

KẾT QUẢ VÀ TÍNH AN TOÀN CỦA KỸ THUẬT SINH THIẾT XƯƠNG BẰNG LỖI KIM DƯỚI HƯỚNG DẪN CỦA CẮT LỚP VI TÍNH

Efficacy and Safety of CT-Guided Core Needle Bone Biopsy

Phạm Thành Luân, Đào Đức Tiến*, Phạm Viết Hoat*,
Ngô Đăng Hưởng*, Vũ Văn Bắc*, Nguyễn Quyết Thắng*,
Đào Ngọc Bằng**, Phạm Đức Lương****

SUMMARY

Objective: To evaluate the safety and effectiveness of CT-guided core needle bone biopsy at Military Hospital 175, including a comparison between procedures performed with and without robotic navigation.

Methods: A descriptive study combining retrospective and prospective data on 131 patients who underwent bone biopsy from September 2019 to June 2024. Technical parameters, complications, and specimen characteristics were recorded and analyzed.

Results: The success rate of obtaining diagnostic tissue samples was 100%. The mean specimen length was 15.1 ± 7.8 mm. The average number of CT scans was 2.8 ± 2.4 , lower in the robot-assisted group (2.2 vs. 3.4 scans; $p=0.004$). The mean procedure time was 29.4 ± 10.0 minutes, significantly shorter in the robot-assisted group (20.7 vs. 52.2 minutes; $p<0.00001$). The rate of malignant diagnoses was 53.4%. Minor local bleeding occurred in 19.1%; one case of transient leg numbness was fully resolved. The average pain score was 4.6 ± 2.0 , higher in spinal biopsies ($p<0.001$).

Conclusion: CT-guided core needle bone biopsy is a highly accurate and safe technique. Robotic navigation significantly improves procedural efficiency, particularly in anatomically challenging cases.

Keywords: Bone biopsy, core needle, CT, Robot.

* Viện Ung bướu và Y học hạt nhân -
Bệnh viện Quân y 175

** Trung tâm Nội hô hấp - Bệnh viện
Quân y 103

*** Trường Đại học Quốc tế
Hồng Bàng

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tổn thương xương do nguyên nhân viêm, u lành hoặc ác tính là thách thức chẩn đoán thường gặp. Sinh thiết xương giúp xác định bản chất mô học tổn thương để định hướng điều trị. Hiện có nhiều kỹ thuật sinh thiết như mổ mở, sinh thiết dưới XQ tăng sáng, CLVT, siêu âm. Trong đó, sinh thiết lõi kim dưới hướng dẫn CLVT đang được ưu tiên nhờ độ chính xác cao, ít xâm lấn, an toàn [1],[2],[3],[7].

Tại Bệnh viện Quân y 175, kỹ thuật sinh thiết này được ứng dụng từ 2019 và cải tiến từ 2022 với sự hỗ trợ của hệ thống Robot dẫn đường. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào công bố đầy đủ về kết quả và tính an toàn của cả hai nhóm kỹ thuật có và không có Robot, chúng tôi nghiên cứu đề tài này với 2 mục tiêu:

- Đánh giá tỷ lệ thành công, chất lượng bệnh phẩm và kết quả chẩn đoán của sinh thiết xương bằng lõi kim dưới hướng dẫn CLVT.
- Đánh giá độ an toàn và phân tích hiệu quả giữa nhóm có và không có Robot hỗ trợ.

II. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng: 131 bệnh nhân có tổn thương xương được sinh thiết tại Bệnh viện Quân y 175 (09/2019 - 06/2024).

Thiết kế: Mô tả, hồi cứu và tiến cứu.

