

RESEARCH ARTICLE

Effect of Adjusting Kilovolt Peak of the X-ray Machine on Radiographic-Image Quality in Goldfish (*Carassius auratus*)

Nut Nuanmanee¹, Dilok Wongsathein^{2*}, Rutch Khattiya², Utigan Thongtharb³, Utumma Maghanemi⁴

Abstract

Objective — To find optimal kilovolt peak (kVp) for radiographic-image quality in Oranda fish with body width and depth ranging between 3–5 centimeters.

Materials and Methods — 18 Oranda fish were divided into 6 groups (3 for each group). Body widths of fish in group 1, 2, and 3 were 3, 4, and 5 centimeters, respectively. Body depths of fish in group 4, 5, and 6 were 3, 4, and 5 centimeters, respectively. After the fish were anesthetized, the radiographic images of group 1, 2, and 3 were taken in lateral position with milliamperes (mA) at 50 mA and duration (sec) for 0.02, 0.05, and 0.05 sec, respectively. Kilovolt peak (kVp) was used in range from 40 to 58. In addition, the radiographic images of group 4, 5, and 6 were taken in dorsoventral position at 50 mA for 0.1 sec with varying kVp from 40 to 62. The quality of radiographic images was evaluated by 5 veterinarians and 5 radiologists.

Results — The most appropriate kVp in lateral position with 3, 4 and 5 centimeters in body width were 44, 44, and 48, respectively. In addition, the most appropriate kVp in dorsoventral position with 3, 4, and 5 centimeters in body depth were 46, 48, and 50, respectively.

Conclusion — The radiographic-image quality in Oranda fish was depended on the appropriated kVp.

KKU Vet J. 2008;18(2):120–130

<http://vet.kku.ac.th/journal/>

Keywords: Goldfish; Radiograph; Kilovolt peak (kVp); Milliampares (mA); Image quality

¹ Veterinary Student, Faculty of Veterinary Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, 50100.

² Aquatic Animal Clinic Section, Department of Food Animal Clinic, Faculty of Veterinary Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, 50100.

³ Department of Small Animal Clinic, Faculty of Veterinary Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, 50100.

⁴ Department of Radiologic Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, 50100.

* **Corresponding author** E-mail: dilok@chiangmai.ac.th

ผลของการปรับค่ากิโลโวลต์ พีค ของเครื่องถ่ายภาพรังสี ต่อคุณภาพของภาพรังสี ในปลาทอง (*Carassius auratus*)

ณัฐ นวลมณี¹, ภูิลก วงศ์เสถียร^{2*}, รัชต์ ชัดติยะ², อติกันต์ ทองทา³, อุทุมมา มัชฌิมณี⁴

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อหาค่ากิโลโวลต์ พีค (kVp) ที่เหมาะสม สำหรับการถ่ายภาพรังสีในปลาทองพันธุ์ออแลนดาที่มีขนาดความหนาและความลึกของลำตัว 3-5 เซนติเมตร

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ ปลาทองพันธุ์ออแลนดา จำนวน 18 ตัว ถูกแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 3 ตัว ดังนี้ กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เป็นกลุ่มปลาที่มีความหนาของลำตัวเท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ กลุ่มที่ 4, 5 และ 6 เป็นกลุ่มปลาที่มีความลึกของลำตัวเท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นทำการสลบปลาและถ่ายภาพรังสีปลากลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ในท่านอนตะแคงด้วยการใช้กระแสไฟและเวลา ดังนี้คือ 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.02 วินาที, 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.05 วินาที และ 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.05 วินาที ตามลำดับ และใช้ค่า kVp ในช่วง 40 ถึง 58 ส่วนปลากลุ่มที่ 4, 5 และ 6 ทำการถ่ายภาพรังสีในท่านอนคว่ำด้วยด้วยการใช้กระแสไฟและเวลา เท่ากับ 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.1 วินาที ทั้ง 3 กลุ่ม และใช้ค่า kVp ในช่วงระหว่าง 40 ถึง 62 ภาพถ่ายภาพรังสีถูกประเมินคุณภาพโดยสัตวแพทย์ 5 คน และนักรังสีเทคนิค 5 คน

