เชียงใหม่สัตวแพทยสาร 2558; 13(2): 103-115

บทความปริทัศน์

การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องในสุนัขและแมว

ประภาวดี ไพรินทร์

ภาควิชาชีวศาสตร์ทางสัตวแพทย์และสัตวแพทย์สาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50100

บทคัดย่อ การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา (Holter monitoring) เป็นวิธีการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิวหนังของร่างกายที่สามารถบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ติดต่อกันแบบต่อเนื่องนานถึง 24 ชั่วโมงหรือมากกว่า โดยอุปกรณ์ที่ตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบพกพาเรียกว่า “Holter monitor” ซึ่งมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สะดวกในการพกพา สามารถทำได้ในคลินิกโดยไม่ต้องวางยาสลบหรือผ่าตัด คนและสัตว์ป่วยที่รับการตรวจติดตามด้วย Holter monitoring สามารถดำเนินกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติ และสามารถบันทึกต่อเนื่องแม้ในขณะที่นอนหลับได้จึงเพิ่มโอกาสในการที่จะตรวจพบภาวะหัวใจเสียจังหวะได้มากกว่าจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ใช้ในโรงพยาบาลทั่วไป ในปัจจุบัน Holter monitoring ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในทางสัตวแพทย์เพื่อใช้ในการวินิจฉัย ประเมินความรุนแรง และความถี่ของภาวะหัวใจเสียจังหวะ พิจารณาความจำเป็นในการใช้ยารักษาภาวะหัวใจเสียจังหวะ ติดตามผลการรักษาและประเมินประสิทธิภาพของยาที่ใช้ในการรักษาภาวะหัวใจเสียจังหวะ บทความนี้เป็นการนำเสนอประวัติการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยใช้เครื่อง Holter monitor ประโยชน์และข้อบ่งชี้ในทางคลินิก อุปกรณ์สำหรับใช้ในการตรวจบันทึกในสัตว์ ขั้นตอนในการใช้เครื่องบันทึกข้อมูล ข้อควรปฏิบัติสำหรับเจ้าของสัตว์ขณะใช้เครื่องในสัตว์ การวิเคราะห์ผล และข้อจำกัดในการใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพาในสุนัขและแมว **เชียงใหม่สัตวแพทยสาร 2558; 13(2): 103-**115

คำสำคัญ: การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่อง สุนัข แมว สัตวแพทย์

ผู้รับผิดชอบบทความ: ประภาวดี ไพรินทร์ ภาควิชาชีวศาสตร์ทางสัตวแพทย์และสัตวแพทย์สาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100 E-mail address: prapawadeevet60@hotmail.com วันที่ได้รับบทความ 18 มิถุนายน 2558

บทนำ

การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา (Holter monitoring, continuous electrocardiogram Holter monitor or ambulatory electrocardiography device) เป็นวิธีการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิวหนังของร่างกายแบบต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือมากกว่า โดยการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพามีหลักการพื้นฐานเช่นเดียวกับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram; ECG) การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ Holter monitoring มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจในคนและสัตว์ป่วยที่มีภาวะหัวใจเสียจังหวะแบบไม่ต่อเนื่อง (intermittent cardiac arrhythmias) ที่อาจเกิดขึ้นนานๆ ครั้ง หรือเป็นๆ หายๆ ในช่วงเวลาสั้นๆ ทำให้ยากแก่การวินิจฉัยเนื่องจากภาวะหัวใจเสียจังหวะ (cardiac arrhythmias) ดังกล่าวนั้นมักตรวจไม่พบในขณะทำการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบทั่วไปที่ใช้ในโรงพยาบาล (in-hospital electrocardiograms) ที่ใช้เวลาในการตรวจบันทึกแต่ละครั้งเพียง 20-30 วินาที หรือจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในขณะพัก (resting electrocardiograms) ที่เป็นการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจเพียงระยะสั้นๆ 5-10 นาที ซึ่งทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมาเหมาะสำหรับใช้ตรวจวินิจฉัยหาชนิดของภาวะหัวใจเสียจังหวะในรายที่แสดงอาการบ่อยหรือเป็นอยู่ตลอดเวลาทำให้มีโอกาสตรวจพบความผิดปกติได้แม้ตรวจในระยะเวลาสั้นๆ การศึกษาของ Meurs และคณะ (2001) พบว่าการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบปกติ 2 นาที ในสุนัขพันธุ์บ๊อกเซอร์โตเต็มวัยอายุ 9 เดือนขึ้นไป ตรวจพบภาวะ

หัวใจเสียจังหวะชนิด Ventricular premature complexes (VPCs) ได้ก็ต่อเมื่อสุนัขมีความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด VPCs อย่างน้อย 50 คลื่นในเวลา 24 ชั่วโมง และการบันทึกด้วย Holter monitoring มีความจำเพาะ (specificity) ของวิธีการตรวจภาวะหัวใจเสียจังหวะในสุนัขที่แสดงอาการเป็นลมหมดสติ (syncope) อยู่ที่ 100 เปอร์เซนต์ และในสุนัขที่ไม่แสดงอาการของโรคหัวใจอยู่ที่ 93 เปอร์เซนต์ การศึกษาของ Wess และคณะ (2010) พบว่าในสุนัขโดเบอร์แมนพินเชอร์พันธุ์แท้ที่ไม่ป่วยด้วยโรคหัวใจพิการแต่กำเนิด (congenital heart disease) และโรคลิ้นหัวใจไมตรัลผิดปกติ (mitral valvular disease) หากตรวจพบความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด VPCs 100 คลื่นในเวลา 24 ชั่วโมง จะมีโอกาสตรวจพบ VPCs อย่างน้อย 1 คลื่นด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 5 นาที โดยมีความไวของวิธีการตรวจ (sensitivity) อยู่ที่ 64.2 เปอร์เซนต์ มีความจำเพาะของวิธีการตรวจอยู่ที่ 96.7 เปอร์เซนต์ มีค่าพยากรณ์ผลบวก (positive predictive value) อยู่ที่ 85.6 เปอร์เซนต์ และค่าพยากรณ์ผลลบ (negative predictive value) อยู่ที่ 89.9 เปอร์เซนต์