Phương pháp: Nghiên cứu mô tả, kết hợp hồi cứu và tiến cứu. Sử dụng kim sinh thiết lõi đơn trục Surelock TSK, cỡ kim 8G-13G, chọc một lần, khi bệnh tiếp cận bệnh phẩm nếu là mô cứng dạng xương sẽ khoan cắt lõi, nếu là dạng mô mềm dùng kim sinh thiết mô mềm cỡ nhỏ và dài hơn đưa qua kim dẫn đường (kim sinh thiết xương) để cắt bệnh phẩm. Hút dịch từ tổn thương nếu có chỉ định cấy khuẩn hay xét nghiệm khác. Gây tê tại chỗ bằng lidocain 2% dưới hướng dẫn CLVT theo lớp đến tận màng xương quanh vị trí tiếp cận tổn thương, với các ca có đau nhiều trước khi sinh thiết dùng thuốc giảm đau paracetamol 1g truyền tĩnh mạch trước 30 phút. Robot

định vị dẫn đường được sử dụng trong các ca có vị trí khó như cột sống cổ, sọ, cột sống ngực và lưng, quy trình gồm chụp CLVT, tải ảnh vào hệ thống robot, lập kế hoạch sinh thiết trên Robot, cánh tay Robot định vị và dẫn đường cho bác sĩ chọc kim đi đúng hướng vào vị trí tổn thương sau đó tiến hành khoan, cắt bệnh phẩm.

Phân tích số liệu: sử dụng phần mềm R và Excel.

Tiêu chí đánh giá: tỷ lệ lấy được bệnh phẩm, tỷ lệ chẩn đoán ác tính, tỷ lệ tai biến biến chứng, thời gian thực hiện, số lần chụp CT, kích thước bệnh phẩm. Chất lượng bệnh phẩm được đánh giá đạt khi kích thước tối thiểu >10 mm và/hoặc chuyên gia giải phẫu bệnh có thể xử lý đọc kết quả chẩn đoán mô học.

III. KẾT QUẢ

Tổng cộng 131 bệnh nhân đủ điều kiện được chọn vào nghiên cứu:

1. Đặc điểm bệnh nhân

Tuổi trung bình bệnh nhân trong nghiên cứu là 57,9 $\pm$ 28,4 trong đó bệnh nhân nhỏ tuổi nhất là bệnh nhân nam 9 tuổi và lớn nhất là bệnh nhân nam 86 tuổi Nhóm tuổi >50 chiếm tỷ lệ 82%.

Nam giới chiếm tỷ lệ 57,3% cao hơn nữ.

Có 90,1% bệnh nhân có triệu chứng đau tại chỗ, trong khi 9,9% không có triệu chứng tại vị trí tổn thương (Bảng 1).

Bảng 1. Triệu chứng tại chỗ của tổn thương xương

Triệu chứng	Số ca	Tỷ lệ (%)
Đau	118	90,1
Sưng (biến dạng)	17	13,0
Nóng/đỏ	05	3,8
Chèn ép TK	34	26,0
Không có	13	9,9

Tổn thương xương tại cột sống chiếm tỷ lệ lớn nhất (79,4%), còn lại rải rác ở các vị trí khác như xương chậu, xương chi thể và xương sọ (Bảng 2).

Bảng 2. Vị trí xương có tổn thương được sinh thiết

Vị trí	Số ca	Tỷ lệ (%)
Cột sống lưng	49	37,4
Cột sống cổ	12	9,2
Cột sống ngực	24	18,3
Cột sống cùng-cụt	19	14,5
Xương chậu	07	5,3
Xương chi thể	05	3,8
Khác (sọ, sườn, ức...)	15	11,5

Đặc điểm tổn thương xương trên CLVT chủ yếu là tổn thương hỗn hợp gồm cả hủy và tạo xương (75%).

Kỹ thuật sinh thiết được thực hiện với sự hỗ trợ của Robot MaxiO dẫn đường ở 74 ca (56,5%), chủ yếu ở các vị trí khó như cột sống cổ (12), sọ (08), và cột sống ngực (24), lưng (30), các ca còn lại thực hiện dưới CLVT đơn thuần.