ผลการศึกษา พบว่า ค่า kVp ที่เหมาะสมในท่านอนตะแคงของปลาทองที่มีความหนาของลำตัวเท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตร คือ 44, 44 และ 48 ตามลำดับ ส่วนค่า kVp ที่เหมาะสมในท่านอนคว่ำของปลาทองที่มีความลึกของลำตัวเท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตร คือ 46, 48 และ 50 ตามลำดับ

ข้อสรุป คุณภาพของภาพรังสีในปลาทองพันธุ์ออแลนดาขึ้นอยู่กับค่ากิโลโวลต์ พีค ที่เหมาะสม

วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มช. 2551;18(2):120-130

<http://vet.kku.ac.th/journal/>

คำสำคัญ : ปลาทอง ภาพรังสี กิโลโวลต์ พีค มิลลิแอมแปร์ คุณภาพของภาพ

¹ นักศึกษาคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2550 อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50100

² หน่วยคลินิกสัตว์น้ำ สาขาวิชาคลินิกสัตว์บริโภค คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50100

³ สาขาวิชาคลินิกสัตว์เล็ก คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50100

⁴ ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50100

* ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ E-mail: dilok@chiangmai.ac.th

บทนำ

การถ่ายภาพรังสี เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยในการวินิจฉัยโรคเพื่อบอกถึงสาเหตุและความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย ซึ่งถือว่าการให้ข้อมูลที่สำคัญแก่แพทย์ผู้รักษาและผู้ป่วย เพื่อทำการรักษาได้อย่างถูกต้องแม่นยำและทันที่ด้วยการใช้รังสีประเภทต่างๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งความผิดปกติภายในร่างกายซึ่งมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถทำการตรวจวินิจฉัยทางคลินิกได้อย่างแม่นยำ จึงมักจะใช้ประกอบการวินิจฉัยโรคร่วมกับข้อมูลอื่นๆ ด้วย [1] โดยทั่วไปรังสีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ รังสีเอ็กซ์ (X-ray) จัดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงประมาณ 0.1 ถึง 10 อังสตรอม ซึ่งเทียบได้กับขนาดของอะตอมและโมเลกุล ดังนั้นรังสีเอ็กซ์จึงสามารถตรวจสอบวัตถุต่างๆ ได้ในระดับอะตอมและโมเลกุล และสามารถถูกดูดกลืนได้เช่นเดียวกับกับในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต [2,3]

โรคและความผิดปกติที่เกิดขึ้นในปลาเกิดได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย เชื้อรา โปรโตซัว พยาธิ เหงือก คุณภาพน้ำหรืออาหาร เป็นต้น ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอาจส่งผลให้เกิดภาวะความผิดปกติของร่างกายได้ทั้งภายในและภายนอก [4] การตรวจวินิจฉัยโรคเพื่อหาความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในตัวปลาขณะที่ยังมีชีวิตนั้นจึงค่อนข้างมีข้อจำกัดเป็นอย่างมาก ดังนั้นการใช้ทัศนวินิจฉัยหรือการถ่ายภาพรังสีมาประกอบการตรวจวินิจฉัยร่วมกับข้อมูลต่างๆ ที่เกิดขึ้น จึงทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรคในปลา โดยทั่วไปการถ่ายภาพรังสีในปลามักใช้ในกรณีเพื่อการตรวจวินิจฉัยความผิดปกติของกระดูกสันหลัง [5,6] ถุงลม ช่องท้อง อวัยวะภายใน [5] ก้อนเนื้อหรือเนื้องอก [5,7] หรือสิ่งแปลกปลอมต่างๆ เป็นต้น [5] ยกตัวอย่างเช่น การภาพถ่ายทางรังสีในปลาคาร์พ [8] และปลาหมอ [9]

ปลาทอง (Goldfish; *Carassius auratus*) เป็นปลาสวยงามที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย ปัญหาที่มักพบคือ ความผิดปกติของระบบทางเดินอาหารและถุงลม ซึ่งส่งผลต่อการสูญเสียการทรงตัวทำให้ปลาไม่สามารถดำรงชีวิตได้ตามปกติและอาจตายได้หากไม่ได้รับการรักษา [5] การถ่ายภาพรังสีจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการตรวจวินิจฉัยความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน [10,11] ซึ่งภาพรังสีที่มีคุณภาพดีย่อมจะส่งผลดีต่อสัตวแพทย์ในการตรวจวินิจฉัยโรคได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ประหยัดค่าใช้จ่ายให้แก่เจ้าของสัตว์และปลอดภัยต่อสัตว์ อย่างไรก็ตามคุณภาพภาพรังสีที่ดีย่อมเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น ประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน คุณภาพของอุปกรณ์และเครื่องมือรวมทั้งเทคนิคการถ่ายภาพรังสีและการจัดทำเพื่อถ่ายภาพรังสีที่ถูกต้อง [1]

