



การศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจในนกเงือกสองชนิด ระหว่างการรีดเก็บน้ำเชื้อ

ณัฐวุฒิ คณาดิยานนท์^{1, #} สกนธ์ น้อยมูล² และอนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์³

¹คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร

²สวนสัตว์เปิดเขาเขียว จ.ชลบุรี

³คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

บทคัดย่อ: การเฝ้าระวังสัญญาณชีพในขณะที่สัตว์สลบเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสัญญาณชีพได้ การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวางยาสลบนกเงือกสองชนิด คือ นกแก๊ก (*Anthracoceros albirostris*) และนกกาฮัง (*Buceros bicornis*) และเฝ้าระวังสัญญาณชีพโดยติดตามอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจ จากการติดตามอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจ ในระหว่างกระบวนการรีดน้ำเชื้อด้วยเครื่องกระตุ้นไฟฟ้าที่ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าระดับต่างๆ ในการกระตุ้น พบว่านกแก๊กมีอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (175.18 ± 4.9 ครั้ง/นาที) สูงกว่าในนกกาฮัง (152.72 ± 3.5 ครั้ง/นาที) ส่วนอัตราการหายใจเฉลี่ยของนกกาฮัง (23.74 ± 3.1 ครั้ง/นาที) จะสูงกว่านกแก๊ก (20.28 ± 0.7 ครั้ง/นาที) การวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจในแต่ละ series ระหว่างการรีดเก็บน้ำเชื้อไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) การศึกษานี้ทำให้ทราบว่า การรีดเก็บน้ำเชื้อด้วยเครื่องกระตุ้นไฟฟ้าไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณชีพและข้อมูลสัญญาณชีพที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการรีดเก็บน้ำเชื้อนกเงือกชนิดอื่นๆ

คำสำคัญ: นกเงือก อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ การรีดเก็บน้ำเชื้อ

#ผู้รับผิดชอบบทความ

สัตวแพทยมหาวิทยาลัย. 2558. 10(1): 13-21.

E-mail address: fvetgolf@yahoo.com

The Study of Heart Rate and Respiratory Rate during the Semen Collection in Two Species of Hornbill

Nathavut Kanatiyanont^{1,#}, Sakhon Noimoon² and Anuchai Pinyopummin³

¹Clinic for Wildlife, Faculty of Veterinary, Mahanakorn University of Technology; ²Khao Kheow Open Zoo, Chonburi;

³ Faculty of Veterinary, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom

Abstract: The monitoring of vital signs during anesthesia is important for animal safety. The extrinsic stimulations may affect to vital signs during anesthesia. This study was performed under anesthesia in two species of hornbill (Oriental pied hornbill; *Anthracoceros albirostris* and Great hornbill; *Buceros bicornis*). The respiration rate and heart rate were monitored. The data were collected during the semen collection process. During the process, the difference voltages were applied to both hornbills. The results were showed. The average of heart rate in the Oriental pied hornbill (175.18 ± 4.9 beats/minute) was higher than the Great hornbill (152.72 ± 3.5 beats/minute). The average of respiratory rate in the Great hornbill (23.74 ± 3.1 breaths/minute) was higher than the Oriental pied hornbill (20.28 ± 0.7 breaths/minute). Heart rate and respiratory rate during the semen collection in each series were statistical analysis. There is no significantly difference of heart rate and respiratory rate in each series ($P>0.05$). In conclusion, the semen collection by electro-stimulation had no effect to vital signs of both hornbills. These results will be useful to anesthesia in others hornbill species during the semen collection.

Keywords: Hornbill, Heart rate, Respiratory rate, Semen collection

[#]Corresponding author

J. Mahanakorn Vet. Med. 2015. 10(1): 13-21.

E-mail address: fvetgolf@yahoo.com

บทนำ

ปัจจุบันการใช้ยาดมสลบเพื่อการระงับความรู้สึกสำหรับสัตว์ปีกนิยมใช้ Isoflurane (Lawton, 2008) ในการวางยาสลบแต่ละครั้งมีวัตถุประสงค์ที่ต่างกันไป เช่น เพื่อการตรวจรักษา

(Crosta, 2002; Rachel *et al.*, 2008; Burgdorf-Moisuk *et al.*, 2011) เพื่อการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องดมยาสลบในระหว่างการวางยาสลบ (Pettifer *et al.*, 2002) หรือเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของยาสลบ (Al-Sobayil *et al.*, 2009;