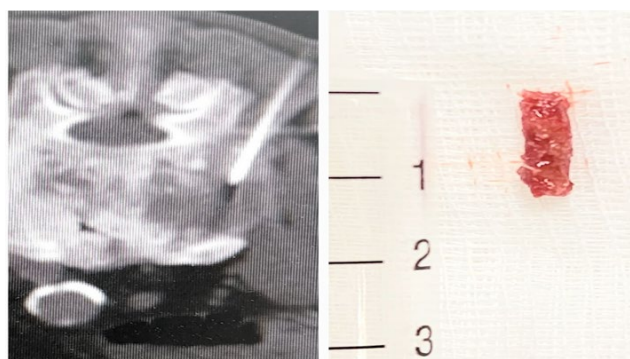


Hình 1. Quá trình chọc kim sinh thiết không có (A) và có Robot (B) hỗ trợ.

2. Kết quả sinh thiết

Có 100% BN lấy được bệnh phẩm, trong đó bệnh phẩm mảnh xương là 92,4%, bệnh phẩm là khối tổn thương đặc (mô) là 7,6%.

Kích thước trung bình của bệnh phẩm là $15,1 \pm 7,8$ mm. Kích thước dài nhất là 29,0mm và ngắn nhất là 8,0mm (Hình 1).



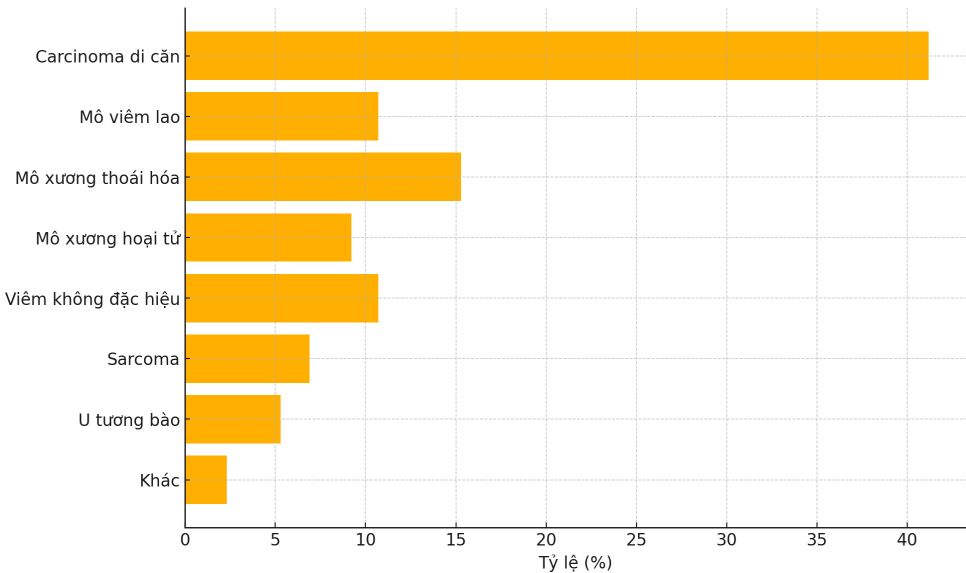
Hình 2. Minh họa bệnh phẩm sinh thiết từ xương: dài 12mm cắt bằng kim 11G từ cột sống L3 của bệnh nhân LTT, 58 tuổi

Độ sâu được tính từ bề mặt da đến vị trí kim sinh thiết tiếp cận tổn thương, trung bình là $40,0 \pm 26,0$ mm. Các BN sinh thiết cột sống có độ sâu trung bình là 46,3mm, các vị trí còn lại trung bình là 29,4mm (khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,0001$).

Số lần chọc CLVT trung bình là $2,8 \pm 2,4$ lần, có 50, 3% BN chọc 2 đến 3 lần, ca chọc nhiều nhất là 6 lần và ít nhất là 2 lần. BN được dùng Robot hỗ trợ dẫn đường có số lần chọc trung bình (2,2 lần) so với BN không dùng Robot dù ở vị trí dễ tiếp cận hơn (3,4 lần), khác biệt có ý nghĩa thống kê (với $p = 0,004$).