การศึกษาผลของค่า kVp ที่มีผลต่อคุณภาพของภาพรังสี จึงเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่สำคัญต่อการถ่ายภาพรังสีที่จะต้องคำนึงถึงปริมาณรังสีที่เหมาะสมที่ให้แก่ตัวสัตว์ และส่งผลต่อคุณภาพของภาพรังสีเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปลาที่มีความแตกต่างทางด้านสรีรวิทยาและลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นลักษณะของเกล็ด ผิวหนัง กล้ามเนื้อ กระดูก ถุงลม อวัยวะภายในต่างๆ [9] ดังนั้นการถ่ายภาพรังสีในปลาทองจึงต้องอาศัยเทคนิคที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งปัจจุบัน

เทคนิคที่เป็นมาตรฐานในการถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ในปลาทองเท่าที่ทราบยังไม่มีรายงานมาก่อน การศึกษาคำมาตรฐานในการกำหนดเทคนิคการถ่ายภาพทางรังสีที่ถูกต้องในปลาทองจึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อสัตวแพทย์ในการวินิจฉัยโรคและตรวจหาความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำต่อไป

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่ากิโลโวลท์ พีค (kVp) ที่เหมาะสม สำหรับการถ่ายภาพรังสีในปลาทองพันธุ์อลันดาที่มีขนาดความหนาและความลึกของลำตัว 3-5 เซนติเมตร

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

ปลาทองพันธุ์อลันดา คณะเพศ จำนวน 18 ตัว ไม่แสดงอาการป่วยหรือมีบาดแผลที่ผิวหนัง นำมาเลี้ยงกักโรคเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มโดยใช้ Vernier Caliper ออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัว ดังนี้ กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 คือ กลุ่มที่มีขนาดความหนาของลำตัว (body width) เท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ 4, 5 และ 6 คือ กลุ่มที่มีขนาดความลึกของลำตัว (body depth) เท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ

อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย ฟิล์มถ่ายภาพ (Kodak[®], green film (medical film GBX-Z)) ขนาด 35 คูณ 43 เซนติเมตร ตลับฟิล์ม (OKAMOTO[®], Japan) เครื่องถ่ายภาพรังสี (Kelex[®], MD 50-99, Kongsak x-ray medical industry co., Ltd., Thailand) เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติ (Konica[®] XR1011A, Japan) น้ำยาล้างฟิล์ม developer and replenisher (Kodak[®], RP X-OMAT, China) น้ำยาล้างฟิล์ม fixer and replenisher (Kodak[®], GBX, USA.) โดยกำหนดการเปลี่ยนถ่ายน้ำยาล้างฟิล์มเอ็กซ์เรย์ ทุก 45 วัน และทำการประเมินภาพถ่ายรังสี ด้วยตู้ไฟส่องฟิล์ม (view box) ที่มีความสว่าง 3,358.82 SI unit

การถ่ายภาพรังสี

ทำการสลบปลาก่อนด้วยวิธีการจุ่มลงในภาชนะใส่น้ำที่มีน้ำมันดอกทานตะวันละลายอยู่ในขนาด 50 ลิตร จากนั้นทำการถ่ายภาพรังสีปลาทุกตัวแบบทั้งตัว เลือกรายภาพ 2 ท่า (Two dimensional) ที่ตั้งฉากกัน (orthogonal views) โดยกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ถ่ายภาพรังสีในท่านอนตะแคง (Lateral position) และกลุ่มที่ 4, 5 และ 6 ถ่ายภาพรังสีในท่านอนคว่ำ (dorsoventral position)

การหาค่ามิลลิแอมแปร์ (milliamperes; mA) และวินาที (second; sec) ที่เหมาะสมในท่านอนตะแคง และนอนคว่ำ