ปัจจุบันการตรวจแบบ Holter monitoring ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในทางสัตวแพทย์เพื่อใช้ในการวินิจฉัย ประเมินความรุนแรง และความถี่ของภาวะหัวใจเสียจังหวะ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และสามารถทำได้ในคลินิกโดยไม่ต้องวางยาสลบหรือผ่าตัด ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้จากการบันทึกด้วยวิธีนี้สามารถแสดงความสัมพันธ์ของอาการทางคลินิกกับช่วงเวลาที่เกิดการเต้นผิดจังหวะของหัวใจที่บันทึกได้ และยังใช้ในการพิจารณาความจำเป็นในการใช้ยารักษาภาวะหัวใจเสียจังหวะรวมทั้งประเมินผลการรักษาภาวะหัวใจเสียจังหวะด้วยยาต้านภาวะหัวใจเสียจังหวะด้วย (Petrie, 2005)

การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องนั้นต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “Holter recorder หรือ Holter monitor” หรือที่เรียกสั้นๆว่า “เครื่อง Holter” ซึ่งเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กสามารถติดไปกับตัวของคนและสัตว์ป่วยได้ โดยบันทึกข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจลงบนเทปคาสเซต (cassette tape) หรือ ดิสเก็ต (diskette) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันแผ่นเก็บข้อมูลแบบเอสดีเมมโมรี่การ์ด (secure digital memory card หรือ SD memory card) ได้ถูกนำมาใช้ทดแทนการใช้เทปคาสเซตและดิสเก็ต เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและเก็บข้อมูลได้มากกว่า จากนั้นข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้มาจะถูกวิเคราะห์เพื่อวินิจฉัยชนิดและสาเหตุของภาวะหัวใจเสียจังหวะ ผู้ป่วยที่รับการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยเครื่อง Holter monitor สามารถเคลื่อนไหวหรือดำเนินกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติ และสามารถบันทึกต่อเนื่องแม้ในขณะที่นอนหลับได้จึงเพิ่มโอกาสในการที่จะตรวจพบความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้มากขึ้น (รุ่งโรจน์ กฤตยพงษ์, 2546; Kennedy & Wiens, 1987; Goodwin, 1998; Crawford et al., 1999; Petrie, 2005)

ประวัติการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา

การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องเริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1949 โดยชื่อของเครื่องตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา “Holter monitor” นั้นได้มาจากชื่อของ Norman J. Holter นักชีวฟิสิกส์ชาวอเมริกัน ผู้ประดิษฐ์คิดค้นเครื่องติดตามการทำงานของหัวใจแบบไร้สาย (telemetric cardiac monitoring) นั่นเอง โดยในช่วงแรกนั้นเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพาจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ น้ำหนักมาก และสามารถบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ในระยะเวลาที่จำกัดเนื่องจากใช้เทปคาสเซตในการบันทึกข้อมูล (Holter, 1961) ต่อมาในปี ค.ศ. 1963 เครื่อง Holter monitor ได้รับการจดสิทธิบัตรและจำหน่ายขึ้นเป็นครั้งแรก โดย Bruce D. Mar ที่ได้ร่วมมือกับ Norman J. Holter ในการพัฒนาและประดิษฐ์เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจให้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา พกพาติดตัวไปได้ตลอด และสามารถบันทึกข้อมูลในระยะเวลายาวนานกว่า 24 ชั่วโมง จึงเหมาะที่จะนำมาใช้งานในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แพทย์นำผลมาวินิจฉัยต่อไป และเนื่องจากเครื่อง Holter สามารถใช้ในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจต่อเนื่องในผู้ป่วยโดยไม่รบกวนกิจวัตรประจำวัน การออกกำลังกาย หรือแม้ในขณะที่นอนหลับ จึงถูกนำมาใช้ในทางคลินิกและการวิจัยทางคลินิกอย่างแพร่หลายนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1966 เป็นต้นมา (Bruce, 2005)

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาโปรแกรมของเครื่อง Holter ให้สามารถทำการบันทึกช่วงเวลาที่ผู้ป่วยหรือสัตว์ป่วยมีอาการผิดปกติของหัวใจ เช่น เมื่อมีอาการใจสั่น (palpitation) เจ็บหน้าอก (chest pain) อ่อนเพลีย (weakness) ความสามารถในการทำกิจกรรมโดยการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อลดลง (exercise intolerance) มีอาการวูบ (fainting) หรือ เป็นลมหมดสติเป็นต้น โดยเมื่อผู้ป่วยหรือเจ้าของสัตว์ป่วยทำการกดปุ่ม (event button) ที่อยู่บนตัวเครื่องจะสามารถบ่งบอกตำแหน่งของคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะที่เกิดอาการ ทำให้ช่วยในการวินิจฉัยแยกความผิดปกติที่เกิดขึ้นว่าเกิดจากความผิดปกติของไฟฟ้าหัวใจ หรือจากสาเหตุอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น (รุ่งโรจน์ กฤตยพงษ์, 2546; Kennedy &

Wiens, 1987) นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มโปรแกรมต่าง ๆ ได้แก่ 1) โปรแกรมในการตรวจหาพร้อมรายงานผล ชนิดและจำนวนของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติ 2) โปรแกรมการวิเคราะห์ช่วงต่างๆของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เช่น การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ tachycardia, bradycardia, cardiac pause, QT interval และ ST segment deviation เป็นต้น และ 3) โปรแกรมในการคำนวณต่างๆ เช่น การวัดประเภทของภาวะหัวใจเสียจังหวะ (arrhythmia measurement) การวัดการเปลี่ยนแปลงของ ST segment (ST measurement) การวัดความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (HRV measurement) การทำกราฟการกระจายตัวแบบลอเรนตซ (Lorentz plot) และการวัดการทำงานของเครื่องกระตุ้นหัวใจ (pacemaker measurement) เป็นต้น (Fukuda, 2003)

ประโยชน์และข้อบ่งชี้ในการตรวจโดยใช้เครื่อง Holter monitor ในทางคลินิก

ทางการแพทย์มีการนำเครื่อง Holter มาใช้ในการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องเพื่อช่วยวินิจฉัยภาวะหัวใจเสียจังหวะ พยากรณ์โรคในผู้ป่วยโรคหัวใจ ประเมินความรุนแรงและความถี่ในการเกิดภาวะหัวใจเสียจังหวะขณะทำกิจวัตรประจำวัน และประเมินประสิทธิภาพของยาที่ใช้ในการรักษาภาวะหัวใจเสียจังหวะ (antiarrhythmic agent) (Crawford et al., 1999) ในทางสัตวแพทย์มีการนำเครื่อง Holter monitor มาใช้ในงานวิจัยและในงานทางคลินิกอย่างแพร่หลาย โดยการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพาในงานคลินิกมักใช้ในสุนัขและแมว (Crawford et al., 1999; Miller et al., 1999; Calvert et al., 2000; Petrie, 2005; Mackie, Stepien & Kellihan, 2010) ซึ่งมีข้อบ่งชี้ดังนี้

