



doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2022.06.005

X 线透视引导下常见疼痛手术的辐射暴露及防护 *

刘 星¹ 樊碧发² 高 畔³ 赵 颖³ 张 毅² 王泊宁¹ 王新星⁴ 李怡帆² 毛 鹏^{2△}

(¹ 北京中医药大学研究生院, 北京 100029; ² 中日友好医院² 疼痛科; ³ 手术室, 北京 100029; ⁴ 河南省肿瘤医院疼痛科, 郑州 450003)

摘 要 **目的:** 评价 X 线透视引导下常见疼痛手术的辐射暴露和防护策略。**方法:** 选取中日友好医院疼痛科 2021 年 1 月至 5 月住院行 X 线透视引导下手术病人 140 例。从 C 形臂历史资料中获得病人术中 X 线透视数据, 求得常见术式的平均透视次数和透视时间。用个人辐射剂量测试仪, 分别在影像增强器位于床上方和床下方两种位置, 以及距离床面 20 cm、40 cm、60 cm 时测量手术床面的剂量当量率评估病人所受电离辐射。另在距离 C 形臂 1 m、2 m、3 m 位置, 测量铅板 (铅板正中、铅板边缘、铅板外 10 cm 处)、铅衣、无防护时的剂量当量率评估术中医师所受电离辐射。**结果:** X 线透视引导下疼痛微创介入手术平均辐射暴露均小于 5 μ Sv。影像增强器在上时剂量当量率 20 cm > 40 cm > 60 cm ($P < 0.01$), 影像增强器在下结果与之相同 ($P < 0.01$)。影像增强器在上时的剂量当量率明显低于在下时 ($P < 0.01$)。影像增强器在上, 距离 C 形臂 1 m 时无防护和铅板外 10 cm 的剂量当量率明显高于铅衣、铅板边缘和铅板中央 ($P < 0.01$); 在距离 C 形臂 2 m 时亦然, 但剂量当量率显著下降 ($P < 0.01$); 在距离 C 形臂 3 m 时, 各防护方式的剂量当量率均接近背景辐射。影像增强器在下时情况类似。**结论:** 中日医院 X 线透视引导下疼痛微创介入手术平均辐射剂量小于 5 μ Sv, 提示操作者应提高手术效率, 减少透视次数并利用距离、铅衣、铅板等做好防护。

关键词 辐射暴露; 防护; X 线透视; C 形臂; 疼痛手术; 疼痛

Radiation exposure and protection for standard procedures of pain management guided by X-ray fluoroscopy *

LIU Xing¹, FAN Bifa², GAO Pan³, ZHAO Ying³, ZHANG Yi², WANG Boning¹, WANG Xinxing⁴, LI Yifan², MAO Peng^{2△}

(¹ Department of Graduate School, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China; ² Department of Pain Medicine; ³ Operation Room, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China; ⁴ Department of Pain Medicine, Henan Cancer Hospital, Zhengzhou 450003, China)

Abstract **Objective:** To evaluate radiation exposure and protection strategies for common pain procedures guided by X-ray. **Methods:** One hundred and forty patients underwent X-ray-guided pain procedures from January to May 2021 in the Department of Pain Medicine of China-Japan Friendship Hospital were selected. Intraoperative X-ray fluoroscopy data of all the patients were obtained from the C-arm history data to get the average number of fluoroscopies and fluoroscopy time for common pain procedures. Using a personal radiation dose tester, the dose equivalent rate was measured at the surgical bed with the image intensifier in both above-bed and under-bed positions and at the distance of 20 cm, 40 cm, and 60 cm from the bed. The patient's exposure to ionizing radiation is assessed in this way. The dose equivalent rates were also measured at 1 m, 2 m, and 3 m from the C-arm, when the lead glass (right in the middle of the lead glass, at the edge of the lead glass, and 10 cm outside the lead glass), lead suits or unprotected was applied. This is used to assess the surgeon's exposure to ionizing radiation during surgery. **Results:** The average radiation exposure for X-ray-guided pain procedures was less than 5 μ Sv. The dose equivalent rate was 20 cm > 40 cm > 60 cm when the image intensifier was above-bed ($P < 0.01$) and the same for the image intensifier below-bed ($P < 0.01$). The dose equivalent rate was significantly

* 基金项目: 国家重点研发计划-脊髓刺激治疗疼痛临床试验设计与组织 (2016YFC0105504); 北京化工大学-中日友好医院生物医学转化工程研究中心联合项目 (XK2020-13)

△ 通信作者 毛鹏



lower when the image intensifier was above-bed than under-bed ($P < 0.01$). With the image intensifier was above-bed, the dose equivalent rates were significantly higher for unprotected and 10 cm outside the lead glass at 1 m from the C-arm than for the lead suits, the edge of the lead glass, and the center of the lead glass ($P < 0.01$); the same was true at 2 m from the C-arm, but the dose equivalent rates were significantly decreased ($P < 0.01$); at 3 m from the C-arm, the dose equivalent rates for all protection methods were similar to the background radiation. The situation was similar when the image intensifier was under-bed. **Conclusion:** The average radiation dose of X-ray-guided pain surgery at China-Japan Friendship Hospital was less than 5 μSv . Operators should improve the efficiency of the procedure, reduce the number of fluoroscopies and use distance from C-arm, lead glass, and lead suits for protection from radiation.