เริ่มจากการหาค่ากิโลโวลท์ พีค (kilovolt peak; kVp) เริ่มต้น โดยการถ่ายภาพทางรังสีจากการคำนวณ kVp จากสูตรของแซนต์ (Sante's Rule) [12]

$$kVp = (2 \times \text{tissue thickness}) + \text{FFD} + \text{grid factor}$$

คำอธิบายสูตร

Tissue thickness = ความหนาเนื้อเยื่อ หน่วย (เซนติเมตร)

FFD = ระยะห่างจากฟิล์มถึงหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ (Film-focus distance) หน่วย (นิ้ว)

Grid factor = กริด ในกรณีนี้มีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากตัวปลา มีขนาดเล็ก

จากนั้นนำปลาแต่ละกลุ่มไปหาค่า mAs คือ มิลลิแอมแปร์ (milliamperes; mA) และเวลา (second; sec) มาตรฐานด้วยการถ่ายภาพรังสีในท่านอนตะแคงในปลากลุ่มที่ 1, 2 และ 3 การถ่ายภาพรังสีในท่านอนคว่ำในปลากลุ่มที่ 4, 5 และ 6 โดยการนำค่า kVp เริ่มต้นที่ได้ไปใช้ในการถ่ายภาพรังสีในปลาแต่ละตัว ซึ่งปลาแต่ละตัวจะถูกแบ่งถ่ายภาพรังสีออกเป็น 8 ภาพโดยใช้ FFD เท่ากับ 40 นิ้ว และใช้เทคนิค mAs ดังนี้ ภาพที่ 1 ถึง 4 ใช้กระแสไฟฟ้าและเวลา ดังนี้คือ 25 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.02 วินาที, 25 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.05 วินาที, 25 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.1 วินาที และ 25 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.15 วินาที ตามลำดับ ภาพที่ 5 ถึง 8 ใช้กระแสไฟฟ้าและเวลา ดังนี้คือ 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.02 วินาที, 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.05 วินาที, 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.1 วินาที และ 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.15 วินาที ตามลำดับ เมื่อได้ภาพถ่ายรังสีแล้วจะนำภาพทั้งหมดที่ได้ไปประเมินจากผู้ประเมิน จำนวน 10 คน ประกอบด้วยสัตวแพทย์และนักเทคนิครังสี กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการเลือกภาพที่มีคุณภาพดีที่สุดของปลาแต่ละตัว โดยมีเกณฑ์ดังนี้คือ มีความแตกต่างระหว่างเนื้อเยื่อ (contrast) ความดำของภาพ (density) และความคมชัด (sharpness) เพียงพอ ฝูงลม มีความดำไม่ควรรุ่นมัว เห็นขอบชัดเจน กระดูกสันหลัง ควรเห็นครบตลอดทั้งตัว สังเกตเห็นรูปตัว “X” ชัดเจนในกระดูกสันหลังและไม่นำภาพของครีบบมาพิจารณาในการประเมินคุณภาพของภาพถ่ายรังสี

การหาค่ากิโลโวลท์ พีค (kilovolt peak; kVp) ที่เหมาะสมในท่านอนตะแคงและนอนคว่ำ

นำปลาแต่ละกลุ่มไปหาค่า kVp ด้วยการถ่ายภาพรังสีในท่านอนตะแคงในปลากลุ่มที่ 1, 2 และ 3 การถ่ายภาพรังสีในท่านอนคว่ำในปลากลุ่มที่ 4, 5 และ 6 โดยนำค่า mAs ที่ได้ไปใช้ในการถ่ายภาพรังสีในปลาแต่ละตัว ซึ่งปลาจะถูกแบ่งถ่ายภาพรังสีโดยใช้ FFD เท่ากับ 40 นิ้ว และ kVp ที่ใช้ ตั้งแต่ขนาดการรับ kVp ที่น้อยเกินไป (under exposed) จนถึงขนาดการรับ kVp ที่มากเกินไป (over exposed) โดยทำการเปลี่ยนค่า kVp ทีละ 2 (Figure 1) เมื่อได้ภาพถ่ายรังสีแล้วจะนำภาพทั้งหมดที่ได้มาตัดแบ่งออกเป็นภาพขนาดเล็กและติดหมายเลขแบบสุ่มก่อนทำการประเมิน โดยใช้ผู้ประเมินและหลักเกณฑ์เช่นเดียวกับการประเมินคุณภาพภาพรังสีของการหาค่า mAs



Figure 1. Radiographic finding of goldfish in the lateral recumbency position (left) and dorsoventral position (right).

แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ประเด็นคือ การหาค่า kVp ที่เหมาะสมที่สุดในปลาแต่ละขนาดในแต่ละท่า และการหาช่วงค่า kVp ที่เหมาะสมในปลาแต่ละขนาดในแต่ละท่า โดยการจัดกลุ่มภาพที่ได้ออกเป็น 3 กลุ่มคือ ดี พอใช้ ไม่พึงพอใจ โดยกลุ่มภาพที่มีลักษณะดีคือ ภาพที่เพียงพอที่จะแปลผลเพื่อวินิจฉัยได้ มีความแตกต่างระหว่างเนื้อเยื่อ ความดำของภาพและความคมชัดที่เหมาะสม ฤดูกาลไม่ควรขุ่นมัวเห็นขอบชัดเจน กระดูกสันหลังควรเห็นครบตลอดทั้งตัว และสังเกตเห็นรูปตัว “X” ชัดเจนในกระดูกสันหลัง กลุ่มภาพที่มีลักษณะพอใช้คือ ภาพที่เพียงพอที่จะแปลผลเพื่อวินิจฉัยได้ และองค์ประกอบของภาพอาจไม่ดีเทียบเท่าภาพในกลุ่มที่มีลักษณะดี ส่วนกลุ่มภาพที่มีลักษณะไม่พึงพอใจ (ไม่ยอมรับ) คือ ภาพที่ไม่สามารถแปลผลเพื่อวินิจฉัยได้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองนี้ใช้การอธิบายสถิติเชิงพรรณนาสำหรับการหาค่า mAs มาตรฐานและการหาค่า kVp ที่เหมาะสมโดยการเลือกค่า mAs และ kVp ที่มีความถี่ของความพึงพอใจสูงสุดในปลาแต่ละขนาด ส่วนการหาช่วงค่า kVp ที่เหมาะสมในปลาแต่ละขนาดจะทำการให้คะแนนตามการแบ่งกลุ่มโดยภาพที่มีลักษณะดี พอใช้และไม่พึงพอใจ เป็น 3, 2 และ 1 คะแนน ตามลำดับ และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS 10.0 for Window และเลือกภาพที่มีคะแนนรวมเฉลี่ยมากกว่า 2 มาเป็นช่วงค่า kVp ที่เหมาะสมในปลาแต่ละขนาด

ผลการศึกษา

ค่า mAs ที่เหมาะสมจากการประเมินคุณภาพภาพภาพรังสีด้วยการถ่ายภาพรังสีในท่านอนตะแคงในปลาในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 คือ mA และ sec เท่ากับ 50 mA กับ 0.02 sec, 50 mA กับ 0.05 sec และ 50 mA กับ 0.05 sec ตามลำดับ ส่วนค่า mAs ที่เหมาะสมจากการถ่ายภาพรังสีในท่านอนคว่ำในปลาในกลุ่มที่ 4, 5 และ 6 คือ mA และ sec เท่ากับ 50 mA กับ 0.1 sec (**Table 1**)

Table 1. Satisfactory scores on quality of the pictures for mAs in each group evaluated by 10 observers (5 veterinarians and 5 radiologists).

Group	Satisfactory scores evaluated by 10 observers								Total
	mA 25	mA 25	mA 25	mA 25	mA 50	mA 50	mA 50	mA 50	
	sec 0.02	sec 0.05	sec 0.1	sec 0.15	sec 0.02	sec 0.05	sec 0.1	sec 0.15	
1	1	1	0	0	16	12	0	0	30
2	1	2	0	0	2	24	1	0	30
3	3	7	0	0	7	13	0	0	30
4	0	2	0	0	0	0	17	11	30
5	0	0	1	3	0	5	12	9	30
6	0	0	2	0	0	6	19	3	30

ค่า kVp ที่เหมาะสมจากการประเมินคุณภาพภาพภาพรังสีด้วยการถ่ายภาพรังสีในท่านอนตะแคงในปลาในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 (**Figure 2**) คือ 44, 44 และ 48 ตามลำดับ ส่วนค่า kVp ที่เหมาะสมจากการถ่ายภาพรังสีในท่านอนคว่ำในปลาในกลุ่มที่ 4, 5 และ 6 (**Figure 3**) คือ 46, 48 และ 50 ตามลำดับ (**Table 2**) ช่วงค่า kVp ที่เหมาะสมจากการประเมินคุณภาพภาพภาพรังสีในปลาในกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 คือ 44-50, 40-46, 44-50, 44-50, 44-50 และ 46-54 (**Table 3**)