1. ใช้ในการตรวจหาภาวะหัวใจเสียจังหวะที่ไม่ทราบว่าจะเกิดเมื่อใด ซึ่งมักใช้ในกรณีที่สุนัขหรือแมวมารับการตรวจรักษาด้วยอาการเป็นลมหมดสติ มีอาการอ่อนแรงเป็นระยะๆ (intermittent weakness) เหนื่อยง่ายเวลาออกแรง ไปจนถึงมีอาการเหนื่อยแม้ในขณะพัก เป็นต้น ในกรณีที่ตรวจพบ AV block (mobitz type II) หรือ แบบ high grade ถึงแม้ว่าสัตว์ไม่แสดงอาการแต่บ่งชี้ว่าเป็นความผิดปกติที่รุนแรง ในกรณีนี้ควรทำการตรวจซ้ำโดยบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจต่อเนื่องให้ยาวนานขึ้นจาก 24 ชั่วโมง เป็น 48-72 ชั่วโมงเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัย แต่ถ้าทำการบันทึกเกิน 72 ชั่วโมงแล้วยังไม่พบอาการผิดปกติควรเปลี่ยนวิธีการตรวจเป็นการตรวจด้วยเครื่องบันทึกการเต้นของหัวใจชนิดพกพาแบบบันทึกเฉพาะเหตุการณ์ (intermittent recorders) ซึ่งได้แก่ cardiac event recorder และ implantable loop recorder ซึ่งมีความแม่นยำในกาวินิจฉัยมากกว่าการตรวจแบบ Holter monitoring แต่มีข้อเสียคือราคาสูงและบางวิธีอาจต้องผ่าตัดเพื่อฝังเครื่องมือไว้ใต้ผิวหนัง (Goodwin, 1998; Crawford et al., 1999; Bright & Cali, 2000; Scalvini et al., 2005)

2. หาความสัมพันธ์ของอาการทางคลินิกกับช่วงเวลาที่เกิดภาวะหัวใจเสียจังหวะเพื่อติดตามว่าคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติเกิดขึ้นในช่วงเวลาใด และมีความสัมพันธ์กับอาการที่เกิดขึ้นหรือไม่ การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยเครื่อง Holter monitor ร่วมกับการบันทึกช่วงเวลาที่สุนัขและแมวแสดงอาการผิดปกติที่กระทำโดยเจ้าของหรือผู้ดูแล ช่วยให้สัตวแพทย์สามารถวินิจฉัยความผิดปกติได้ถูกต้องมากขึ้น (Goodwin, 1998) ถ้าสัตว์ป่วยแสดงอาการผิดปกติตรงกับการตรวจพบคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติแสดงว่าอาการของสัตว์ป่วยนั้นเกิดจากความผิดปกติของหัวใจ ในทางตรงกันข้ามหากสัตว์ป่วยมีอาการผิดปกติแต่ตรวจไม่พบคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติแสดงว่าอาการของสัตว์ป่วยนั้นอาจเกิดจากสาเหตุอื่นๆ ซึ่งจำเป็นต้องทำการตรวจวินิจฉัยโดยละเอียดต่อไป ในกรณีที่ตรวจพบคลื่นไฟฟ้าหัวใจผิดปกติแต่สัตว์ไม่แสดงอาการอาจเป็นไปได้ว่าภาวะหัวใจเสียจังหวะที่พบมีความรุนแรงไม่มากจึงไม่ทำให้สัตว์ป่วยแสดงอาการ หรือสัตว์ป่วยอาจแสดงอาการในระยะเวลาอันรวดเร็วจนเจ้าของไม่ทันสังเกตเห็น หรือสัตว์ป่วยแสดงอาการผิดปกติในเวลากลางคืนและเจ้าของหลับจึงไม่พบอาการแสดงออกของสัตว์ป่วย

3. พิจารณาความจำเป็นในการใช้ยารักษาภาวะหัวใจเสียจังหวะ การรักษาภาวะหัวใจเสียจังหวะในสุนัขและแมวนั้นสัตวแพทย์จะพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ อาการ ความถี่และความรุนแรงของโรค ร่วมกับรูปแบบและความถี่ของภาวะหัวใจเสียจังหวะที่บันทึกได้ ในสัตว์ป่วยจาก การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา 24 ถึง 48 ชั่วโมง ในกรณีที่แสดงอาการน้อยหรือไม่มีอาการ อาจไม่ต้องรักษาเพียงแค่มอนิเตอร์และติดตามดูอาการเป็นระยะๆ ในรายที่ต้องได้รับการรักษาทันทีได้แก่สัตว์ป่วย ที่มีความดันเลือดต่ำ หัวใจล้มเหลว ชัก เป็นลมหมดสติ หรือมีอาการอื่นๆ จากการช็อกหมดสติที่เกิดจากหัวใจเต้นช้า (bradycardia) หรือหัวใจเต้นเร็ว (tachycardia) ที่เป็นผลให้มีเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ไม่เพียงพอ โดยในรายที่ ต้องทำการรักษาจะมีทางเลือกในการรักษาหลายวิธี ซึ่งจะพิจารณาตามความเหมาะสมกับสัตว์แต่ละราย

4. ติดตามผลการรักษา และประเมินประสิทธิภาพของยาที่ใช้ในการรักษาภาวะหัวใจเสียจังหวะ การศึกษาของ Mason (1993) พบว่าการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยเครื่อง Holter monitor ช่วยประเมินผลการรักษาด้วยยาที่ใช้ในการรักษาภาวะหัวใจเสียจังหวะ และพบว่าหากยาดังกล่าวสามารถยับยั้งการเกิดภาวะหัวใจห้องล่างเสียจังหวะแบบเร็ว (ventricular tachyarrhythmia) โดยเฉพาะ repetitive form ได้ ก็สามารถทำนายผลสำเร็จของการรักษาได้เช่นเดียวกับการตรวจทางสรีรวิทยาไฟฟ้าของหัวใจ (electrophysiologic testing)

5. ตรวจคัดกรองโรคกล้ามเนื้อหัวใจเสื่อมแบบไม่แสดงอาการ (occult cardiomyopathies) การศึกษาของ Calvert และ Wall (2001) พบว่าจากการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยเครื่อง Holter monitor เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในสุนัขโดเบอร์แมนพินเชอร์ที่ตรวจพบภาวะโรคกล้ามเนื้อหัวใจชนิดห้องหัวใจขยายใหญ่ผิดปกติ (dilated cardiomyopathy) มักตรวจพบความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด VPCs และ 67 เปอร์เซนต์ของสุนัขปกติที่ตรวจพบ VPCs มากกว่า 100 คลื่น หรือพบ VPCs แบบ 2 คลื่น หรือ แบบ 3 คลื่นติดกัน (couplets or triplets of VPC) หรือในสุนัขที่มีภาวะหัวใจห้องล่างเต้นเร็ว (ventricular tachycardia) มักตรวจพบภาวะโรคกล้ามเนื้อหัวใจชนิดห้องหัวใจขยายใหญ่ผิดปกติตามมาในเวลา 1 ปี และในสุนัขที่เหลือจะตรวจพบความผิดปกติในเวลา 3 ปี

6. วินิจฉัยภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (myocardial ischemia) การตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพาสามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงของ ST segment ซึ่งใช้ในการวินิจฉัยภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดแบบไม่แสดงอาการได้ และสามารถคำนวณเวลาที่กล้ามเนื้อหัวใจมีการขาดเลือดใน 24 ชั่วโมง (total ischemic burden) ซึ่งสามารถใช้ในการบ่งชี้ถึงความรุนแรงของโรคได้ (รุ่งโรจน์ กฤตยพงษ์, 2546)

7. ตรวจการทำงานของเครื่องกระตุ้นหัวใจ (pacemaker) ว่ายังทำงานเป็นปกติหรือไม่

8. ตรวจความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate variability; HRV) ปัจจุบันเครื่อง Holter สามารถวิเคราะห์ HRV ได้ทั้งแบบ time-domain analysis และ frequency-domain analysis ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน (standard method) ที่ใช้ในการบ่งชี้ถึงความสมดุลระหว่างระบบประสาทอัตโนวัติซิมพาเธติก (sympathetic nervous system) และระบบประสาทพาราซิมพาเธติก (parasympathetic nervous system) ที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ สามารถตรวจพบความผิดปกติจากการเกิดภาวะเส้นประสาท อัตโนวัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจเสื่อม (cardiovascular autonomic neuropathy, CAN) ได้แม้ในระยะแรกๆที่ผู้ป่วยไม่แสดงอาการ โดยพบว่าถ้า HRV มีค่าสูงบ่งชี้ว่าร่างกายมีการควบคุมการทำงานของระบบประสาทอัตโนวัติที่ดี (Van Ravenswaaij-Arts et al., 1993; Sztajzel, 2004; Seung-Hyun et al., 2008) ปัจจุบันมีการนำ HRV มาใช้ในการวินิจฉัยภาวะเส้นประสาทอัตโนวัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจเสื่อม และการประเมินความสมดุลระหว่างระบบประสาทอัตโนวัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจในคนและสัตว์ป่วยอย่างแพร่หลาย ยกตัวอย่างเช่น การนำ HRV มาใช้ในการวินิจฉัยภาวะเส้นประสาทอัตโนวัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจเสื่อมในสุนัขที่เป็นโรคเบาหวาน (diabetic cardiovascular autonomic neuropathy, DCAN) โดยพบว่าค่า HRV ที่ทำการวัดและวิเคราะห์จากสุนัขที่เป็นโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดีจะมีทิศทางหรือแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับในมนุษย์เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากกลุ่มปกติ (Pirintr et al. 2012) มีการศึกษาเกี่ยวกับ HRV ในโรคหัวใจชนิดต่างๆ ในสุนัขพบว่าสุนัขที่เป็นโรคหัวใจ และมีภาวะหัวใจล้มเหลวจะมีค่า HRV ที่ลดลง (Häggström et al., 1996; Calvert & Wall, 2001; Piccirillo et al., 2009)

อุปกรณ์สำหรับใช้ในการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพาในสุนัขและแมว

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพาในสุนัขและแมวมีความแตกต่างจากที่ใช้ในคนเล็กน้อย เนื่องจากในสัตว์ป่วยโดยเฉพาะสุนัขและแมวนั้นมักไม่ค่อยอยู่นิ่งเมื่อต้องใส่ชุดเครื่องมือในการตรวจที่มีสายระโยงระยาง สุนัขหรือแมวอาจกัดแทะเครื่องมือหรือสายวัดสัญญาณซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงเสียหายได้ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวจึงต้องเพิ่มอุปกรณ์ในการป้องกันความเสียหายของเครื่องมือเหล่านั้นเข้าไป โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ (รูปที่ 1) ประกอบด้วย

รูปที่ 1 แสดงเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจต่อเนื่องแบบพกพา พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (1) เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา (Holter recorder) (2) สายวัดสัญญาณพร้อมขั้วไฟฟ้า (Holter monitor wires with electrodes) (3) อุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูล แบบ SD card (4) อัลคาไลน์แบตเตอรี่ (alkaline battery) ขนาด AAA สำหรับ digital Holter recorder (5) กระเป๋า (Holter cases) (6) disposable ECG electrodes (7) ผ้ากอซพันแผลแบบยืด (conforming bandage) (8) ผ้ายืดพันแผลแบบมีเทปกาวในตัว (coban) และ (9) เทปกาว

1. เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา (Holter recorders) เป็นอุปกรณ์ในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ที่ออกแบบให้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สามารถพกพาได้สะดวก ซึ่งมี 2 ชนิดคือ digital Holter recorder และ analog cassette Holter recorder โดยมีรูปแบบในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 2 แบบคือ 2 ช่องสัญญาณ และ 3 ช่องสัญญาณ (2 channel recorder และ 3 channel recorder)

2. สายวัดสัญญาณพร้อมขั้วไฟฟ้า (Holter monitor wires with electrodes) เป็นส่วนประกอบที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างเครื่อง Holter และตัวสัตว์ โดยสายวัดสัญญาณ 5 เส้นใช้สำหรับการบันทึกสัญญาณ 2 ช่องสัญญาณ และ 7 เส้นใช้สำหรับการบันทึกสัญญาณ 3 ช่องสัญญาณ

3. อุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูล แบบ SD card สำหรับ digital Holter recorder และแบบ cassette tape สำหรับ analog cassette Holter recorder

4. อัลคาไลน์แบตเตอรี่ (alkaline battery) ขนาด AAA สำหรับ digital Holter recorder และขนาด AA สำหรับ analog cassette Holter recorder เนื่องจากมีความจุไฟสูง ใช้ได้ยาวนานเพียงพอต่อระยะเวลาในการบันทึกข้อมูล 24 ถึง 48 ชั่วโมง

5. กระเป๋าและสายคาดสำหรับเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา (Holter case and belt)

6. แผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ (disposable ECG electrodes)

7. ผ้ากอซพันแผลแบบยืด (conforming bandage)