Thời gian sinh thiết tính từ khi BN được đưa lên bàn chọc CLVT đến khi hoàn thành kỹ thuật, trung bình là $29,4 \pm 10,0$ phút, nhanh nhất là 12 phút và lâu nhất là 60 phút. Sinh thiết cột sống trung bình là $32,2 \pm 7,4$ phút, các vị trí khác trung bình là $15,1 \pm 5,6$ phút (sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,00001$). Sinh thiết theo quy trình cũ có thời gian thực hiện trung bình là $52,2 \pm 11,4$ phút, sinh thiết bằng Robot hỗ trợ trung bình là $20,7 \pm 9,6$ phút (sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,00001$).

Tỷ lệ chẩn đoán mô bệnh học xác định được nguyên nhân ác tính chiếm 53,4% (Biểu đồ 1).



Biểu đồ 1. Kết quả chẩn đoán giải phẫu bệnh (mô bệnh học)

Có 95,4% bệnh nhân được bác sĩ thực hiện thủ thuật lấy dịch từ tổn thương, tuy nhiên chỉ có 81,7% BN được bác sĩ điều trị thực hiện các xét nghiệm vi sinh vật gồm cấy khuẩn và PCR lao, AFB (Bảng 3).

Bảng 3. Kết quả chẩn đoán vi sinh vật

STT	Kết quả	Số ca	Tỷ lệ (%)
1	Âm tính	79	60,3
2	Lao	16	12,2
3	Trực khuẩn mủ xanh	02	1,5
4	Tụ cầu	10	7,7
5	Không làm xét nghiệm vi sinh	24	18,3
6	Tổng	131	100

3. Tính an toàn của kỹ thuật

Điểm đau trung bình của BN là 4,6 ±2,0. BN đau nhất có NRS = 7 và ít đau nhất là NRS=2. BN có điểm đau NRS trung bình thuộc mức độ đau trung bình (nằm trong khoảng 4-6 điểm). Có 12 bệnh nhân đau mức độ nặng (NRS=7) đều là các bệnh nhân sinh thiết cột sống lưng (11) và ngực (1). Tính chung các bệnh nhân được sinh thiết cột sống (82) có điểm đau trung bình là 5,2

cao hơn các BN sinh thiết các vị trí khác có điểm NRS trung bình là 3,5 (sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với p < 0,001).

Chảy máu mức độ nhẹ tại chỗ: 25 ca chiếm 19,1%, chỉ cần băng ép theo dõi và cầm máu trong vòng 03 giờ, không cần điều trị bằng thuốc.

Có 01 trường hợp sinh thiết cột sống L3 bị tê chân, giảm cảm giác chân, theo dõi sau 3 giờ trở lại bình thường, qua khảo sát nhận định có thể do gây tê bằng lidocain 2% ảnh hưởng vào rễ thần kinh tương ứng.

Có 1 trường hợp bị nhiễm trực khuẩn mủ xanh, sau khi sinh thiết và hút ra khoảng 150ml dịch mủ tại ổ tổn thương xương và cơ thắt lưng chậu, sau sinh thiết dịch mủ có chảy rỉ rả qua đường vào của kim, tuy nhiên sau khi BN được phẫu thuật dẫn lưu abscess và dùng kháng sinh phù hợp và bệnh đáp ứng tốt thì vết rò cũng liền hoàn toàn.

IV. BÀN LUẬN

1. Tỷ lệ thành công của kỹ thuật sinh thiết

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy tỷ lệ lấy được bệnh phẩm đạt 100%, trong đó tỷ lệ chẩn đoán được mô bệnh học ác tính chiếm 53,4%. Tỷ lệ này tương

đồng với các nghiên cứu trong và ngoài nước như của Nguyễn Đại Bình[1], Đinh Hoàng Việt[5], Lis [9] hay Rimondi[11]. Việc lựa chọn kỹ thuật sinh thiết lõi có vai trò quan trọng trong chẩn đoán bệnh phẩm, mỗi loại tổn thương với đặc điểm khác nhau đòi hỏi kỹ thuật lấy bệnh phẩm tương ứng để đảm bảo chất lượng mô thu được:

Tổn thương tiêu xương (osteolytic): Đây là nhóm tổn thương thường mềm, kỹ thuật khoan thường dễ thực hiện nhưng nếu dùng kim lõi chuyên dùng cho sinh thiết xương nhiều khi lại khó lấy được tổn thương. Trong các trường hợp này, có thể áp dụng kỹ thuật chọc kim đơn thuần hoặc phối hợp với kim cắt phần mềm nếu tổn thương dạng mụn nát. Tuy nhiên, cũng cần đảm bảo lấy được vùng rìa tổn thương nơi mô học còn nguyên vẹn để chẩn đoán chính xác.

Tổn thương đặc xương (osteoblastic): Là nhóm tổn thương xơ cứng, mật độ xương cao, đòi hỏi sử dụng kim có đầu khoan hoặc kỹ thuật tác động lực xoay – cắt mạnh. Trong các trường hợp này, khi sinh thiết cần được thực hiện thăm dò bệnh phẩm nhiều lần để lấy được mô đủ kích thước khi rút kim. Việc sử dụng kim lớn (11G–13G) và cần trọng khi xoay tránh gây kim cũng rất quan trọng.

Tổn thương hỗn hợp: Phối hợp giữa tiêu xương và đặc xương là loại thường gặp. Kỹ thuật sinh thiết cần tùy cơ ứng biến, xác định vùng để lấy mẫu nhưng vẫn đảm bảo tiêu biểu cho bản chất tổn thương. Có thể phối hợp giữa kỹ thuật đồng trục (co-axial) và chọn hướng đi kim xuyên qua cả phần tiêu lẫn phần đặc để tăng khả năng chẩn đoán.

Như vậy, việc hiểu rõ đặc điểm hình ảnh học của tổn thương trên CLVT giúp lựa chọn đúng kỹ thuật lấy mẫu phù hợp, từ đó nâng cao chất lượng bệnh phẩm và hiệu quả chẩn đoán mô bệnh học. Kỹ thuật sinh thiết lõi kim không chỉ giúp lấy được bệnh phẩm mô xương hay mô mềm với thể tích đủ lớn để thực hiện nhuộm HE thông thường mà còn áp dụng được các kỹ thuật chuyên sâu như hóa mô miễn dịch và PCR, nên thảo luận với lâm sàng để kết hợp hút dịch từ tổn thương để làm các xét nghiệm khi có nghi ngờ nguyên nhân vi sinh vật (viêm, lao,...).

2. Về kết quả chẩn đoán bệnh phẩm sau sinh thiết

Tỷ lệ chẩn đoán được tổn thương ác tính (carcinoma di căn, sarcoma, u tương bào) trong nghiên cứu là 53,4%, cho thấy hiệu quả cao của kỹ thuật sinh thiết trong việc phát hiện các bệnh lý nghiêm trọng cần điều trị đặc hiệu. Bên cạnh đó, các tổn thương lành tính như viêm, hoại tử xương hay thoái hóa cũng được xác định, góp phần tránh điều trị không cần thiết. Việc xác định mô viêm lao ở 10,7% trường hợp phản ánh vai trò của sinh thiết trong chẩn đoán phân biệt giữa lao xương và ung thư di căn, nhất là trong bối cảnh dịch tễ tại Việt Nam. Chất lượng bệnh phẩm đạt yêu cầu ở tất cả các ca, với kích thước trung bình $15,1 \pm 7,8$ mm và phần lớn là mảnh xương, phù hợp với tiêu chuẩn chẩn đoán mô bệnh học trong các nghiên cứu trước đây[1], [6], [11]. Không chỉ lấy được bệnh phẩm mô bệnh học mà còn lấy được bệnh phẩm để xét nghiệm chẩn đoán vi sinh khi cần.