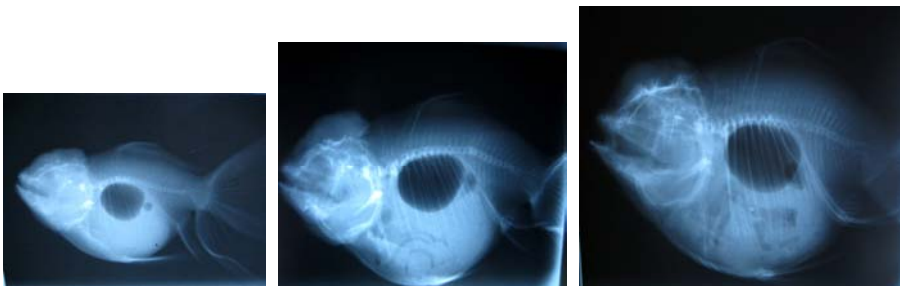


Figure 2 Radiographic findings in lateral recumbency position of goldfish in group 1, 2, and 3 (from left to right respectively).

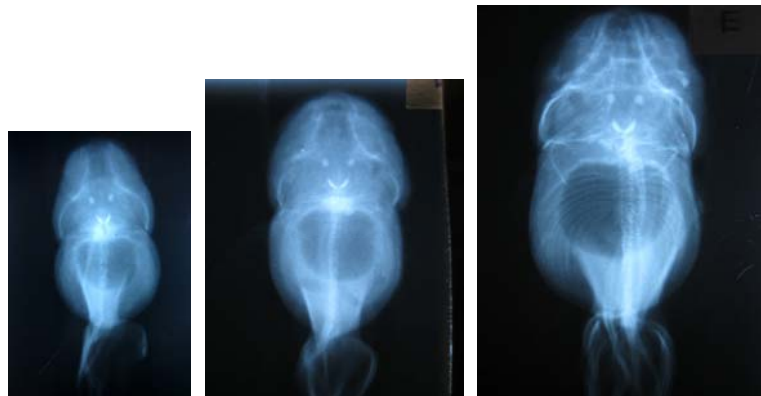


Figure 3 Radiographic findings in dorsoventral position of goldfish in group 4, 5, and 6 (from left to right respectively).

Table 2. Satisfactory scores on quality of the pictures for kVp in each group evaluated by 10 observers (5 veterinarians and 5 radiologists).

Group	Satisfactory scores evaluated by 10 observers												Total
	kVp 40	kVp 42	kVp 44	kVp 46	kVp 48	kVp 50	kVp 52	kVp 54	kVp 56	kVp 58	kVp 60	kVp 62	
1	0	0	10	9	9	0	2	0	0	0	0	0	30
2	0	5	17	6	2	0	0	0	0	0	0	0	30
3	0	0	1	4	15	9	1	0	0	0	0	0	30
4	0	0	0	18	9	3	0	0	0	0	0	0	30
5	0	0	1	3	14	12	0	0	0	0	0	0	30
6	0	0	0	0	8	16	5	1	0	0	0	0	30

Table 3. Satisfying of kVp ranges in each group evaluated by 10 observers (5 veterinarians and 5 radiologists).

Group	Not satisfied for range of kVp	Satisfied for range of kVp
1	40-42 & 52-54	44-50
2	48-56	40-46
3	52-58	44-50
4	40-42 & 52-54	44-50
5	40-42 & 52-58	44-50
6	40-44 & 56-62	46-54

วิจารณ์

การถ่ายภาพรังสีปลาทองพันธุ์อลันดาที่มีความหนาของลำตัวเท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตร ในท่านอนตะแคงควรเลือกใช้กระแสไฟฟ้าและเวลา ดังนี้คือ 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.02 วินาที, 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.05 วินาที และ 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.05 วินาที ตามลำดับ ส่วนค่า kVp เท่ากับ 44, 44 และ 50 ตามลำดับ และการถ่ายภาพรังสีปลาทองพันธุ์อลันดาที่มีความลึกของลำตัวเท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตร ในท่านอนคว่ำควรเลือกใช้กระแสไฟฟ้าและเวลา เท่ากับ 50 มิลลิแอมแปร์ กับ 0.1 วินาที ส่วนค่า kVp เท่ากับ 46, 48 และ 50 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมและทำให้คุณภาพของภาพรังสีดีที่สุด