8. ผ้ายืดพันแผล (elastic bandage) หรือผ้ายืดพันแผลแบบมีเทปกาวในตัว (coban)

9. เทปกาวชนิดผ้า (leukoplast tape)

เทคนิคการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องโดยการใช้เครื่อง Holter

ระยะเวลาในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องในสุนัขและแมวนั้นขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการนำคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่บันทึกได้ไปใช้ประโยชน์ กรณีที่ต้องการวินิจฉัยภาวะหัวใจเสียจังหวะนิยมทำการบันทึกเป็นเวลา 24 หรือ 48 ชั่วโมง และสูงสุดที่ 72 ชั่วโมง ในกรณีที่ต้องการนำคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่บันทึกได้ไปใช้ในการตรวจความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ อาจทำการบันทึกในช่วงสั้นๆ 0.5-5 นาที (Short-term HRV) ไปจนถึงหลายชั่วโมง หรือตลอด 24 ชั่วโมง (Long-term HRV) ทั้งนี้ขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้พยากรณ์โรคหรือความผิดปกติต่าง ๆ (Van Ravenswaaij-Arts et al., 1993; Sztajzel, 2004)

การเตรียมตัวสัตว์สำหรับการตรวจ

สุนัขและแมวที่จะทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบต่อเนื่องโดยเครื่อง Holter ต้องทำการโกนขนบริเวณรอบหน้าอกให้เกลี้ยง เช็ดด้วยแอลกอฮอล์ และทิ้งไว้ให้แห้ง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและคราบไขมันบริเวณนั้นให้หมดไป ซึ่งจะช่วยให้แผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ และ electrodes สัมผัสกับผิวหนังได้แนบสนิท อาจใช้เจลหรือครีมอีเล็กโทรด (electrode gel or cream) ป้ายที่แผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจเพื่อเป็นสื่อไฟฟ้า ลดสัญญาณรบกวน (noise) และช่วยนำสัญญาณได้ดียิ่งขึ้น

ตำแหน่งในการวางขั้วไฟฟ้า

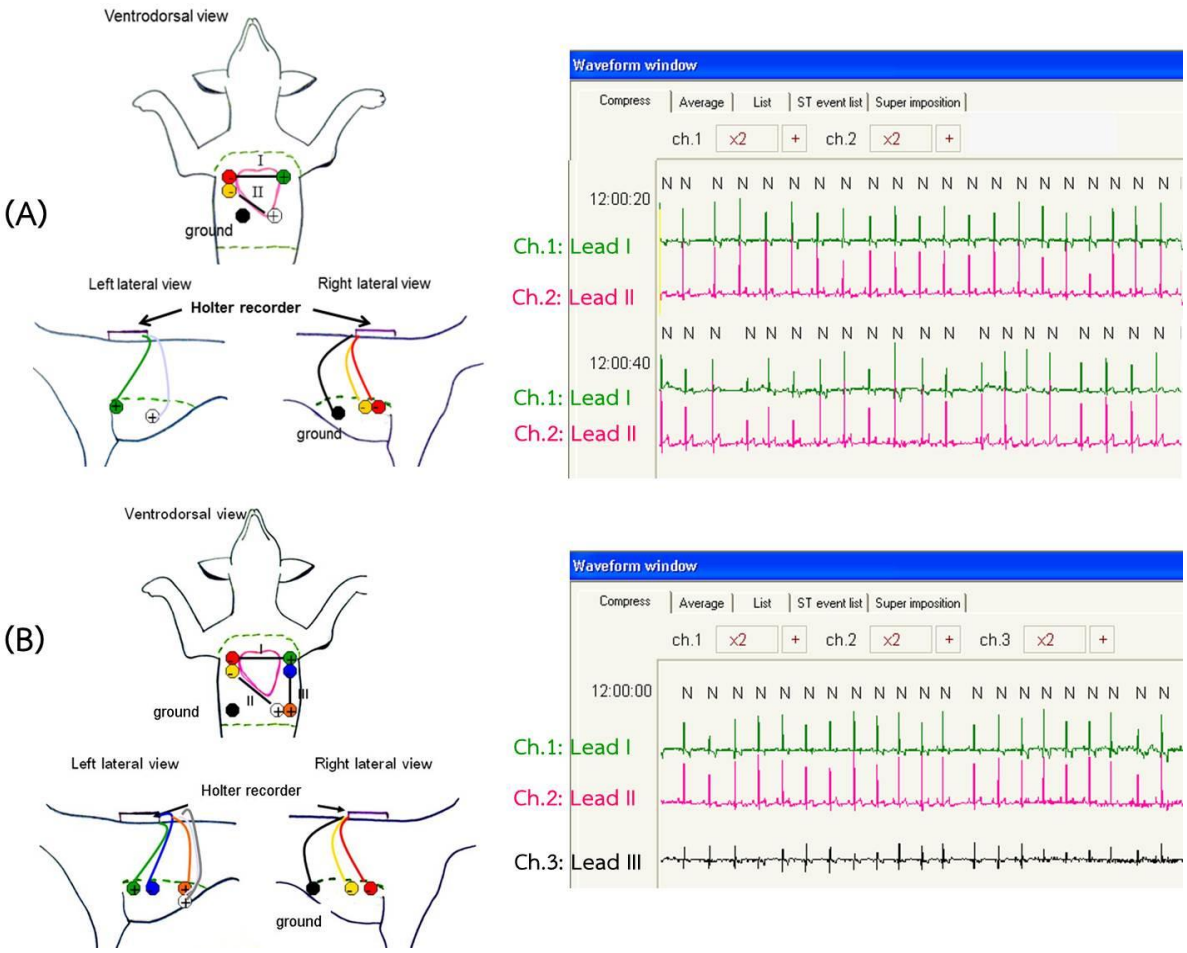
การตรวจสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจากร่างกายของสุนัขและแมวจะใช้ electrodes ที่ติดกับสายบันทึกสัญญาณ 5 เส้น สำหรับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ 2 ช่องสัญญาณ และชนิดสายบันทึกสัญญาณ 7 เส้น สำหรับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ 3 ช่องสัญญาณ โดยใช้ electrode แต่ละตัวหนีบกับแผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจที่ติดรอบๆ บริเวณผนังหน้าอกซ้าย และขวา จำนวน 5 และ 7 ชิ้นตามแบบช่องสัญญาณที่ต้องการบันทึก โดย electrode ที่ติดที่บริเวณอกล่างขวาจะใช้เป็นสายดิน (ground) ดังแสดงในรูปที่ 2 สำหรับแมวจะมีการวางตำแหน่งของขั้วไฟฟ้าคล้ายๆ กับในสุนัข (รูปที่ 3)

การติดเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบต่อเนื่องกับตัวสัตว์

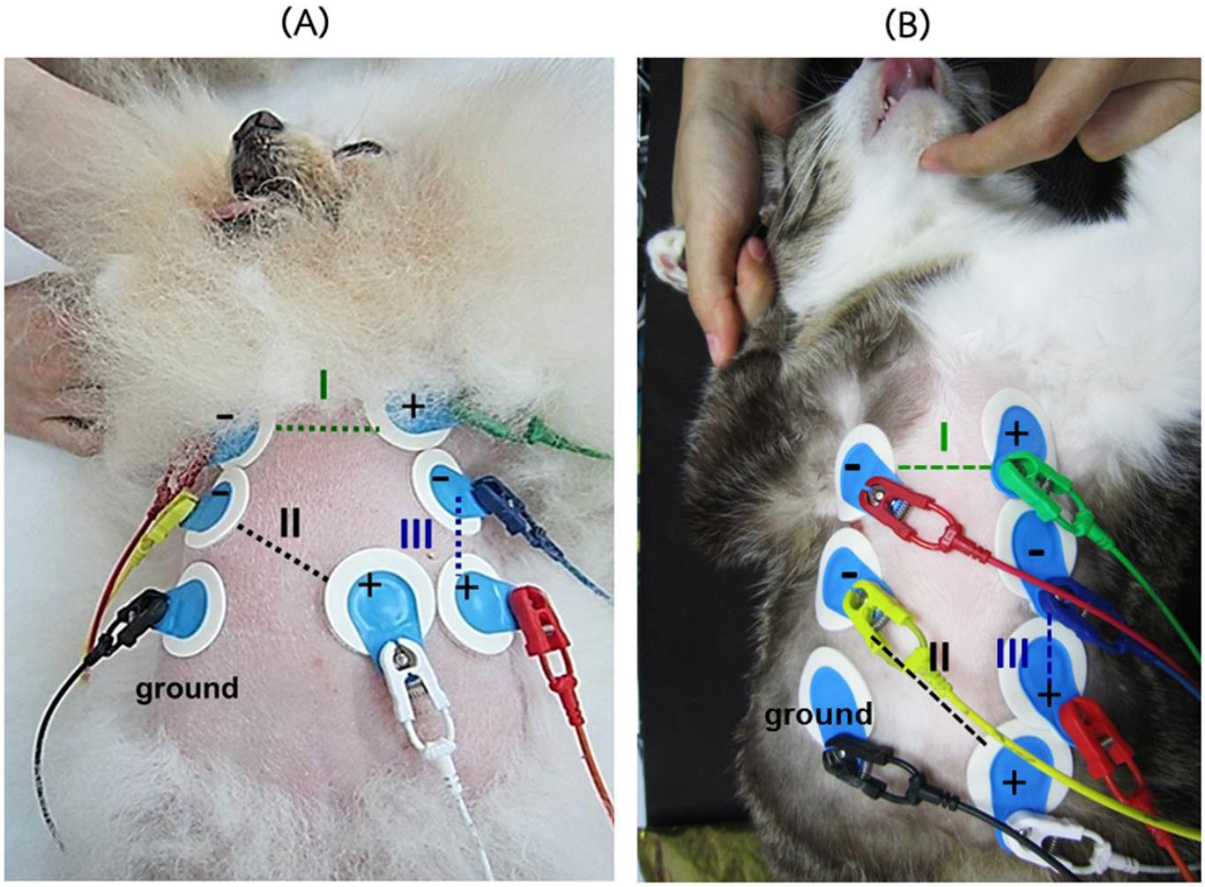
การทำให้แผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ electrodes และเครื่อง Holter แนบติดกับตัวสัตว์ตลอดช่วงเวลาในการบันทึก และสายวัดสัญญาณไม่หัก พับ ห้อยหรือแกว่ง นั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบต่อเนื่องในสุนัขและแมว มิฉะนั้นคลื่นไฟฟ้าที่ได้อาจไม่ครบตามจำนวนช่องสัญญาณที่ติดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น หรือคลื่นไฟฟ้าที่ได้มีลักษณะผิดปกติไปจากที่ควรเป็นซึ่งอาจเกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าเครื่องไม่สม่ำเสมอ อันมีสาเหตุมาจาก electrode ต่อกับแผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจไม่แน่น หรือสัมผัสของแผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจกับผิวหนังสัตว์ไม่ดีพอ การป้องกันปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดย

1. ตรวจให้แน่ใจว่าแผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจติดแนบสนิทกับผิวหนัง
2. ติดขั้วไฟฟ้าในตำแหน่งที่ถูกต้อง แน่น ไม่เลื่อนหลุดจากแผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ
3. ตรวจให้แน่ใจว่าได้บรรจุอุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูล (SD card หรือ Cassette tape) และ อัลคาไลน์แบตเตอรี่ลงในเครื่อง Holter แล้ว
4. ตรวจเช็คลักษณะคลื่นไฟฟ้าหัวใจจากจอแสดงผลว่าถูกต้อง และปรากฏครบทุกช่องสัญญาณหรือไม่ หากถูกต้องแล้วให้ทำการกดปุ่มบันทึก (Record)
5. ม้วนเก็บสายให้แนบกับตัว
6. ใช้ผ้ากอซพันแผลแบบยืดพันทับแผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจและสายวัดสัญญาณพร้อมขั้วไฟฟ้า ในกรณีที่สัตว์ค่อนข้างซุกซนและมีความเสี่ยงที่จะรื้อผ้ากอซพันแผลออก อาจใช้ผ้ายืดพันแผลหรือผ้ายืดพันแผลแบบมีเทปกาวในตัวพันทับอีกชั้น และใช้เทปกาวชนิดผ้าปิดบริเวณรอยต่อ ข้อแนะนำในการพันตัวด้วยผ้ายืดพันแผลหรือผ้ายืดพันแผลแบบมีเทปกาวในตัวคือขณะที่พันไม่ควรดึง และพันจนแน่นเกินไปเพราะจะทำให้สัตว์หายใจเข้าและออกได้ไม่เต็มที่ อาจทำให้อึดอัด และอาจเกิดอันตรายต่อสัตว์ได้ (รูปที่ 4)
7. นำเครื่อง Holter ใส่ในกระเป๋า และวางไว้บริเวณหลังของสัตว์ เพื่อป้องกันความเสียหายจากการกระแทกหากสัตว์ล้มตัวนอน หลุดตกพื้น หรือจากการกัดแทะโดยสัตว์ ในกรณีที่สัตว์ค่อนข้างอยู่นิ่ง ไม่กัดแทะอุปกรณ์อาจใช้เฉพาะสายเข็มขัด