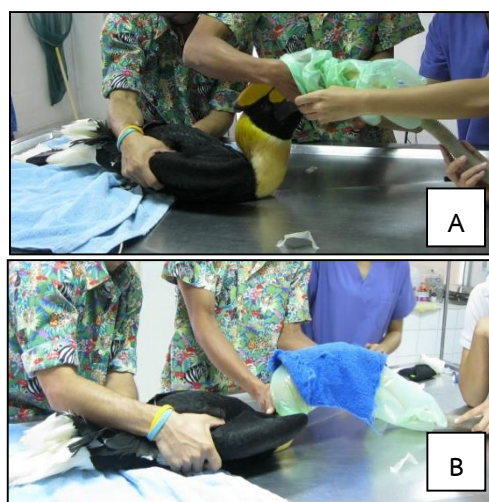
Escobar *et al.*, 2011) เป็นต้น ทั้งนี้การตรวจสัญญาณชีพเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในการวางยาสลบสัตว์ให้ปลอดภัย สัญญาณชีพที่สำคัญ ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกาย และความดันโลหิต ซึ่งมีประโยชน์ในการติดตามสภาวะของสัตว์ในระหว่างสลบ ว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือไม่ สัญญาณชีพของนกที่สามารถติดตามได้เบื้องต้น คือ อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจ จากการสืบค้นรายงานการวางยาสลบนกในตระกูลนกเงือก (Chinnadurai *et al.*, 2009) มีน้อยมาก ซึ่งเป็นการวางยาสลบเพื่อการรักษาและไม่มีรายงานการวัดสัญญาณชีพใดๆ การวางยาสลบนกสำคัญและหายากอย่างนกเงือกมีโอกาสน้อยครั้ง ดังนั้นการเก็บข้อมูลสัญญาณชีพในนกเงือกจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ทราบถึงอัตราการหายใจและอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานว่าอยู่ในช่วงใด

อย่างไรก็ตามมีปัจจัยต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณชีพได้ เช่น ความดันของออกซิเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์, ความเย็นของอากาศที่หายใจเข้าไป สิ่งเหล่านี้ทำให้อัตราการหายใจเพิ่มหรือลดได้ (Heard, 1997) การรัดเก็บน้ำเชื้อด้วยเครื่องกระตุ้นไฟฟ้าอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่อาจส่งผลต่อสัญญาณชีพได้ เพราะ ในแต่ละ series ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งอาจทำให้การเต้นของหัวใจและการหายใจเปลี่ยนแปลงได้

วัตถุประสงค์ของงานนี้จึงมุ่งเน้นการตรวจวัดสัญญาณชีพของนกเงือกขณะสลบและศึกษาผลของความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ใช้การรัดเก็บน้ำเชื้อในแต่ละ series ว่ากระทบต่อสัญญาณชีพหรือไม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางยาสลบเพื่อปฏิบัติงานอื่นและการรัดเก็บน้ำเชื่อนกเงือกชนิดอื่นๆต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นกเงือก 2 ชนิด คือ นกแก๊ก *Oriental pied hornbill* (*Anthracoceros albirostris*) และนกกาฮัง *Great hornbill* (*Buceros bicornis*) เป็นนกที่อยู่ในกรงเลี้ยงของสวนสัตว์เปิดเขาเขียว ทุกตัวมีสุขภาพปกติ นกแก๊กเพศผู้จำนวน 7 ตัว อายุระหว่าง 3-5 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัม (0.67-0.88) นกกาฮังเพศผู้จำนวน 11ตัว อายุระหว่าง 10-20 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 2.88 กิโลกรัม (2.4- 3.3) นกได้รับการดมยาสลบด้วยวิธี Face mask knock down (Lawton, 2008) (ดังรูปที่ 1A และ 1B) ให้ Oxygen flow rate 3-5 ลิตร/นาที่ โดยใช้ความเข้มข้น 6% Isoflurane (Terrell™) (Model: Vetia, J & Tec Co.,Ltd. Korea) เมื่อสลบแล้วจึงลดความเข้มข้นเหลือ 3% ตลอดการดมสลบนกทุกตัวนอนอยู่บนแผ่นให้ความอบอุ่นระหว่างการสลบ และนกฟื้นจากการสลบอย่างปลอดภัยทุกตัว ไม่พบอาการผิดปกติหลังการฟื้น การรัดเก็บน้ำเชื้อด้วยเครื่องกระตุ้นการหลั่งน้ำเชื้อด้วยไฟฟ้าในการศึกษานี้ ใช้ Low voltage stimulation protocol (Kanatiyanont *et al.*, 2012) (ดังรูปที่ 2)