จากผลการทดลองพบว่าค่า kVp ของปลาที่มีความหนาของลำตัวเท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตร ซึ่งถ่ายภาพรังสีในท่านอนตะแคงไม่สอดคล้องกับ Santés rule [12] เป็นผลเนื่องจากการใช้ค่า mAs ที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม ทำให้ค่า kVp ที่ได้ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างชัดเจน ซึ่งปกติแล้ว mAs และ kVp มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณรังสีคือ การที่ mAs ลดลงจะต้องทำการชดเชยปริมาณรังสีโดยการเพิ่ม kVp ซึ่งอธิบายได้ในปลาทุกกลุ่มที่มีขนาดความหนาลำตัวที่ 3 เซนติเมตร เหตุที่ทางผู้วิจัยไม่ยึดค่า mAs เพียงค่าเดียวเนื่องจากการปริมาณรังสีน้อยที่สุดและในขณะเดียวกันต้องมีความสมเหตุสมผล (as low as reasonably achievable; ALARA) [13] จึงต้องหาค่า mAs ที่ต่ำที่สุดที่สามารถให้ภาพที่เหมาะสมได้ แต่เมื่อพิจารณาค่า kVp ของปลาที่มีความลึกของลำตัวเท่ากับ 3, 4 และ 5 เซนติเมตรซึ่งถ่ายภาพรังสีในท่านอนคว่ำ พบว่าปลาทั้ง 3 ขนาดมีค่า kVp เรียงลำดับสอดคล้องตาม Santés rule [12] ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากค่า mAs ที่เหมาะสมเป็นค่าเดียวกันแต่ปลาที่มีความหนาของเนื้อเยื่อในความลึกลำตัวที่แตกต่างกัน

การหาช่วง kVp ที่เหมาะสมในปลาแต่ละขนาด เป็นการหาปริมาณรังสีที่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้และมีผลต่อคุณภาพภาพรังสี โดยภาพรังสีจะมีคะแนนอยู่ในช่วงระหว่าง 2 ถึง 3 หมายถึง ภาพที่อยู่ในช่วงพอใช้ได้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้และปรับให้เหมาะสมได้เนื่องจากความเป็นจริงแล้วหากนำค่าที่ได้ไปใช้ย่อมมีปัจจัยอื่นๆ อีกมากมายที่จะมีผลต่อคุณภาพของภาพรังสี

วัตถุประสงค์โดยทั่วไปของการถ่ายภาพรังสีในปลาทองคือ ตรวจวินิจฉัยความผิดปกติของถุงลมและระบบทางเดินอาหาร ซึ่งจะพบลักษณะแก๊สบรรจุอยู่ภายในและมีความแตกต่างระหว่างเนื้อเยื่อ (contrast) สูงเมื่อเทียบกับเนื้อเยื่อข้างเคียง ในทางปฏิบัติจะทำการถ่ายภาพรังสีแบบทั้งตัว (all body) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการถ่ายภาพรังสีแบบทั้งตัวดังกล่าวเป็นเพียงการถ่ายภาพรังสีที่บอกรายละเอียดได้อย่างคร่าวๆ เมื่อเทียบกับการถ่ายภาพรังสีแยกเฉพาะอวัยวะ ดังนั้นการศึกษาเทคนิคเฉพาะระหว่างถ่ายภาพรังสีเพื่อการวินิจฉัยความผิดปกติของเนื้อเยื่อกับกระดูก จึงมีความสำคัญและจำเป็นที่จะทำการศึกษาต่อไปเพื่อคุณภาพของภาพรังสีที่ดีและสามารถใช้ในการวินิจฉัยได้อย่างถูกต้องแม่นยำ [14]

แม้ว่าผู้เขียนได้พยายามสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมแล้ว แต่เนื่องจากมีประเด็นที่เกี่ยวข้องจำกัดและค่อนข้างน้อยมาก เนื่องจากบทความจากวารสารวิชาการส่วนใหญ่จะเสนอเพียงแค่ข้อมูลการ

