** 探讨C型臂X线机(简称C臂机)对骨科创伤手术患者术中非手术部位的辐射剂量及辐射防护策略。 **方法** 选取行全身麻醉骨科手术治疗的456例患者作为研究对象,按是否采用铅毯防护分为防护组和未防护组,术中均使用同一品牌C臂机进行定位及诊断。未防护组患者术中未使用铅毯防护,比较该组患者非手术部位辐射剂量的差异,并分析照射次数对非手术部位辐射剂量的影响;防护组患者术中使用了铅毯对非手术部位进行防护,比较2组非手术部位辐射剂量的差异。 **结果** 未防护组中,同一手术部位患者的不同非手术部位的辐射剂量比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),其中肱骨手术辐射剂量最高的非手术部位为胸腰部,股骨手术、胫腓骨手术则为会阴部;未防护组不同部位手术中,照射次数 ≥ 4 次患者的重点防护部位辐射剂量均高于照射次数 < 4 次患者,差异有统计学意义($P < 0.05$)。防护组肱骨手术胸腰部、股骨手术会阴部、胫腓骨手术会阴部的辐射剂量依次为(87.94 ± 20.44)、(111.69 ± 19.03)、(71.13 ± 21.09) $\mu\text{Gy/h}$,分别低于未防护组的(426.65 ± 92.49)、(448.78 ± 85.20)、(370.56 ± 62.15) $\mu\text{Gy/h}$,差异有统计学意义($P < 0.05$)。 **结论** 距离手术部位越近,术中C臂机照射次数越多,则骨科创伤手术患者非手术部位接受的辐射剂量越高,而采用铅毯防护可有效降低非手术部位的辐射剂量。医护人员应采取相应防护措施保护手术患者距离手术部位较近的重要器官,从而避免放射性损害。

关键词: C型臂X线机;骨科创伤手术;非手术部位;辐射剂量;铅毯;防护策略

中图分类号: R 473.6; R 816.8 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2022)24-121-04 DOI: 10.7619/jcmp.20222952

Study on the radiation of C-arm X-ray machine
to the non-surgical sites of patients undergoing
orthopedic surgeryZHOU Xiaohua¹, YIN Guoyong², YU Tingting¹, WANG Chengyue³,
SHI Lei¹, WEI Jincui¹

(1. Department of Anesthesia and Perioperative Medicine, 2. Department of Orthopedics,
3. Department of Clinical Engineering, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical
University, Nanjing, Jiangsu, 210029)

Abstract: Objective To investigate the radiation dose and radiation protection strategy of C-arm X-ray machine (C-arm machine for short) on non-surgical sites of orthopedic trauma patients. **Methods** A total of 456 patients who underwent orthopedic surgery under general anesthesia were selected as research objects and divided into protected group and unprotected group according to whether lead blanket was used or not. The same brand C-arm machine was used for positioning and diagnosis during the operation. In the unprotected group, lead blanket was not used during the operation, the difference of radiation dose in the non-surgical site was compared, and the influence of irradiation times on the radiation dose in the non-surgical site was analyzed. Lead blankets were used to protect the non-surgical sites in the protective group during the operation, and the difference of radiation dose in the non-surgical sites was compared between the two groups. **Results** In the unprotected group, there were statistically significant differences in the radiation dose of different non-surgical sites in patients with the same surgical site ($P < 0.05$). The highest radiation dose of humeral surgery

was in the thorax and waist, while that of femur and tibia and fibula surgery was in the perineum. In the unprotected group with different sites of surgery, the radiation dose of the key protected site in patients with ≥ 4 times of exposures was more than that of patients with < 4 times of exposures ($P < 0.05$). In the protection group, the radiation dose in the perineum of humerus operation, femur operation and tibia and fibula operation were (87.94 ± 20.44) , (111.69 ± 19.03) , (71.13 ± 21.09) $\mu\text{Gy/h}$, respectively, which were lower than (426.65 ± 92.49) , (448.78 ± 85.20) and (370.56 ± 62.15) $\mu\text{Gy/h}$, respectively in the unprotected group ($P < 0.05$). **Conclusion** The closer the distance to the surgical site and the more intraoperative C-arm irradiation times is, the higher the radiation dose received by the patients in the non-surgical site of orthopedic trauma surgery will be. The use of lead blanket protection could effectively reduce the radiation dose of the non-surgical site. Medical staff should take appropriate protective measures to protect the vital organs close to the surgical site of the patient so as to avoid radiation damage.