รูปที่ 1 A และ B การนำสลบด้วยการใช้ Face mask ในนกกาฮัง *Great hornbill* (*Buceros bicornis*)



รูปที่ 2 นกแก๊ก Oriental pied hornbill (*Anthracoceros albirostris*) ระหว่างรีดเก็บน้ำเชื้อ

การเก็บข้อมูล

สำรวจอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจระหว่างการสลบ โดยใช้ Stethoscope ในการตรวจวัดเสียงการเต้นของหัวใจและการหายใจ ร่วมกับสังเกตการขยายบริเวณ Abdominal area โดยเริ่มตรวจนับอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจทันทีที่นกอยู่ในภาวะไม่รู้สึกรู้ตัว (Light anesthetic plane) จากนั้นตรวจวัดต่อเนื่องทุก 5 นาทีตลอดการรีดเก็บน้ำเชื้อ จนกระทั่งปิดเครื่องดมยาสลบ ทำ Oxygen flush และหยุดตรวจนับเมื่อนกเริ่มรู้สึกตัว

ศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจระหว่างการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าเพื่อรีดเก็บน้ำเชื้อในแต่ละ series เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็น การตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจ เฉพาะเวลาที่มีการปล่อยกระแสไฟฟ้าในระหว่าง Series ที่ 1-3 เท่านั้น เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจระหว่างการสลบโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจ ต่อความต่างศักย์ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ในแต่ละ Series ใช้ One-way repeated measures ANOVA

ผลการทดลอง

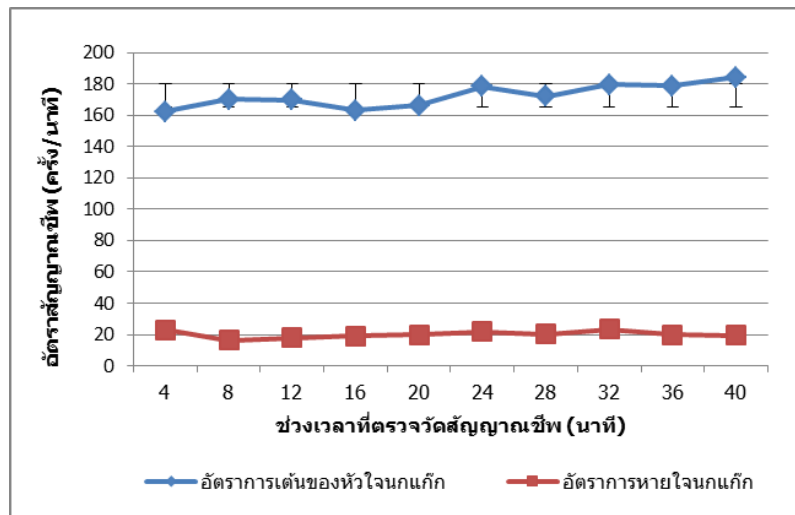
อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจระหว่างสลบจนกระทั่งรู้สึกตัว

ตั้งแต่นกเริ่มสลบ-รีดเก็บน้ำเชื้อจนกระทั่งนกรู้สึกตัวใช้เวลาประมาณ 30-40 นาที/ตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนกแต่ละตัวว่ามีการหลั่งน้ำเชื้อเมื่อใด หากเก็บน้ำเชื้อได้เร็วจะสิ้นสุดการวางยาสลบในทันที ในนกแก๊กอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจขณะสลบในระหว่างการรีดเก็บน้ำเชื้อแสดงดังแผนภูมิที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจมีค่าอยู่ระหว่าง 92-330 ครั้ง/นาทีและอัตราการหายใจมีค่าอยู่ระหว่าง 10-62 ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (Mean $\pm$ SEM) เท่ากับ 175.18 ± 4.9 ครั้ง/นาที และอัตราการหายใจเฉลี่ย (Mean $\pm$ SEM) เท่ากับ 20.28 ± 0.7 ครั้ง/นาที ดังแผนภูมิที่ 3 และ 4