Keywords radiation exposure; protection; X-ray fluoroscopy; C-arm; pain management; pain

X线透视引导是疼痛手术的重要引导手段^[1], 有助于穿刺针准确到达目标位置。由于电离辐射对人体有害, 故手术常在放射手术间进行并采取铅衣、铅板等辐射防护措施。疼痛手术的电离辐射一直受到医患双方及手术室工作人员的关注意^[2]。既往虽有学者对手术室辐射进行了测量^[3,4], 但其采用的持续透视方式与国内疼痛科存在较大差异。因此, 本研究通过模拟疼痛手术场景和常用防护方法, 在不增加病人辐射的情况下, 了解X线透视引导下疼痛手术的辐射情况和应采取的防护策略。

方 法

1. 一般资料

本研究经中日友好医院医学伦理委员会审核(2019-171-K117), 选择中日医院疼痛科2021年1月至2021年5月住院行X线引导下疼痛手术的病人140例, 男76例, 女64例, 手术种类和例数见图1。

2. 测量方法

辐射测量所用设备: C形臂(ARCDIS Varic, 德国西门子公司)、放射手术床(MAQUET BETASTAR, 德国)、可移动X线防护板(美国Bar-Ray公司)、铅衣(北京科利达医疗设备发展有限公司)、个人辐射剂量测试仪(贝立特FS2011+专业版, 测得手术室环境背景电离辐射为0.04~0.1 $\mu\text{Sv/h}$)。

从C形臂保存的历史资料中, 采集每位病人的术中X线透视次数, 求得每种术式的平均透视次数; 根据C形臂每次透视时间0.75 s, 求得每种术式的平均透视时间。脊神经后支低温等离子消融术和脊神经根脉冲射频均为单根后支或神经根的均值。

设置C形臂透视模式为自动, 用个人辐射剂量测试仪, 分别在影像增强器位于床上和床下两种位置, 以及距离床面20 cm、40 cm、60 cm时手术床面的剂量当量率(模拟病人受辐射情况)。另在距

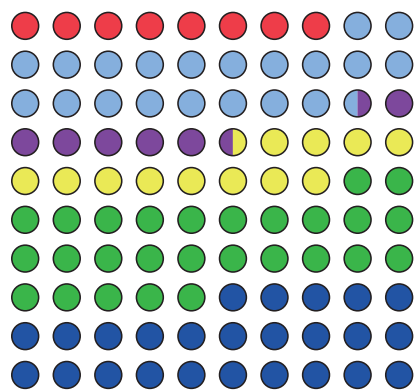
离C形臂1 m、2 m、3 m位置, 测量铅板(铅板正中、铅板边缘、铅板外10 cm处)、铅衣、无防护时的剂量当量率(模拟医师受辐射情况)。每个测量点(方式)均测量剂量当量率10次, 取平均值纳入统计(见图2)。

3. 统计学分析

采用GraphPad Prism 9.0软件进行数据分析, 所有计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm SD$)表示, 不同距离、不同防护方式之间采用方差分析, 影像增强器不同位置之间比较采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 各术式的平均透视次数、辐射时间和辐射剂量 各术式中以“临时脊髓电刺激植入术”透视次



- 三叉神经节射频消融/球囊压迫术: 11 例
- 临时脊髓电刺激植入术: 29 例
- 经皮脊柱内镜髓核摘除术: 10 例
- 低温等离子髓核消融术 + 脊神经根脉冲射频术: 17 例
- 脊神经后支低温等离子消融术: 38 例
- 脊神经根脉冲射频术: 35 例