Key words: C-arm X-ray machine; orthopedic trauma surgery; non-surgical site; radiation dose; lead blanket; protection strategy

C 型臂 X 线机 (简称 C 臂机) 是一种 X 线影像设备, 因外形与英文字母 C 相似而得名, 近年来已被广泛应用于各类骨科手术的术中定位及诊断, 可显著缩短手术时间, 提高手术质量^[1-3]。然而, C 臂机在为骨科手术提供便利的同时, 也给患者和医护人员带来了不可避免的电离辐射危害^[4-5]。2002 年 7 月 1 日中国卫生部颁布的《放射工作卫生防护管理办法》^[6] 明确规定, 对患者进行诊断治疗时需严格控制其受照射剂量, 且需对邻近照射部位的敏感器官和组织进行屏蔽防护。本研究以术中接受 C 臂机定位及诊断的骨科手术患者为研究对象, 监测其非手术部位辐射敏感区域, 分析非手术部位辐射剂量的主要影响因素, 设计并使用相应的防护护具, 分析并比较防护前后辐射剂量差异, 旨在为医务人员加强骨科手术患者术中非手术部位的辐射防护和减少非手术部位的辐射损害提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2018 年 5 月—2019 年 4 月在骨科创伤病区行全身麻醉骨科手术治疗的患者作为研究对象, 术中使用 C 臂机定位及诊断, 未使用铅毯防护, 比较患者非手术部位辐射剂量的差异, 制订重点部位防护策略, 并分析照射次数对非手术部位接受的辐射剂量的影响。另选取 2019 年 5 月—2020 年 4 月在骨科创伤病区行全身麻醉骨科手术治疗的患者作为研究对象, 术中使用 C 臂机定位及诊断, 实施重点部位防护策略 (铅毯防护), 分析防护效果。纳入标准: ① 行全身麻醉骨科

手术, 手术部位为肱骨或股骨或胫腓骨, 且术中使用 C 臂机定位及诊断; ② 年龄 ≥ 18 岁, 性别不限; ③ 预计手术时间 > 1 h; ④ 非手术区域防护部位无皮肤疾病; ⑤ 临床资料完整。排除标准: ① 合并恶性肿瘤; ② 有心、肺等重要脏器病变; ③ 有内分泌疾病及高血压病; ④ 不能耐受防护器具重力压迫。本研究最终共纳入术中使用 C 臂机诊治的骨科创伤病区择期手术患者 456 例, 其中未实施防护策略 240 例, 实施重点部位防护策略 216 例; 男 247 例 (54.17%), 女 209 例 (45.83%); 年龄 28 ~ 65 岁, 平均 (44.89 ± 17.21) 岁; 手术部位为肱骨 142 例, 股骨 160 例, 胫腓骨 154 例。本研究经医院伦理委员会审核批准, 且患者自愿参加试验并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 分组方法: 按是否采用铅毯防护将患者分为未防护组 240 例和防护组 216 例, 术中均使用同一品牌 C 臂机进行定位及诊断。未防护组患者术中不使用铅毯, 比较该组不同手术部位患者非手术部位辐射剂量的差异, 并分析照射次数对非手术部位辐射剂量的影响。防护组患者术中使用铅毯对非手术部位进行防护, 与未防护组患者进行手术部位配对分析, 比较 2 组非手术部位辐射剂量的差异。

1.2.2 辐射防护策略: 采用特制防护护具对防护组不同手术部位骨科手术患者辐射剂量最高的非手术部位进行防护, 防护用具选用铅防护用品, 厚度 0.5 mm, 外部以防水布包裹, 分别制成头面部护具、颈部护具、胸腰部护具和会阴部护具 4 种。头面部护具采用全防护面罩; 颈部护具尺寸为