คาดกระเป๋าไว้กับตัวสัตว์ หรือใส่เครื่อง Holter ในกระเป๋าที่อยู่ด้านหลังของเสื้อแจ็คเก็ต ในกรณีที่สัตว์ไม่อยู่นิ่ง หรือไม่ยอมใส่เสื้อให้ใช้ผ้ากอซพันแผลแบบยืด หรือผ้ายืดพันแผลแบบมีเทปกาวในตัวพับทับเครื่อง Holter ให้แนบชิดกับลำตัวแทน (รูปที่ 5)

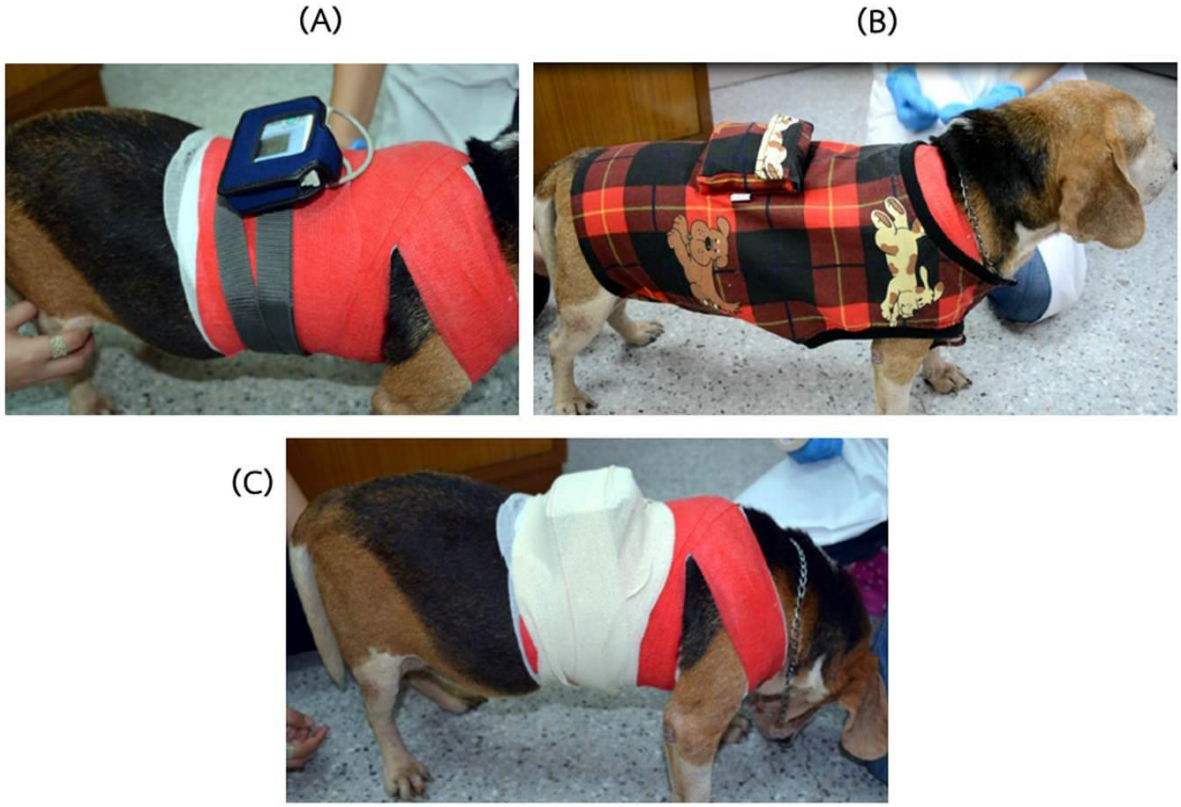


รูปที่ 2 ภาพวาดแสดงตำแหน่งในการวางขั้วไฟฟ้า (electrodes) บริเวณหน้าอกสุนัขรอบๆ หัวใจสำหรับเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบพกพา (A) ชนิดสายวัดสัญญาณ 5 เส้น สำหรับการวัดสัญญาณ 2 ช่องสัญญาณ และ (B) ชนิดสายวัดสัญญาณ 7 เส้น สำหรับการวัดสัญญาณ 3 ช่องสัญญาณ (ดัดแปลงจากการวางขั้วไฟฟ้าแบบ Bipolar limb lead โดยให้มี active electrodes เป็นคู่ๆ อันหนึ่งเป็นขั้วบวก และอีกอันหนึ่งเป็นขั้วลบ และมี electrode ที่ทำหน้าที่เป็นจุด ground 1 ตำแหน่ง)



รูปที่ 3 แสดงตำแหน่งในการวางขั้วไฟฟ้า (electrodes) (A) บริเวณหน้าอกสุนัข และ (B) บริเวณหน้าอกแมวรอบๆ หัวใจ สำหรับเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบพกพาชนิดสายวัดสัญญาณ 7 เส้น เพื่อวัดสัญญาณ 3 ช่องสัญญาณ แสดงภาพคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 3 lead โดยมี electrode ที่ทำหน้าที่เป็นจุด ground 1 ตำแหน่ง ติดที่บริเวณอกล่างขวา

รูปที่ 4 แสดงการพันผ้ายืดทับแผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ และสายวัดสัญญาณแบบต่างๆ (A) แบบใช้เฉพาะผ้ากอซพันแผลแบบยืด (conforming bandage) มักใช้ในกรณที่สัตว์ค่อนข้างอยู่นิ่ง ไม่กัดแทะอุปกรณ์ และ (B) แบบใช้ผ้ายืดพันแผล (elastic bandage) หรือผ้ายืดพันแผลแบบมีเทปกาวในตัว (coban) พันทับผ้ากอซพันแผลแบบยืดอีกชั้น มักใช้ในกรณีที่สัตว์ค่อนข้างซุกซน และมีความเสี่ยงที่จะรื้อผ้ากอซพันแผล



รูปที่ 5 แสดงการจัดเก็บเครื่อง Holter แบบต่างๆ (A) ใช้สายเข็มขัดคาดกระเป๋า (Holter case) ไว้กับตัวสัตว์ (B) ใส่เครื่อง Holter ในกระเป๋าที่อยู่ด้านหลังของเสื้อแจ็คเก็ตและ (C) ใช้ผ้ากอซพันแผลแบบยืด หรือผ้ายืดพันแผลแบบมีเทปกาวในตัวพับทับเครื่อง Holter ให้แนบชิดกับลำตัว

ข้อควรปฏิบัติสำหรับเจ้าของสัตว์ขณะใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องกับตัวสัตว์