图1 疼痛手术种类和例数

Fig. 1 Type and number of pain management procedures

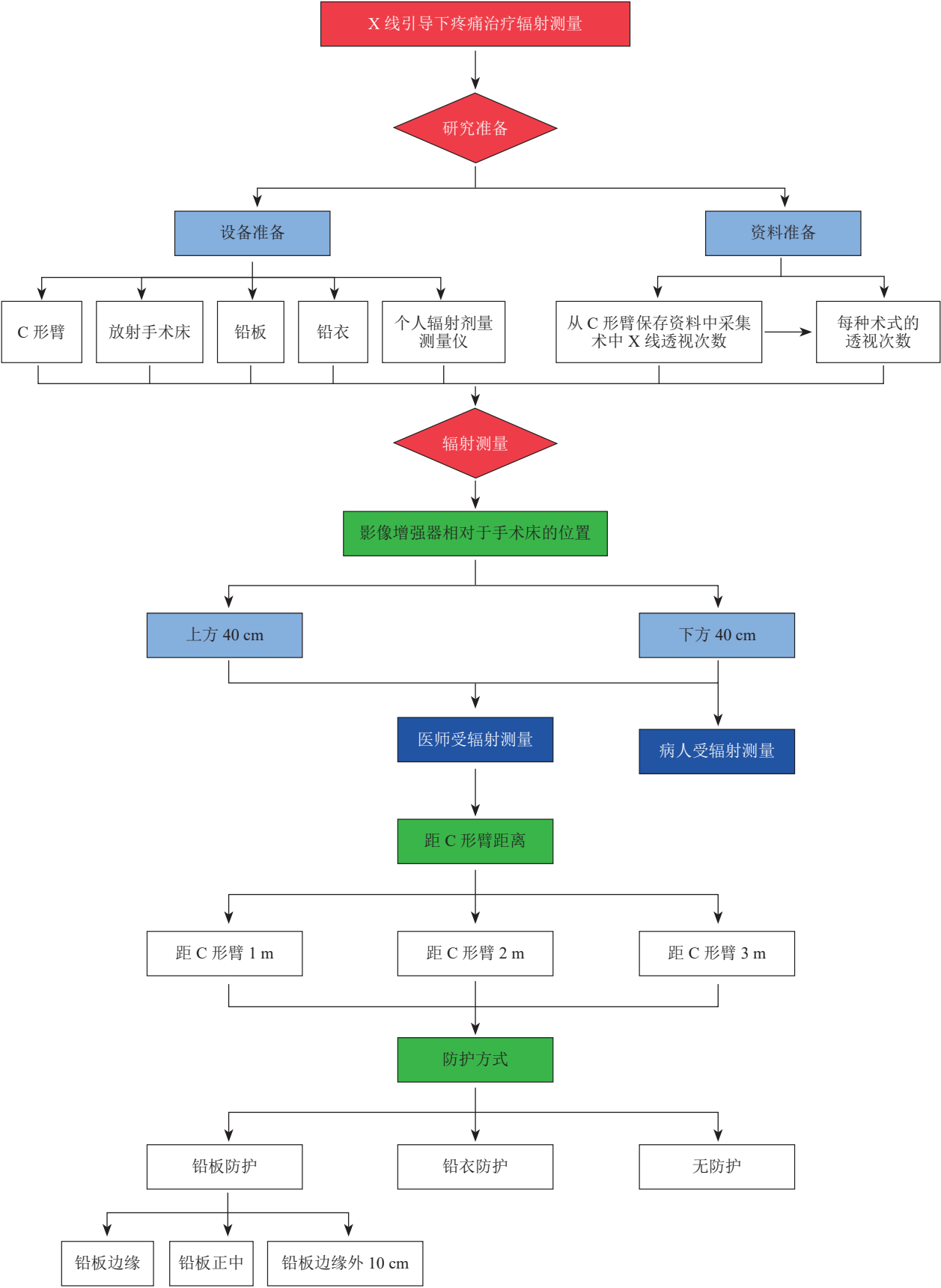


图2 研究流程图

Fig. 2 Research flowchart

数最多，达 53.9 次，相应辐射剂量达 5.0 μSv ，“脊神经后支等离子消融术”透视次数最少，为 8.7 次，辐射剂量仅 0.8 μSv （见图 3）。

2. 病人所受电离辐射

影像增强器在上，其距离床面 20 cm、40 cm 和 60 cm 时，剂量当量率分别为 $(472.4 \pm 0.9) \mu\text{Sv/h}$ 、 $(448.0 \pm 0.8) \mu\text{Sv/h}$ 和 $(409.0 \pm 0.5) \mu\text{Sv/h}$ ，差异有统计学意义（ $P < 0.01$ ，见图 4）；影像增强器在下，其距离床面 20 cm、40 cm 和 60 cm 时，剂量当量率分别为 $(492.1 \pm 0.8) \mu\text{Sv/h}$ 、 $(455.5 \pm 0.8) \mu\text{Sv/h}$ 和 $(411.6 \pm 0.5) \mu\text{Sv/h}$ ，差异有统计学意义（ $P < 0.01$ ，见图 4）。在影像增强器距离床面各距离相等时，

影像增强器在上时的剂量当量率均明显低于在下时（ $P < 0.01$ ，见图 4）。

3. 术中医师所受电离辐射

影像增强器位于上方，距离 C 形臂 1 m 时无防护和铅板外 10 cm 的剂量当量率均为 $(0.3 \pm 0.01) \mu\text{Sv}$ ，铅衣、铅板边缘、铅板中央的剂量当量率分别为 $(0.08 \pm 0.01) \mu\text{Sv/h}$ 、 $(0.08 \pm 0.02) \mu\text{Sv/h}$ 、 $(0.07 \pm 0.01) \mu\text{Sv/h}$ ，无防护及铅板外 10 cm 剂量当量率明显高于其他情况下的剂量当量率（ $P < 0.01$ ，见图 5）；在距离放射源 2 m 时，各防护方式剂量当量率显著下降（ $P < 0.01$ ，见图 5），分别为 $(0.2 \pm 0.01) \mu\text{Sv/h}$ 、 $(0.2 \pm 0.01) \mu\text{Sv/h}$ 、 $(0.08 \pm 0.01) \mu\text{Sv/h}$ 、 $(0.08 \pm 0.02) \mu\text{Sv/h}$ 和 $(0.07 \pm$