ประยุกต์ใช้และแสดงภาพถ่ายรังสีในปลาที่เกิดขึ้นเท่านั้น ไม่ได้แสดงรายละเอียดของเทคนิคการถ่ายภาพรังสี อีกทั้งการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นในปลาซึ่งได้ประยุกต์จากทฤษฎีพื้นฐานจากมนุษย์ ดังนั้นจึงทำให้เอกสารอ้างอิงมีไม่มาก ส่วนใหญ่เป็นหนังสือและลำสมัย เนื่องจากในมนุษย์ได้มีการศึกษาเทคนิคดังกล่าวมาเป็นเวลานานแล้ว จึงได้พยายามนำมาประยุกต์ใช้ในปลาเพื่อสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นเพื่อการศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ในการถ่ายภาพรังสีในปลาต่อไป

ผลการศึกษาครั้งนี้ อาจขึ้นอยู่กับเกณฑ์การประเมินและประสบการณ์ของผู้ทำการประเมินภาพรังสี ซึ่งจะต้องมีความรู้ความสามารถในการดูภาพรังสีและมีความรู้ในเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของปลาทองด้วย อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปเป็นแนวทางเพื่อการประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม รวมทั้งการศึกษาในปลาทองขนาดอื่นๆ หรือปลาชนิดอื่นๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนเพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ และให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบคุณคุณอัญญาภรณ์ แสนแก้วทอง สำหรับคำแนะนำเรื่องรูปแบบของการประเมินความพึงพอใจของภาพถ่ายรังสีและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ รศ.ดร.ขวัญชัย รัตนเสถียร สำหรับคำแนะนำทางด้านรังสีเทคนิค อ.นสพ.ดร.กรกฎ งานวงศ์พาณิชย์ นสพ.กิติกร บุญศรี คุณอุเทน ยะราชคุณแพทย บุตรโตคร คุณสุรัชณีย์ พัดงาม คุณนัทที อินา คุณศิริประภา สมบูรณ์ คุณสุนันทา มุทุมมคุณวสุ ้วยส่องแสง คุณสรวิภา ใสญาติ สำหรับความอนุเคราะห์ในการประเมินคุณภาพภาพรังสี ตลอดจนความช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยทั้งหมดและทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. จิตต์ชัย สุริยะไชยากร. การควบคุมคุณภาพของภาพเอกซเรย์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท พี.เอ.ลิฟวิ่ง จำกัด; 2539.
2. วันทนา คล้ายสุบรรณ. เทคนิคการทดลอง X-ray absorption spectroscopy ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม. นครราชสีมา: บริษัท สมบูรณ์การพิมพ์ จำกัด; 2549.
3. Bushong SC. *Radiologic Science for Technologists Physics, Biology and Protection*. 2nd ed. USA: Mosby; 1980.
4. Skomal G. *Your Happy Healthy Pet Freshwater Aquarium*. 2nd ed. USA: Wiley publishing; 2005.
5. Roberts RJ. *Fish pathology*. 3rd ed. China: Harcourt Publishers; 2001.
6. Govett PD, Olby NJ, Marcellin-Little DJ, Rotstein DS, Reynolds TL, Lewbart GA. Stabilisation of scoliosis in two koi (*Cyprinus carpio*). *Vet Record*. 2004;155:115-119.

7. ภูิลก วงศ์เสถียร. เนื้องอกอัมตะในปลาคาร์พ (*Cyprinus carpio*) : รายงานสัตว์ป่วย. เชียงใหม่สัตวพทยสาร. 2548;3:55-63.
8. Garland LL, Whitaker BR, Walker IDF, Corl FM, Fishman EK. Modern CT applications in veterinary medicine. *Radio Graphics*. 2002;22:55-62.
9. Fisher SJP, Halpern ME. Radiographic analysis of zebrafish skeletal defects. *Develop Biol*. 2003;264: 64-76.
10. Stoskopf MK. *Fish Medicine*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1993.
11. Wildgoose WH. *BSAVA Manual of Ornamental Fish*. 2nd ed. Gloucestershire: British Small Animal Veterinary Association; 2001.
12. Kirberger, R.M. Radiograph quality evaluation for exposure variables. *Vet Radiol Ultrasound*. 1999;40(3):220-226.
13. Beninson D. Radiation protection. Oxford: Tergamon Press; 1991.
14. Wencke M, Wagner RMK. Radiography of the thoraco-abdominal cavity of the ostrich. *Vet Radiol Ultrasound*. 2001;42(2):134-40.