40 cm × 5 cm, 前后盾设置为 16 cm × 10 cm, 覆盖颌下腺、腮腺以及甲状腺; 胸腰部护具尺寸为 120 cm × 100 cm, 背部设置备用缺口(6 cm × 18 cm), 覆盖胸腰部; 会阴部护具尺寸 120 cm × 20 cm, 裆部设置为 60 cm × 7 cm, 覆盖会阴部。

1.2.3 监测方法: 2 组术中均采用 ARCADIS Orbic 3D 移动式 C 形臂 X 射线机(德国, 西门子)。术前由经过专业培训并通过专科考核认证的骨科巡回护士将 PDM-227 射线剂量测试计(日本, ALOKA)分别放置于患者头面部、颈部、胸腰部和会阴部 4 个部位, 监测术前非手术部位放射线剂量读数。未防护组术前不进行防护, 术中使用 C 臂机时, 由穿戴标准防护物品的巡回护士将 PDM-227 射线剂量测试计(日本, ALOKA)分别放置于患者头面部、颈部、胸腰部和会阴部 4 个非手术部位, 持续监测相应非手术部位累计放射线剂量读数, 并由配合人员记录患者手术照射次数; 防护组术前使用特制的防护设备对手术患者重要部位进行防护, 术前及术中操作者、操作方法、记录者、记录方法同未防护组。

1.2.4 资料收集: 收集患者相关资料, 包括手术部位、C 臂机透视次数和术中非手术部位放射剂量。

1.3 统计学分析

本研究采用 SPSS 23.0 统计学软件处理数据, 计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示, 比较采用 t 检验, 计

数资料以[$n(\%)$]表示, 比较采用 χ^2 检验, 多组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 未防护组不同手术部位患者非手术部位辐射剂量比较

未防护组中, 同一手术部位患者的不同非手术部位的辐射剂量比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。越靠近手术部位, 非手术部位的辐射剂量越高, 其中肱骨手术辐射剂量最高的非手术部位为胸腰部, 股骨手术、胫腓骨手术则为会阴部。见表 1。

2.2 照射次数对未防护组患者重点防护部位辐射剂量的影响

未防护组中, 照射次数 ≥ 4 次患者的重点防护部位(各部位手术中的辐射剂量最高的非手术部位)辐射剂量均高于照射次数 < 4 次患者, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 见表 2。

2.3 防护组与未防护组重点防护部位辐射剂量比较

防护组对各部位手术患者的辐射剂量最高的非手术部位进行重点防护, 结果显示, 防护组重点防护部位辐射剂量均低于未防护组, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 见表 3。

表 1 未防护组不同手术部位患者非手术部位辐射剂量比较($\bar{x} \pm s$)

$\mu\text{Gy/h}$

手术部位	n	非手术部位				P
		头面部	颈部	胸腰部	会阴部	
肱骨	72	118.28 ± 33.69	370.99 ± 76.17	426.65 ± 92.49	68.07 ± 23.75	<0.001
股骨	86	83.02 ± 21.34	172.09 ± 31.67	293.35 ± 54.78	448.78 ± 85.20	<0.001
胫腓骨	82	97.68 ± 22.13	212.76 ± 57.54	300.13 ± 61.66	370.56 ± 62.15	<0.001

表 2 照射次数对未防护组患者重点防护部位辐射剂量的影响($\bar{x} \pm s$)

$\mu\text{Gy/h}$

手术部位	重点防护部位	≥ 4 次		< 4 次		t	P
		n	辐射剂量	n	辐射剂量		
肱骨	胸腰部	37	487.32 ± 77.42	35	362.51 ± 57.24	7.742	<0.001
股骨	会阴部	51	501.04 ± 70.86	35	372.65 ± 54.16	10.220	<0.001
胫腓骨	会阴部	39	421.28 ± 93.54	43	324.56 ± 34.34	11.220	<0.001

表 3 防护组与未防护组骨科创伤手术患者重点防护部位辐射剂量比较($\bar{x} \pm s$)