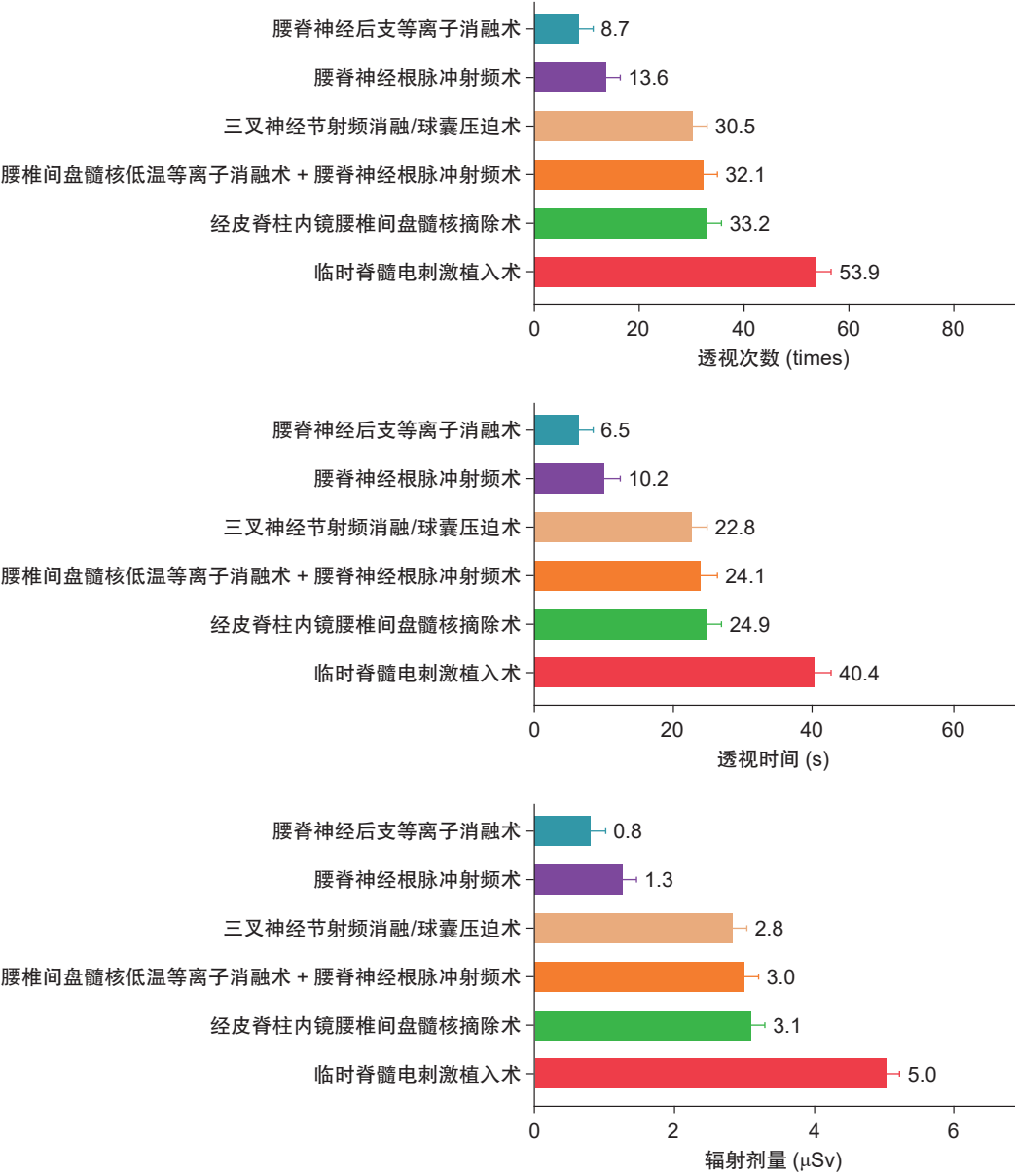


图 3 各术式的透视次数、透视时间和辐射剂量
Fig. 3 Number and time of fluoroscopies and radiation doses by procedures of pain management

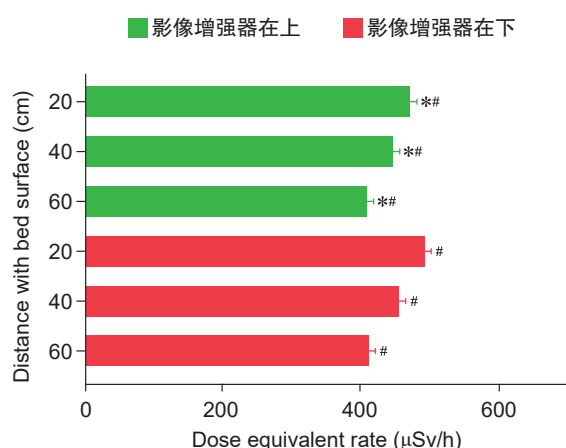


图4 影像增强器距床面不同距离下,影像增强器位置与剂量当量率的关系

* $P < 0.01$, 与影像增强器在下相比; # $P < 0.01$ 各距离间相比

Fig. 4 Relationship between image intensifier position and dose equivalent rate at different distances of image intensifier from the bed

* $P < 0.01$, compared with image intensifier under-bed; # $P < 0.01$, compared among the distances of image intensifier from the bed.