Việc chẩn đoán được bản chất tổn thương bằng sinh thiết lõi vừa giúp định hướng điều trị sớm và chính xác, đặc biệt trong nhóm bệnh nhân có nghi ngờ di căn xương vừa có ưu điểm ít xâm lấn và ít tai biến biến chứng trong khi vẫn chẩn đoán chính xác đặc biệt so với mổ mở (tàn phá, nguy cơ rò, không liền thương cao khi là abscess, lao, ung thư). Tỷ lệ chẩn đoán mô lành tính và viêm (bao gồm cả lao xương) cũng phù hợp với tỷ lệ ghi nhận trong y văn quốc tế [9],[10].

3. Về tính an toàn của kỹ thuật

Tỷ lệ tai biến trong nghiên cứu thấp (19,1% chảy máu nhẹ tại chỗ chỉ cần băng ép) và hồi phục hoàn toàn, trong đó không có tai biến nặng, không có tử vong. Điều này cho thấy kỹ thuật sinh thiết xương bằng lõi kim dưới hướng dẫn CLVT là thủ thuật xâm lấn tối thiểu với mức độ an toàn cao. So với các nghiên cứu của Heyer [8], Lis [9], Rimondi [11] và Phạm Mạnh Cường[2], tỷ lệ biến chứng trong nghiên cứu của chúng tôi thấp hơn hoặc tương đương.

4. Việc dùng Robot hỗ trợ định vị dẫn đường

Việc sử dụng Robot giúp định hướng đường đi của kim chính xác hơn, đặc biệt trong các tổn thương nằm ở vị trí khó tiếp cận như cột sống cổ, sọ hoặc tổn

thương sâu trong các thân đốt sống. Nhờ khả năng lập trình đường đi tối ưu và cố định vị trí chọc kim, Robot giúp giảm đáng kể số lần chụp CLVT, giảm thời gian thao tác, đồng thời hạn chế nhiễm xạ và nâng cao độ chính xác trong thao tác can thiệp. So sánh nhóm có và không có Robot hỗ trợ cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về thời gian thực hiện thủ thuật và số lần chụp CLVT. Điều này chứng minh rằng Robot không chỉ đóng vai trò hỗ trợ mà còn góp phần nâng cao hiệu quả toàn diện của kỹ thuật, đặc biệt trong bối cảnh can thiệp chính xác ở những vùng nhạy cảm, có nguy cơ tổn thương cấu trúc quan trọng như tủy sống hoặc dây thần kinh, kết quả

cũng tương đồng với NC của Phạm Gia Khánh [3]. Việc lựa chọn có hay không sử dụng Robot nên dựa trên sự đánh giá toàn diện của bác sĩ can thiệp về đặc điểm tổn thương, vị trí giải phẫu, điều kiện kỹ thuật và kinh nghiệm tại cơ sở thực hiện.