$\mu\text{Gy/h}$

手术部位	重点防护部位	未防护组($n = 240$)		防护组($n = 216$)		t	P
		n	辐射剂量	n	辐射剂量		
肱骨	胸腰部	72	426.65 ± 92.49	70	87.94 ± 20.44	29.934	<0.001
股骨	会阴部	86	448.78 ± 85.20	74	111.69 ± 19.03	35.677	<0.001
胫腓骨	会阴部	82	370.56 ± 62.15	72	71.13 ± 21.09	41.024	<0.001

3 讨论

ARCADIS Orbic 3D 移动式 C 形臂 X 射线机的组成部分包括 X 线管、高压发生器、显示器和操作控制系统,是一种集光、机、图像处理技术为一体的 X 光机,具有图像清晰、三维成像等优势,可显著提高术中诊断和治疗的精确性,现已被广泛用于各类骨科手术^[7]。然而,C 臂机会对人体造成一定的电离辐射,使机体细胞、分子发生结构性变化,尤其可对甲状腺、性腺等敏感器官造成一定损伤^[8-9]。受到无菌操作、手术区域、体位、铅防护后图像清晰度不佳的影响以及防护设备短缺等因素的限制,既往 C 臂机辐射防护对象主要为医护人员^[10-11],临床研究人员对患者防护措施的关注较少,且未对骨科不同部位手术患者防护前后辐射剂量进行比较分析。本研究探讨 C 臂机对不同骨科手术患者术中非手术部位的辐射剂量及其影响因素,以期在加强骨科手术患者术中电离防护和保障患者安全方面起到促进作用。

本研究中,肱骨手术辐射剂量最高的非手术部位为胸腰部,股骨手术、胫腓骨手术则为会阴部,提示距离骨科手术部位越近的非手术部位辐射剂量越高。NASERI Y 等^[12]指出,采用 C 臂机进行腰椎扫描时,距离该部位较远的眼睛晶状体和甲状腺部位辐射剂量较低;蒋智颖等^[13]以 60 例椎体成形术患者作为研究对象,指出术中使用的 C 臂机会对患者腺体器官及组织产生影响,且辐射量随着与 C 臂机 X 射线球管距离的缩短而增加,故需对手术部位邻近处实施重点防护,与本研究结论一致。

为减轻术中 C 臂机对患者眼睛、甲状腺、乳腺和性腺等辐射敏感器官所造成的损伤,本院骨科手术室专科护理组为骨科手术患者设计了 4 种非手术部位防护护具。铅胶皮是防辐射的主要材料,对 X 射线、 γ 射线等有害射线具有吸收和屏蔽的效果,本研究选取铅胶皮作为防护护具制作材料,发现防护后不同骨科手术患者重点防护部位辐射剂量均较防护前显著降低。景元明等^[14]以 30 例肝恶性肿瘤患者作为研究对象,发现不同厚度的铅胶皮对于 X 射线、 γ 射线均具有较好的防护效果,这是由于辐射是微观粒子流,物质的密度越高,阻挡辐射能力越强,铅的密度为 11.3 g/cm^3 ,具有密度高、耐蚀性高等特点,X 射线和 γ 射线等不易穿透,且材料成本相对较低,是需接受 X 射线照射

的患者及医护人员的首选防护材料^[15]。然而这些防护用品存在不能清洗的缺点^[16],而人体的颈部是高温、高湿部位,戴上铅围脖后经常将其汗湿,防护用品作为公用物品,容易引起交叉感染,因此后续需通过一些措施对铅胶皮护具进行改进。

国际标准《国际电离辐射防护和辐射源安全的基本安全标准(IAEA No. 115)》和中国国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)》规定,公众年平均有效剂量限值为 1 mSv 。相关研究^[17-19]报道,四肢手术平均单次辐射剂量为 0.32875 mSv 。当照射次数 ≥ 4 次时,辐射剂量将超过基本安全标准限值,故本研究定义照射次数对辐射剂量影响的分组标准为照射次数是否 ≥ 4 次。本研究分析防护前数据后发现,骨科手术患者非手术部位辐射剂量随着暴露于电离辐射中的次数增多而升高。C 臂机单次、短时间内照射所产生的 X 射线剂量较低,一般不会对患者及医护人员造成照射影响,但随着照射次数的增加,X 射线剂量逐渐累积,提示采用防护护具进行距离防护、屏蔽防护的同时,还应注意次数防护,这就对骨科手术室医护人员提出了新的要求,即必须熟悉手术及 C 臂机操作流程,减少透视次数,最大限度降低对患者的辐射损害,保障患者安全^[20-23]。