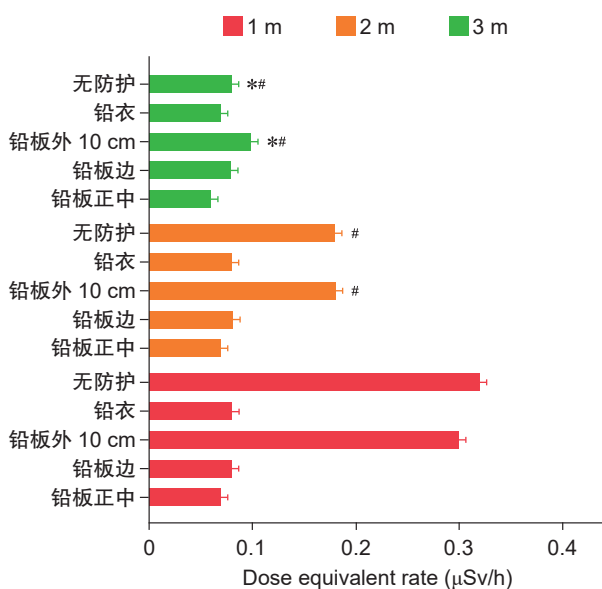


图5 影像增强器在上时不同防护条件下,距离C形臂远近与剂量当量率的关系

* $P < 0.01$, 与2 m时的相应防护方式相比; # $P < 0.01$, 与1 m时的相应防护方式相比

Fig. 5 Relationship between the distance from the C-arm and the dose equivalent rate under different protection conditions when the image intensifier is over-bed

* $P < 0.01$, compared with the corresponding protection mode at 2 m from C-arm; # $P < 0.01$, compared with the corresponding protection mode at 1 m from C-arm.

0.01) $\mu\text{Sv/h}$; 在距离放射源 3 m 时, 各防护方式的剂量当量率为 (0.04~0.08) $\mu\text{Sv/h}$, 均接近自然背景空气辐射。

影像增强器位于下方, 距离 C 形臂 1 m 时无防护和铅板外 10 cm 的剂量当量率均为 (0.6 $\pm$ 0.01) $\mu\text{Sv/h}$, 铅衣、铅板边缘、铅板中央的剂量当量率分别为 (0.1 $\pm$ 0.01) $\mu\text{Sv/h}$ 、(0.08 $\pm$ 0.01) $\mu\text{Sv/h}$ 、(0.08 $\pm$ 0.02) $\mu\text{Sv/h}$, 无防护及铅板外 10 cm 剂量当量率亦明显高于其他情况下的剂量当量率 ($P < 0.01$, 见图 6); 在距离放射源 2 m 时, 各防护方式剂量当量率亦显著下降 ($P < 0.01$, 见图 6), 分别为 (0.3 $\pm$ 0.01) $\mu\text{Sv/h}$ 、(0.3 $\pm$ 0.01) $\mu\text{Sv/h}$ 、(0.08 $\pm$ 0.02) $\mu\text{Sv/h}$ 、(0.08 $\pm$ 0.01) $\mu\text{Sv/h}$ 和 (0.08 $\pm$ 0.01) $\mu\text{Sv/h}$; 在距离放射源 3 m 时, 各防护方式的剂量当量率为 (0.07~0.09) $\mu\text{Sv/h}$, 均接近自然背景空气辐射。

无防护和铅板外 10 cm, 影像增强器位于上方时的剂量当量率明显高于下方 ($P < 0.01$, 见图 7、8)。有防护情况下, 包括铅衣、铅板边缘和铅板中央, 无论影响增强器位于何处、无论距 C 形臂距离远近, 测得的剂量当量率均在 (0.04~0.1) $\mu\text{Sv/h}$, 与自然背景辐射相近 (见图 7~9)。

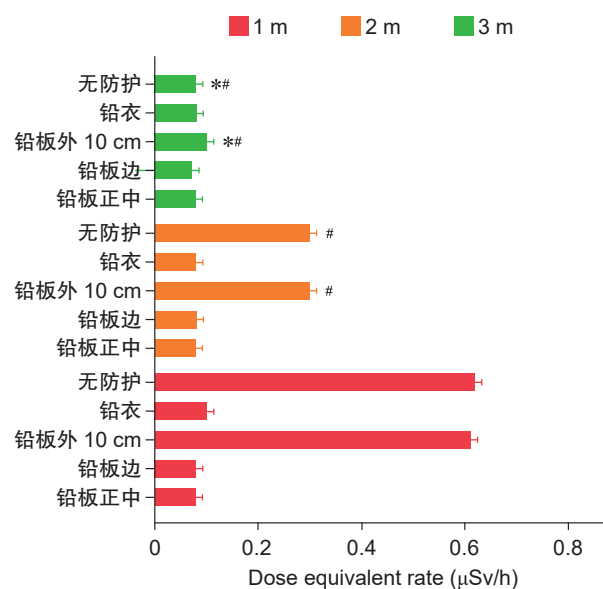


图6 影像增强器在下时不同防护条件下,距离C形臂远近与剂量当量率的关系

* $P < 0.01$, 与2 m时的相应防护方式相比; # $P < 0.01$, 与1 m时的相应防护方式相比

Fig. 6 Relationship between the distance from the C-arm and the dose equivalent rate under different protection conditions when the image intensifier is under-bed

* $P < 0.01$, compared with the corresponding protection mode at 2 m from C-arm; # $P < 0.01$, compared with the corresponding protection mode at 1 m from C-arm.