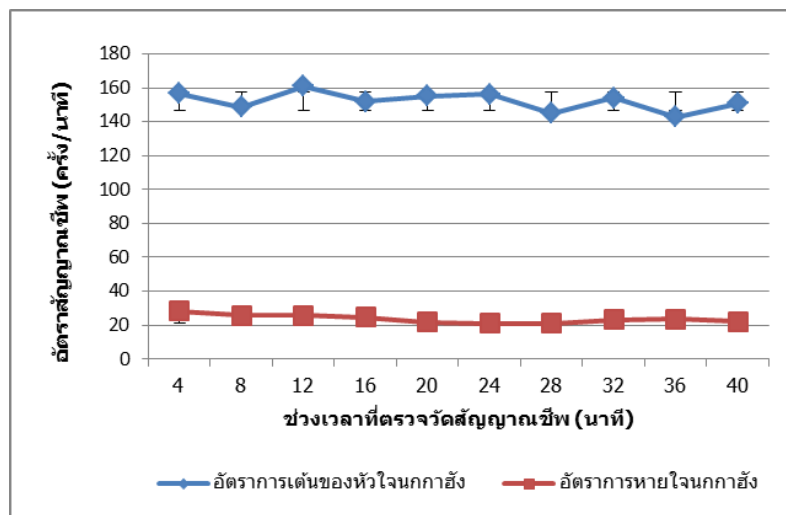
ในนกกาฮังอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจขณะสลบในระหว่างการรีดเก็บน้ำเชื้อแสดงดังแผนภูมิที่ 2 อัตราการหายใจมีค่าอยู่ระหว่าง 10-72 ครั้ง/นาทีและอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าอยู่ระหว่าง 80-312 ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (Mean $\pm$ SEM) เท่ากับ 152.72 ± 3.5 ครั้ง/นาที อัตราการหายใจเฉลี่ย (Mean $\pm$ SEM) เท่ากับ 23.74 ± 3.1 ครั้ง/นาที ดังแผนภูมิที่ 3 และ 4

อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจระหว่างการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า เพื่อรีดเก็บน้ำเชื้อในแต่ละ series

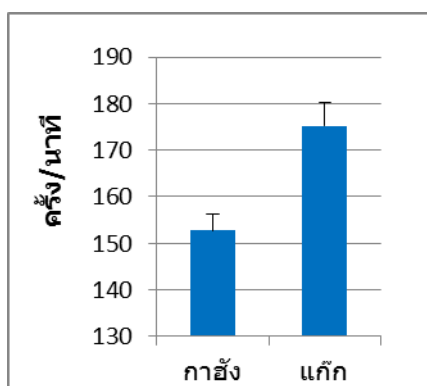
ในช่วงที่มีการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า พบว่า ในนกแก๊กอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าอยู่ระหว่าง 110-160 ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (Mean $\pm$ SEM) เท่ากับ 132.27 ± 3.74 ครั้ง/นาที อัตราการหายใจมีค่าอยู่ระหว่าง 12-38 ครั้ง/นาที อัตราการหายใจเฉลี่ย (Mean $\pm$ SEM) เท่ากับ 18.87



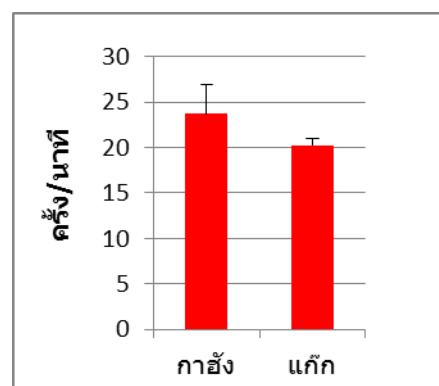
แผนภูมิที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจขณะสลบในระหว่างการรีดเก็บน้ำเชื้อจากนกแก้ว



แผนภูมิที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจขณะสลบในระหว่างการรีดเก็บน้ำเชื้อนกกาฮัง