综上所述,骨科创伤手术中,非手术部位在 C 臂机照射下所接受的辐射剂量与距离手术部位远近、照射次数均存在相关性。医务人员术前应充分评估手术患者病情,对于手术配合复杂、定位困难及术中需增加放射次数的手术,应采取相应防护措施保护患者邻近手术部位的重要部位,以避免放射性损害。

参考文献

- [1] 曾松旺,许海,沈克锋. 关节镜联合 C 型臂 X 线机治疗胫骨平台骨折的疗效[J]. 安徽医学, 2020, 41(3): 330-333.
- [2] 刘军,刘延雄,郝申申,等. G 型臂 X 线机在微创治疗脊柱胸腰段骨质疏松性椎体压缩骨折中的应用[J]. 中国综合临床, 2019, 35(2): 97-101.
- [3] 吴江红,周潘宇,毛小平,等. 基于 C 型臂 X 线机的激光定位导航技术在外科手术中的应用[J]. 中国医刊, 2019, 54(6): 603-606.
- [4] 刘微,赵丽艳,陈微,等. 评估小型 C 臂在颈椎成像期对术者和患者的辐射暴露研究[J]. 河北医药, 2019, 41(21): 3312-3315.
- [5] 宗治国,苏峰,刘肃,等. C 型臂 X 射线机在微创治疗不稳定性峡间骨折手术中的放射防护分析[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(3): 80-83. (下转第 148 面)

[33] 江尚燕, 李惠萍, 李伦兰, 等. 微信视频随访对人工髋关节置换术后居家患者功能康复的效果研究[J]. 中国全科医学, 2018, 21(29): 3627-3631, 3635.

[34] 雷铤, 孙子科, 吴俞萱, 等. 移动 APP 在老年髋部骨折患者家属健康教育中的应用效果[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(4): 799-802.

[35] BORRESEN A, WOLFE C, LIN C K, *et al.* Usability of an immersive augmented reality based telerehabilitation system with haptics (ARTESH) for synchronous remote musculoskeletal examination[J]. *Int J Telerehabil*, 2019, 11(1): 23-32.

[36] 石金铭, 赵杰, 卢耀恩, 等. 基于远程医疗的精准医疗大数据服务平台构建研究[J]. 中国卫生事业管理, 2020, 37(7): 484-486, 548.

[37] JALALABADI F, IZADDOOST S A, GUILLEN D E, *et al.* Deploying your telehealth platform [J]. *Semin Plast Surg*, 2018, 32(4): 172-175.

[38] CARPENTER A B, SHEPPARD E, ATABAKI S, *et al.* A symposium on the clinic of the future and telehealth: highlights and future directions [J]. *Cureus*, 2021, 13(5): e15234.

[39] DEKKER A B E, KLEISS I, RING D, *et al.* Patient and cli-

nician perceptions about remote video visits for musculoskeletal problems: a qualitative study [J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2021, 9(3): 330-337.

[40] LEOCHICO C F D, REY-MATIAS B M V, REY-MATIAS R R. Telerehabilitation perceptions and experiences of physiatrists in a lower-middle-income country during the COVID-19 pandemic[J]. *PM R*, 2022, 14(2): 210-216.

[41] KAMECKA K, RYBARCZYK-SZWAJKOWSKA A, STASZEWSKA A, *et al.* Process of posthospital care involving telemedicine solutions for patients after total hip arthroplasty[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(19): 10135.

[42] 江波, 张军, 曹咪. 国内外老年居家照护的研究进展[J]. 护理学杂志, 2022, 37(4): 95-98.