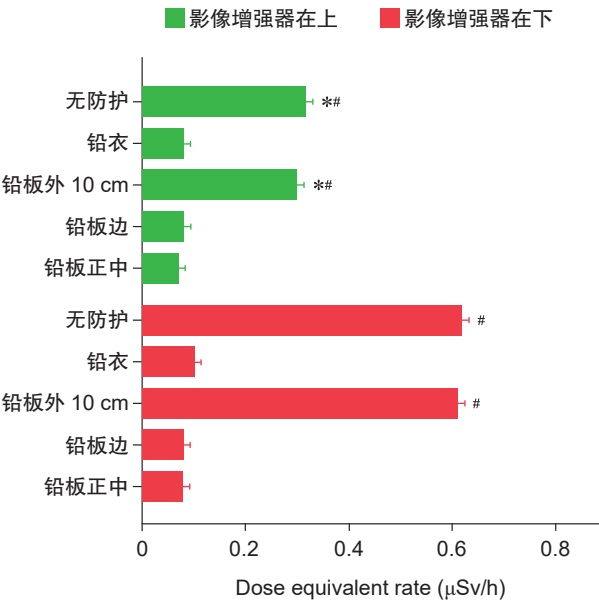


图 7 距离 C 形臂 1 m 时剂量当量率与影像增强器位置的关系
* $P < 0.01$, 与影像增强器在下相比; # $P < 0.01$, 与铅板中央相比

Fig. 7 Relationship between dose equivalent rate and image intensifier position at a distance of 1 m from the C-arm
* $P < 0.01$, compared with the image intensifier under-bed; # $P < 0.01$, compared with the value measured at the central part of the lead plate grass.

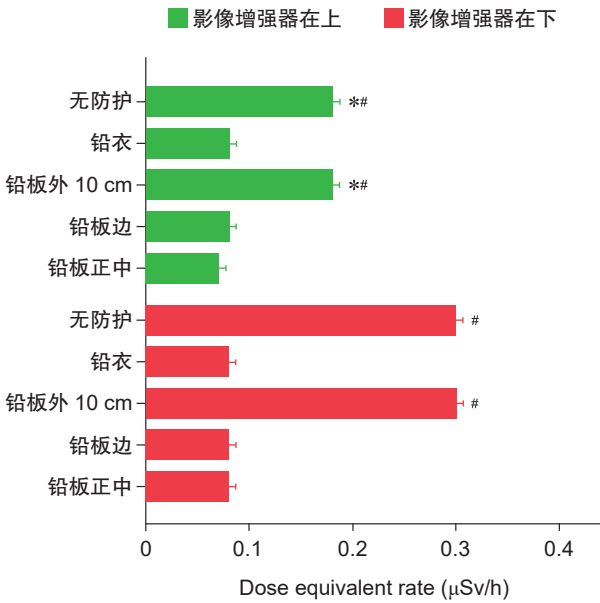


图 8 距离 C 形臂 2 m 时剂量当量率与影像增强器位置的关系
* $P < 0.01$, 与影像增强器在下相比; # $P < 0.01$, 与铅板中央相比

Fig. 8 Relationship between dose equivalent rate and image intensifier position at a distance of 2 m from the C-arm
* $P < 0.01$, compared with the image intensifier under-bed; # $P < 0.01$, compared with the value measured at the central part of the lead plate grass.

讨 论

微创介入是疼痛科的核心技术，不仅可以减少医疗费用、缩短住院时间，还可减少外科手术风险^[5]，但手术需要 X 线透视定位，存在较高辐射暴露风险^[6]。然而，研究显示大多数外科医师严重低估了术中辐射剂量^[7]，缺乏适当的防护意识^[8]。致癌作用是辐射暴露最常见的病理反应^[9]，并随剂量的增加，增加癌症发展的可能性^[10]。研究表明，每 1 mSv 电离辐射暴露会额外增加 0.004% 的致癌风险^[11]，而且与成年人相比，年轻医师因辐射暴露而患恶性疾病的风险更大^[12]。因此，如何尽量减少甚至消除电离辐射的危害，一直是人们关心的问题。国际辐射防护委员会 (International Commission on Radiological Protection, ICRP) 建议职业暴露者每年全身的辐射剂量不宜超过 50 mSv，5 年内平均每年应该控制在 20 mSv 以内^[13]。

疼痛科 X 线透视引导下的手术辐射剂量，取决于临床适应证、手术复杂性、操作者经验等多种因素。就操作层面而言，避免过度辐射暴露的基本原则是 ALARA (As Low As Reasonably Achievable)，