แผนภูมิที่ 3 อัตราเฉลี่ยการเต้นใจของหัวใจในนก
กาฮังและนกแก้ว



แผนภูมิที่ 4 อัตราเฉลี่ยการหายใจของนกกาฮัง
และนกแก้ว

± 2.33 ครั้ง/นาทิจ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ของอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจในแต่ละ series ดังตารางที่ 1 ในนกกาฮัง อัตราการเต้นของหัวใจมีค่าอยู่ระหว่าง 96-180 ครั้ง/นาทิจ อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย 130.48 ± 5.58 ครั้ง/นาทิจ อัตราการหายใจมีค่าอยู่ระหว่าง 12-44 ครั้ง/นาทิจ อัตราการหายใจเฉลี่ย 25.62 ± 2.47 ครั้ง/นาทิจ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจ ($P>0.05$) ในแต่ละ series เช่นกัน ดังตารางที่ 2

วิจารณ์ผล

การเก็บข้อมูลในระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อรีดเก็บน้ำเชือกนกเงือกทำให้สามารถติดตามสภาวะของสัตว์ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งในทางปฏิบัติการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจนกเงือกด้วยวิธีนี้จะสามารถวัดได้ในขณะสลบระหว่างการรีดเก็บน้ำเชื้อ จากการศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจนกเงือกอยู่ในช่วง 92-330 ครั้ง/นาทิจ นกกาฮังอยู่ในช่วง 80-312 ครั้ง/นาทิจ สอดคล้องกับขนาดและน้ำหนักตัวของนกทั้งสองชนิด อัตราการเต้นของหัวใจของนกทั้งสองชนิดที่รายงานนี้อยู่ในช่วงกว้างซึ่งพบได้ปกติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Machida and Aohagi (2001) ที่รายงานว่าอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นได้ 200-400% จากช่วงพักปกติ เมื่อวิเคราะห์จากการปฏิบัติงานครั้งนี้พบว่าระยะเวลาการเหนี่ยวนำให้สลบของนกแต่ละตัวไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความตื่นตัวของแต่ละตัว จึงอาจเป็นเหตุให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วงกว้าง แต่อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจนกกาฮัง (152.72 ± 3.5 ครั้ง/นาทิจ) มีค่าใกล้เคียงกับนกที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน คือ นกแร้งและห่าน (113-132 ครั้ง/นาทิจ) (Calder 1968)

อัตราการเต้นของหัวใจนกเงือกมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาการสลบ ในขณะที่อัตราการหายใจอยู่ในระดับคงที่ดังแผนภูมิที่ 1 โดยตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานระดับความลึกของการสลบอยู่ในระดับ Surgical plane ซึ่งสามารถรีดเก็บน้ำเชื้อได้ จากแผนภูมิที่ 2 พบว่าอัตราการหายใจของนกกาฮังในช่วง 16 นาทีแรกค่อนข้างสูง อาจเป็นผลของการจับบังคับนกกาฮังซึ่งเป็นนกขนาดใหญ่ทำให้นกขัดขึ้นและใช้เวลาในการนำสลบนาน ส่งผลให้นกหายใจถี่ในช่วงต้นของการปฏิบัติงาน แต่หลังจากนั้น (20-40 นาที) อัตราการหายใจอยู่ในระดับคงที่ โดยอัตราการเต้นของหัวใจมีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาการสลบด้วยสาเหตุนี้จึงส่งผลให้อัตราการหายใจเฉลี่ยของนกกาฮัง (23.74 ± 3.1 ครั้ง/นาทิจ) สูงกว่านกเงือก (20.28 ± 0.7 ครั้ง/นาทิจ) ทั้งที่มีขนาดตัวและน้ำหนักมากกว่า ดังนั้นการนำสลบภายในกล่องที่มืดสนิทจึงอาจเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ไม่ต้องจับบังคับนกและไม่ทำให้นกตื่นตื่นมากเกินไปก่อนที่จะสลบ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติการจับนกออกมาจากจากกรงเลี้ยงขนาดใหญ่และพักอยู่ในกรงขนาดเล็กเพื่อนำมารีดเก็บน้ำเชื้อทำให้นกมีความเครียดและตื่นตื่นอยู่ก่อนแล้ว