[43] GUY M, BLARY A, LADNER J, *et al.* Ethical issues linked to the development of telerehabilitation: a qualitative study[J]. *Int J Telerehabil*, 2021, 13(1): e6367.

[44] ÖZDEN F, LEMBARKI Y. The ethical necessities and principles in telerehabilitation[J]. *J Heal Serv Educ*, 2019, 3(2): 35-37.

(本文编辑: 陆文娟)

(上接第 124 面)

[6] 中华人民共和国卫生部. 放射工作卫生防护管理办法[J]. 中国卫生法制, 2002, 10(2): 33-37.

[7] 徐永辉, 杨冬松, 侯秀伟, 等. C 型臂 X 线机引导脊神经后内侧支阻滞松解术治疗小关节突源性下腰痛的疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(7): 729-731.

[8] 李玉萍, 袁艺源. C 臂 X 线机透视下加强防护对减少微创腰椎经皮内固定术中辐射剂量的作用[J]. 现代仪器与医疗, 2020, 26(6): 49-52.

[9] 王少敏. C 型臂 X 射线机在手术应用中的辐射剂量监测结果分析[J]. 世界最新医学信息文摘, 2017, 17(21): 112-112.

[10] 韦丹. 脊柱微创手术中医护人员遭受的 X 线辐射损害及应对措施[J]. 实用临床医药杂志, 2017, 21(4): 118-120.

[11] 杨艳, 夏瑞莲, 卢娜, 等. 手术室护士对 X 射线安全有效防护的探讨[J]. 世界最新医学信息文摘: 连续型电子期刊, 2020, 20(22): 177-178.

[12] NASERI Y, HUBBE U, SCHOLZ C, *et al.* Radiation exposure of a mobile 3D C-arm with large flat-panel detector for intraoperative imaging and navigation-an experimental study using an anthropomorphic Alderson phantom [J]. *BMC Med Imaging*, 2020, 20(1): 96.

[13] 蒋智颖, 汪晓雯, 张全云, 等. 术中应用 C 型臂 X 线机对患者腺体器官和组织的影响[J]. 现代医药卫生, 2017, 33(15): 2364-2366.

[14] 景元明, 徐昌良, 章俞, 等. 肝恶性肿瘤¹²⁵I 放射性粒子植入治疗后辐射剂量监测及防护对策的前瞻性研究[J].

浙江临床医学, 2020, 22(2): 170-172.

[15] 王越, 徐晓斌, 乔鹏. X 射线防护材料铅当量的试验和分析[J]. 中国医疗器械信息, 2020, 26(17): 25-27.

[16] 杜婕, 王荣英, 邵颖, 等. 铅围脖保护布套的研制与应用[J]. 护理学报, 2021, 28(8): 77-78.

[17] GIORDANO B D, GRAUER J N, MILLER C P, *et al.* Radiation exposure issues in orthopaedics [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2011, 93(12): e69.

[18] 刘红超. 三维 C 型臂 X 线机透视下经椎体成形术治疗单节段骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折疗效评价[J]. 河南外科学杂志, 2021, 27(2): 118-119.

[19] 范军界, 赛吉拉夫, 李勇, 等. 双"C"型臂 X 线机联合透视在椎体成形术中的应用效果[J]. 骨科临床与研究杂志, 2020, 5(3): 157-160.

[20] 宗治国, 孟玮, 苏峰, 等. C 型臂 X 线机在老年骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折椎体成形术中的应用及辐射防护[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(22): 5516-5520.

[21] 段明明, 阴彦兵, 曹强, 等. 新型 G 型臂 X 线机在骨质疏松性椎体压缩骨折 PKP 术中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(11): 1178-1179.

[22] 王吉辉. X 线片与多层螺旋 CT 在鉴别诊断周围型肺癌中的价值对比[J]. 实用临床医药杂志, 2018, (23): 131-133.

[23] 钱玉强, 王强, 彭俊, 等. 3D C 型臂 X 线机在 PVP 和 PKP 治疗骨质疏松性椎体压缩骨折中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2016, 31(5): 521-522.

(本文编辑: 陆文娟)