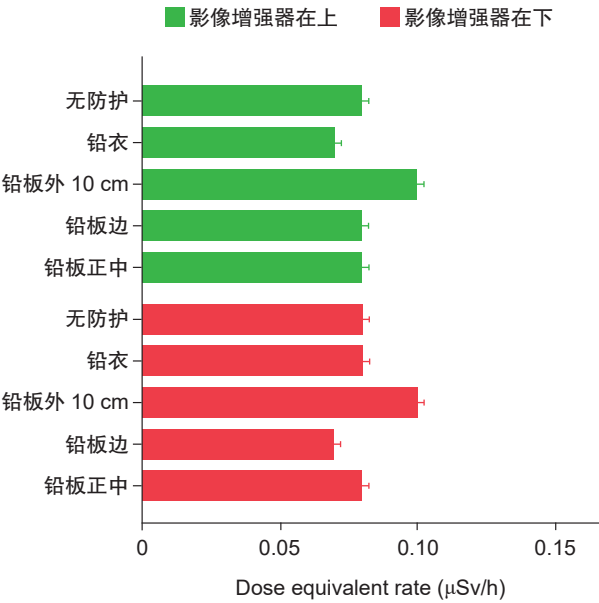


图 9 距离 C 形臂 3 m 时剂量当量率与影像增强器位置的关系

Fig. 9 Relationship between dose equivalent rate and image intensifier position at a distance of 3 m from the C-arm.



即尽量低原则,包括减小剂量、增加到辐射源的距离、减少暴露时间。大量研究已经证明了这一原则在减少辐射暴露方面的有效性^[14]。

既往研究发现,手术室中使用C形臂的辐射暴露与人员相对于球管的位置,以及与球管的距离有关^[4]:球管前方14英尺(4.3 m)和后方8英尺(2.4 m)处辐射接近基线。本研究中,随着距球管距离的增加,辐射剂量率显著降低,至距球管3 m之外,辐射基本达基线水平。这与既往研究结果相一致,其原因可能是X线在空气中穿行时,会进行线性衰减,即存在点源的空气吸收剂量,所以受照剂量会随距辐射源的距离增大而减小^[15]。

临床工作中,疼痛科医师更多将球管置于手术床下方(即影像增强器在上),而骨科医师则多将其置于上方。本研究对这两种方式的辐射量进行比较,结果发现球管在上时的辐射剂量率明显高于下方。这可能与地面辐射有关,当放射束直接指向地板时,一般混凝土地板不能提供屏蔽,由此增加了散射辐射^[15]。此外,有研究显示,射线发生器由于背散射效应(康普顿散射),其附近的辐射暴露更高^[16],因而建议医师在图像采集中如不能远离病人,也应尽量站在图像增强器一侧,并将球管置于床面之下并尽可能靠近床面,以减少散射辐射^[17]。

减少辐射暴露除了距离之外,还需进行屏蔽防护。铅板和铅衣是疼痛手术中常用的屏蔽防护设备。在实际工作中,疼痛科医师常采取间断透视方式,即放射时离开一定距离,在铅板后对病人进行放射。但临床工作发现,由于铅板面积有限、手术人员较多或思想不够重视,有些医师未将全部身体置于铅板之后,部分身体仍暴露于铅板之外。因此,本研究也对铅板边缘和铅板外10 cm处的辐射情况进行了观察。结果发现,铅板边缘防护性能与铅板中间并无二致,均能减少辐射暴露90%以上,与既往研究一致^[14]。但铅板外10 cm处的辐射明显增加,与无防护状态等同。因此,建议在放射时应保证全部身体位于铅板之后,以减少不必要的放射暴露。

既往研究显示,铅围裙可将经皮椎体成形术中的全身暴露减少42.9%至75%^[18],术中穿着铅衣,可减少微创手术中90%的电离辐射^[3]。本研究也发现,铅衣与铅板的抗辐射效果无明显差异,因此在因手术需要留在病人身边时,穿着铅衣也能起到完善的辐射防护效果。

本研究中也对病人所受辐射进行了模拟测量。结果发现,无论球管位于床面上方还是下方,球管越靠近床面即影像增强器越远离床面,辐射剂量率

越小,这与Lee的研究相一致^[19],可能与越靠近床面,散射辐射越小有关,但具体原因还需进一步研究。

另外,本研究发现疼痛常见术式中病人术中所受辐射很小,即使辐射量最大的“临时脊髓电刺激植入术”,辐射剂量也不足5 μSv 。而根据美国国家辐射防护与测量委员会的数据,美国人平均每年受到约6 mSv的辐射,其中一半来自背景辐射,另一半来自各种医学检查^[20]。因此,对病人来说,疼痛微创介入治疗的益处远大于其所受电离辐射的危害。尽管如此,还是应严格执行医疗照射防护最优化原则,用适当的防护用品遮挡病人与拍摄无关的部位,使非手术部位的辐射剂量率保持在尽量低水平。

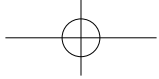
由于条件所限,本研究存在一些不足:①辐射剂量率测量是在模拟状态下进行,可能不能完全反映真实手术情况下的辐射暴露情况;②模拟的工作状态仅限中日医院,可能不能反映其他医疗机构的术中情况;③采用剂量当量率作为辐射测量指标,无法反映医患双方的累积剂量;④仅对铅板、铅衣防护进行了测量,对其他防护设备,如铅眼镜、铅帽、甲状腺盾等未进行测量,可能不能完全反映目前主流防辐射设备的防护能力。这些我们将在今后的研究中改进。