ทั้งนี้การใช้ยาดมสลบ Isoflurane อาจส่งผลต่อการหายใจและการเต้นของหัวใจในนกบางชนิด เช่น ลดอัตราการหายใจและการเต้นของหัวใจในเป็ดปักกิ่ง (Goelz *et al.* 1990) กดการหายใจในนกแก้วกาล่า, นกแก้วอเมซอน (Jaensch *et al.* 1999; Langlois *et al.* 2003) โดยรวมแล้วการใช้ Isoflurane ในนกทำให้กดการหายใจได้เล็กน้อยและอาจทำให้เกิดภาวะการหยุดหายใจ (Apnea) ในนกบางชนิด ซึ่งต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในนกเงือกต่อไป อย่างไรก็ตามการใช้ Isoflurane ยังเป็นยาสลบที่นิยมใช้ในนก (Gunkel and Lafortune, 2005)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และอัตราการหายใจ (Respiration rate) ในแต่ละ series ของนกแก้ว

	Mean $\pm$ SEM			
	1 st series	2 nd series	3 rd series	Overall
Heart rate (beats/min)	126.8 $\pm$ 4.8	128.8 $\pm$ 4.7	141.2 $\pm$ 8.4	132.27 $\pm$ 3.74
Respiration rate (breaths/min)	21.0 $\pm$ 4.7	19.2 $\pm$ 4.7	16.4 $\pm$ 3.0	18.87 $\pm$ 2.33

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และอัตราการหายใจ (Respiration rate) ในแต่ละ series ของนกกาฮัง

	Mean $\pm$ SEM			
	1 st series	2 nd series	3 rd series	Overall
Heart rate (beats/min)	138.3 $\pm$ 10.0	125.7 $\pm$ 8.4	127.4 $\pm$ 11.1	130.48 $\pm$ 5.58
Respiration rate (breaths/min)	28.3 $\pm$ 4.7	25.1 $\pm$ 4.6	23.4 $\pm$ 3.8	25.62 $\pm$ 2.47

และในทางปฏิบัติมักจะถูกวางยาสลบเมื่อมีความจำเป็นจริงๆเท่านั้น จากประสบการณ์ของทีมงานการใช้ยาอื่นๆเพื่อการวางยาสลบในนกเงือก เช่น Ketamine, Xylazine, Tiletamine and zolazepam หรือ Diazepam ไม่สามารถทำการรีดเก็บน้ำเชื้อด้วยวิธีนี้ได้ จากการสืบค้นข้อมูลเราไม่พบงานวิจัยใดที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณชีพในนกเงือก การศึกษานี้เป็นรายงานแรกของการตรวจวัดสัญญาณชีพในนกเงือกด้วยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจ

จากข้อมูลนกแก้วดังตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจใน series ที่ 3 เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ series ที่ 1 และ 2 ในขณะที่เดียวกันค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจใน series ที่ 3 มีค่าต่ำสุด ที่เป็นเช่นนี้อาจสืบเนื่องมาจากฤทธิ์ของ Isoflurane ที่มีผลลดอัตราการหายใจ (Goelz *et al.* 1990; Langlois *et al.* 2003) ร่างกายจึงปรับสมดุลทางสรีระทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น จากข้อมูลนกกาฮังดังตารางที่ 2 พบว่า

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจและค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจใน series ที่ 1 มีค่าสูงกว่าใน series ที่ 2 และ 3 ซึ่งหากเทียบกับการปฏิบัติงานจริงช่วงระยะเวลาใน series ที่ 1 นั้น จะอยู่ระหว่าง 5-15 นาทีแรกหลังจากสลบ ดังนั้นการเต้นของหัวใจและการหายใจอาจจะยังคงมีความถี่สูงอยู่ดังเช่นเหตุผลที่กล่าวไว้ตอนต้น จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยที่ได้สูงกว่าใน series ถัดไป

อย่างไรก็ตามเมื่อนำอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจในแต่ละ series ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สูงขึ้นในแต่ละ series ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจในนกทั้งสองชนิด แสดงให้เห็นว่าการรีดเก็บน้ำเชื้อด้วยเครื่องกระตุ้นไฟฟ้า ไม่ส่งผลต่อสัญญาณชีพเบื้องต้นของนกแก้วและนกกาฮังที่สลบโดยใช้ Isoflurane และอาจนำวิธีการนี้ไปปรับใช้กับนกเงือกสายพันธุ์อื่นๆ ได้ ซึ่งต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สพ.ญ.ปิยาณีย์ งามสุข และเจ้าหน้าที่สวนสัตว์ทุกท่านที่ร่วมปฏิบัติการ คุณกรไชย กรแก้วรัตน์ และคุณปิยวรรณ สุธรรมาภินันท์ คณะสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ต่างๆในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ ผศ.น.สพ.ดร.นิกร ทองทิพย์ ที่ให้คำแนะนำต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