V. KẾT LUẬN

Sinh thiết xương bằng lõi kim dưới hướng dẫn CLVT tại Bệnh viện Quân y 175 là kỹ thuật có tỷ lệ thành công cao, an toàn, ứng dụng được rộng rãi. Việc ứng dụng Robot giúp giảm thời gian và tăng độ chính xác trong các ca khó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đại Bình (1998), Đánh giá hiệu quả chẩn đoán ung thư xương của phương pháp tế bào học kim nhỏ và sinh thiết kim qua áp dụng 126 trường hợp tại bệnh viện K Hà Nội. *Tạp chí Y học thực hành*, 2: p. 45-47.
2. Phạm Mạnh Cường (2017), Nghiên cứu giá trị của phương pháp sinh thiết cột sống qua da dưới hướng dẫn Cắt lớp vi tính trong chẩn đoán một số tổn thương cột sống. *Luận văn Tiến sĩ y học*, ĐH Y Hà Nội.
3. Đinh Gia Khánh và CS (2021), Kết quả sinh thiết cột sống qua da dưới hướng dẫn của cắt lớp vi tính và robot Maxio. *Tạp chí y dược lâm sàng 108*, tập 16, số 4/2021.
4. Lê Văn Phước và CS (2018), Kết quả bước đầu sinh thiết xương qua da dưới hướng dẫn CLVT bằng hệ thống khoan xương Arrow Oncontrol tại Bệnh viện Chợ Rẫy, *Tạp chí Điện quang Việt Nam*, số 30, 4-2018.
5. Đinh Hoàng Việt (2012), Bước đầu nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật sinh thiết xương dưới hướng dẫn của chụp cắt lớp vi tính. Bộ môn Chẩn đoán hình ảnh, Đại học Y Hà Nội. p. 76.
6. Bierry, G., et al., Percutaneous Bone Biopsy, in *Imaging in Percutaneous Musculoskeletal Interventions*, A. Gangi, S. Guth, and A. Guermazi, Editors. 2009, *Springer Berlin Heidelberg*. p. 37-72.
7. Garg, V., et al (2014), Computed tomography-guided percutaneous biopsy for vertebral osteomyelitis: a department's experience. *Neurosurg Focus*, 37(2): p. E10.
8. Heyer, C.M., et al (2008). Effectiveness of CT-guided percutaneous biopsies of the spine: an analysis of 202 examinations. *Acad Radiol*, 15(7): p. 901-11.
9. Lis, E., et al (2004), Percutaneous CT-guided biopsy of osseous lesion of the spine in patients with known or suspected malignancy. *AJNR Am J Neuroradiol*, 25(9): p. 1583-8.
10. Mohana R, Faisham W, Zulmi W, Nawfar A, Effat O, Salzihan M (2007). The incidence of malignant infiltration in the biopsy tract of osteosarcoma. *Malays Orthop J*. 2007; 1: 7-10.
11. Rimondi, E., et al (2011), Percutaneous CT-guided biopsy of the musculoskeletal system: results of 2027 cases. *Eur J Radiol*, 77(1): p. 34-42.

TÓM TẮT

Mục tiêu: Khảo sát tính an toàn và hiệu quả kỹ thuật sinh thiết xương bằng lõi kim dưới hướng dẫn của CLVT tại Bệnh viện Quân y 175, bao gồm so sánh giữa nhóm có và không sử dụng Robot dẫn đường.

Đối tượng và phương pháp: Nghiên cứu mô tả, hồi cứu và tiến cứu trên 131 bệnh nhân có tổn thương xương được sinh thiết bằng kỹ thuật trên từ 09/2019 đến 06/2024. Các kết quả kỹ thuật, tai biến, đặc điểm bệnh phẩm, được ghi nhận và phân tích.

Kết quả: Tỷ lệ lấy bệnh phẩm thành công đạt 100%. Kích thước trung bình bệnh phẩm là $15,1 \pm 7,8$ mm. Số lần chụp CLVT trung bình là $2,8 \pm 2,4$ lần, ít hơn ở nhóm dùng Robot (2,2 lần so với 3,4 lần; $p=0,004$). Thời gian sinh thiết trung bình là $29,4 \pm 10,0$ phút, thấp hơn rõ rệt ở nhóm dùng Robot (20,7 phút so với 52,2 phút; $p<0,00001$). Tỷ lệ chẩn đoán ác tính 53,4%. Biến chứng chảy máu tại chỗ nhẹ 19,1%; 01 ca tê chân hồi phục hoàn toàn. Điểm đau trung bình là $4,6 \pm 2,0$, cao hơn ở nhóm sinh thiết cột sống ($p<0,001$).

Kết luận: Kỹ thuật sinh thiết xương bằng lõi kim dưới hướng dẫn CLVT có độ chính xác và an toàn cao. Việc ứng dụng Robot hỗ trợ dẫn đường giúp tăng hiệu quả và giảm thời gian thực hiện, đặc biệt ở các ca khó tiếp cận.

Từ khóa: Sinh thiết xương, lõi kim, CLVT, Robot.

Người liên hệ: Người liên hệ: Phạm Thành Luân. Email: dr.phamthanhluan@gmail.com

Ngày nhận bài: 13/05/2025. Ngày nhận phản biện: 15/05/2025. Ngày chấp nhận đăng: 10/06/2025