综上所述,X线透视引导下疼痛手术平均辐射剂量均小于5 μSv ,病人所受辐射危害远小于手术获益,符合ALARA原则。采取间断透视时,在不长时间远离病人的情况下,应尽量提高效率,减少透视次数。手术时需做好有效防护,尽量远离放射源,如不能增加距离,则可以通过铅衣、铅板等设备做好防护。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] 毛鹏,李春蕊,朱谦,等.经皮下输注装置鞘内输注吗啡治疗晚期重度癌痛[J].中国疼痛医学杂志,2016,22(11):833-837.
- [2] 毛鹏,隋静湖,樊碧发,等.X线片引导腰脊神经后内侧支阻滞治疗腰椎小关节综合征[J].中国疼痛医学杂志,2010,16(3):135-138.
- [3] 严彬,王晓宁,刘佳,等.脊柱微创手术中手术室医护人员的射线剂量分析及应对措施[J].中华现代护理杂志,2015,21(33):4056-4058.
- [4] Urakov TM. Practical assessment of radiation exposure in spine surgery[J]. World Neurosurg, 2018, 120:e752-e754.
- [5] Cristante AF, Barbieri F, da Silva AAR, et al. Radiation exposure during spine surgery using C-arm fluoroscopy



- [J]. Acta Orthop Bras, 2019, 27(1):46-49.
- [6] Klingler JH, Scholz C, Kruger MT, *et al.* Radiation exposure in minimally invasive lumbar fusion surgery: a randomized controlled trial comparing conventional fluoroscopy and 3D fluoroscopy-based Navigation[J]. Spine, 2021, 46(1):1-8.
- [7] Scott MC, Galivanche AR, Mets EJ, *et al.* Patients' and physicians' knowledge of radiation exposure related to spine surgery[J]. Spine, 2020, 45(22):E1507-E1515.
- [8] Quan C, Lee SS. Pattern and degree of radiation exposure during endovascular surgery performed using a mobile C-arm or in a hybrid room[J]. Ann Surg Treat Res, 2019, 96(3):131-137.
- [9] Hadelsberg UP, Harel R. Hazards of ionizing radiation and its impact on spine surgery[J]. World Neurosurg, 2016, 92:353-359.
- [10] Christensen DM, Iddins CJ, Sugarman SL. Ionizing radiation injuries and illnesses[J]. Emerg Med Clin North Am, 2014, 32(1):245-265.
- [11] Council NR. Health effects of exposure to low levels of ionizing radiation: BEIRV[M]. Washington (DC): National Academies Press (US). 1990.
- [12] Berlin C, Quante M, Thomsen B, *et al.* Intraoperative radiation exposure to patients in idiopathic scoliosis surgery with freehand insertion technique of pedicle screws and comparison to navigation techniques[J]. Eur Spine J, 2020, 29(8):2036-2045.
- [13] The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection. ICRP publication 103[J]. Ann ICRP, 2007, 37(2-4):1-332.
- [14] Jenkins NW, Parrish JM, Sheha ED, *et al.* Intraoperative risks of radiation exposure for the surgeon and patient[J]. Ann Transl Med, 2021, 9(1):84.
- [15] 陈志. 电离辐射防护基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2020:141-142.
- [16] Mariscalco MW, Yamashita T, Steinmetz MP, *et al.* Radiation exposure to the surgeon during open lumbar microdiscectomy and minimally invasive microdiscectomy: a prospective, controlled trial[J]. Spine, 2011, 36(3):255-260.
- [17] Ishii K, Iwai H, Oka H, *et al.* A protective method to reduce radiation exposure to the surgeon during endoscopic lumbar spine surgery[J]. J Spine Surg, 2019, 5(4):529-534.
- [18] Ahn Y, Kim CH, Lee JH, *et al.* Radiation exposure to the surgeon during percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a prospective study[J]. Spine, 2013, 38(7): 617-625.
- [19] Lee K, Lee KM, Park MS, *et al.* Measurements of surgeons' exposure to ionizing radiation dose during intraoperative use of C-arm fluoroscopy[J]. Spine, 2012, 37(14):1240-1244.
- [20] Ipreburg M, Wagner R, Godschalx A, *et al.* Patient radiation exposure during transforaminal lumbar endoscopic spine surgery: a prospective study[J]. Neurosurg Focus, 2016, 40(2):E7.

• 消 息 •

《青年医生科研训练营》开营通知

为进一步提高期刊质量,引领疼痛学科发展,促进专业领域科研人才培养,《中国疼痛医学杂志》编辑部发起“青年医师科研训练营”项目,旨在帮助疼痛相关临床科室,疼痛、康复、骨伤、皮肤、骨科等领域青年医师将临床数据有效转化为科研成果并书写高质量学术论文;促进多学科整合与跨学科协作,提升疾病诊疗能力,推动我国疼痛医学的发展。

本项目于2022年6月至2022年12月举办系列临床科研培训活动,为青年医师搭建学术交流平台,促进疼痛医学人才培养,诚挚地邀请您参加,共同助力中国疼痛医学的发展!

- 一、会议时间:2022年6月~12月
- 二、会议形式:线上直播