- Al-Sobayil, F.A., Ahmed, A.F., Al-Wabel, N.A., Al-Thonayian, A.A., Al-Rogibah, F.A., Al-Fuaim, A.H., Al-Obaid, A.O. and Al-Muzaini, A.M. 2009. The Use of xylazine, ketamine, and isoflurane for induction and maintenance of anesthesia in ostriches (*Struthio camelus*). *J. Avian Med. Surg.* 23(2): 101-107.
- Burgdorf-Moisuk, A., Whittington, J.K., Bennett, R.A., McFadden, M., Mitchell, M. and O'Brien, R. 2011. Successful management of simple fractures of the femoral neck with femoral head and neck excision arthroplasty in two free-living Avian species. *J. Avian Med. Surg.*, 25(3): 210-215.
- Calder, W.A. 1968. Respiratory and heart rate of birds at rest. *The Condor*. 70: 358-368.
- Chinnadurai, S.K., Spodnick, G., Degernes, L., DeVoe, R.S. and Marcellin-Little, D.J. 2009. Use of an extracapsular stabilization technique to repair cruciate ligament ruptures in two Avian species. *J. Avian Med. Surg.* 23(4): 307-313.
- Crosta, L. 2002. Alloplastic and heteroplastic bill prostheses in 2 Ramphastidae birds. *J. Avian Med. Surg.* 16(3): 218-222.
- Escobar, A., Thiesen, R., Vitaliano, S.N., Belmonte, E.A., Werther, K. and Valadão, C.A.A. 2011. Cardiorespiratory effects of ilsoflurane anesthesia in crested caracaras (*Caracara plancus*). *J. Zoo Wild Med.* 42(1): 12-17.
- Goelz, M.F., Hahn, A.W. and Kelley, S.T. 1990. Effects of halothane and isoflurane on mean arterial blood pressure, heart rate, and respiratory rate in adult Pekin ducks. *Anim. J. Vet. Res.* 51: 458-460.
- Gunkel, C. and Lafortune, M. 2005. Current techniques in Avian anesthesia. *Semin. Avian Exotic Pet Med.* 14 (4): 263-276.
- Heard, D.J. 1997. Seminar in avian and exotic pet medicine. 6(4): 172-179.
- Jaensch, S.M., Cullen, L. and Raidal, S.R. 1999. Comparative cardiopulmonary effects of halothane and isoflurane in galahs (*Eolophus roseicapillus*) *J. Avian Med. Surg.* 13: 15-22.
- Kanatiyanont, N, Kornkaewrat, K, Suthanmapinunt, P., Pinyopummin, A., 2012. Effect of semen collection techniques on semen quality and sperm motility parameters in Siamese

fighting cock (*Gallus gallus*). *Thai J. Vet. Med.* 42(4): 439-445.

Langlois, I., Harvey, R.C., Jones, M.P. and Schumache, J. 2003. Cardiopulmonary and anesthetic effects of isoflurane and propofol in hispaniolan Amazon parrots (*Amazona ventralis*). *J. Avian Med. Surg.* 17(1): 4-10.

Lawton, M.P.C. 2008. *In Avian medicine* 2nd edition. MOSBY: 138-142.

Machida, N., Aohagi, Y. Electrocardiography, heart rates, and heart weights of free-living birds. 2001. *J Zoo Wild Med.* 2001. 32(1): 47-54.

Pettifer, G.R., Cornick-Seahorn, J., Smith, J.A., Hosgood, G. and Tully Jr. T.N. 2002. The comparative cardiopulmonary effects of spontaneous and controlled ventilation by using the hallowell EMC anesthesia workstation in hispaniolan Amazon parrots (*Amazona ventralis*). *J. Avian Med. Surg.* 16(4): 268-276.

Rahal, S.C., Teixeira, C.R., Pereira-Junior, O.C.M., Vulcano, L.C., Aguiar, A.J.A. and Rassy, F.B. 2008. Two surgical approaches to fracture malunion repair. *J. Avian Med. Surg.* 22(4): 323-330.