สัตว์ป่วยที่รับการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพาสามารถเคลื่อนไหวหรือดำเนินกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติ หรือแม้ในขณะที่นอนหลับ แต่มีข้อควรคำนึงถึงดังนี้

1. ระหว่างการบันทึกข้อมูลควรมีเจ้าของ หรือผู้ดูแลอยู่กับสัตว์ ไม่ควรปล่อยให้สัตว์อยู่ตามลำพัง หรืออยู่กับสุนัขตัวอื่นๆ เพราะอาจเล่นกันและเผลอทำอุปกรณ์ชำรุดเสียหายได้

2. ห้ามให้ตัวสัตว์เปียกน้ำ หรือเครื่อง Holter และบริเวณที่ติดสายและขั้วต่อเปียกน้ำเพราะอาจทำให้แผ่นนำคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจหลุดจากตัวสัตว์

3. ห้ามทำเครื่องตก (ควรนำเครื่อง Holter ใส่กระเป๋าและพันด้วยผ้ายืดให้เรียบร้อย)

4. กรณีที่สัตว์แสดงอาการผิดปกติต่างๆ เช่นอ่อนแรงอย่างเฉียบพลัน วูบ เป็นลมหมดสติ ให้กดปุ่มบันทึกเหตุการณ์ที่อยู่บนตัวเครื่อง หรือจดบันทึกช่วงเวลา และระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวให้สัตวแพทย์ใช้ประกอบการวินิจฉัยต่อไป

ขั้นตอนในการแปลผลการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา

เมื่อทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจครบตามกำหนดเวลา สัตวแพทย์จะนำเทปคาสเซต หรือเอสดีเมมโมรี่การ์ดที่บันทึกข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งแต่ละบริษัทจะมีโปรแกรมการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีหลักการคล้ายๆ กัน (รูปที่ 6) คือ

1. กรอกข้อมูลของสัตว์ที่ตรวจ เช่น พันธุ์ เพศ อายุ เป็นต้น

2. เลือกให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งเครื่องจะทำการวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากการตั้งค่า (setting) ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และรายงานผลเป็นจำนวนคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติแบ่งตามชนิดของภาวะหัวใจเสียจังหวะ เช่น VPCs, SVPC,

R on T, V run และ Ventricular tachycardia เป็นต้น อย่างไรก็ตามผู้ที่วิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง หากพบว่าไม่ถูกต้องผู้วิเคราะห์สามารถแก้ไขให้ถูกต้อง และโปรแกรมจะคำนวณผลการวิเคราะห์ใหม่

3. โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์จะนำเสนอข้อมูลอื่นๆ เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ และแสดงตำแหน่งบน tracing ที่ผิดปกติโดยผู้วิเคราะห์ข้อมูลสามารถเช็คดูได้จาก diagram ที่เครื่องแสดงไว้

รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างขั้นตอนในการแปลผลการตรวจบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพา (A) แสดงหน้าจอสำหรับกรอกข้อมูลพื้นฐานของสัตว์ที่ตรวจ เช่น พันธุ์ เพศ อายุ การตั้งค่าวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และลักษณะ ECG tracing ที่บันทึกได้ (B) แสดงการรายงานผลอัตราการเต้นของหัวใจ และจำนวนคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติแบ่งตามชนิดของภาวะหัวใจเสียจังหวะ เช่น VPCs, SVPC, Other beat และ Paced beat เป็นต้น

ข้อจำกัดในการใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างต่อเนื่องแบบพกพาในสุนัขและแมว

ในปัจจุบันนั้นเครื่อง Holter ที่นำมาใช้ในสุนัขและแมว ส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในคนเนื่องจากมีราคาที่ถูกและสั่งซื้อได้ง่ายกว่าเครื่อง Holter ที่ผลิตขึ้นมาใช้ในสุนัขและแมวโดยตรง (trillium VetTM Holter system) ดังนั้นโปรแกรมการวิเคราะห์ต่างๆ ที่ใช้จึงออกแบบมาสำหรับวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจของคน เมื่อนำมาใช้กับสุนัขและแมวจึงมักพบผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้นบางอย่างไม่ถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง (Adin, 2009) ดังนั้นผู้ที่วิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นต้องตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลดิบให้ถูกต้องก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.อนุศักดิ์ กิจถาวรรัตน์ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาอนุเคราะห์ภาพถ่ายบางส่วนในบทความปริทัศน์นี้

References

รุ่งโรจน์ กฤตยพงษ์. (2546). การตรวจพิเศษเพื่อการตรวจวินิจฉัยการเต้นหัวใจผิดจังหวะ. ใน ชาญ ศรีรีตนสถาวร, รุ่งโรจน์ กฤตยพงษ์, เกียรติชัย ภูริปัญโญ และ องค์การ เรืองรัตนอัมพร (บรรณาธิการ), *Cardiac Arrhythmia: Basic Knowledge to Clinical Practice* (พิมพ์ครั้งที่ 2 หน้า 56-58). กรุงเทพฯ: บียอนด์ พับลิสชิ่ง.

Adin, D. (2009). Holter Monitoring in dogs and cats. In *Fall update - MEDICAL & CANCER CENTER FOR PETS.* COLUMBUS. Worthington, Ohio. 2-3.

Bright, J. M., & Cali, J. V. (2000). Clinical usefulness of cardiac event recording in dogs and cats examined because of syncope, episodic collapse, or intermittent weakness: 60 cases (1997-1999). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 216(7), 1110-1104.

Bruce, D. M. (2005). The history of clinical holter monitoring. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 10(2), 226-230.

Calvert, C. A., Jacobs, G. J., Smith, D. D., Rathbun, S. L., & Pickus, C. W. (2000). Association between results of ambulatory electrocardiography and development of cardiomyopathy during long-term follow-up of Doberman pinchers. *Journal of the American Veterinary Association.* 216(1), 34-39.

Calvert, C. A., & Wall, M. (2001). Results of ambulatory electrocardiography in overtly healthy Doberman Pinschers with equivocal echocardiographic evidence of dilated cardiomyopathy. *Journal of the American Veterinary Association.* 219(6), 782-784.

Crawford, M. H., Bernstein, S. J., Deedwania, P. C., DiMarco, J. P., Ferrick, K. J., Garson, A., ... & Tracy, C. M. (1999). ACC/AHA guidelines for ambulatory electrocardiography. A report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the Guidelines for Ambulatory Electrocardiography). *Journal of the American College of Cardiology*, 34(3), 912-948.

Fukuda Denshi. (2003). Holter Software SCM-510 Operation Manual. Japan. 264-265.

Goodwin, J. K. (1998). Holter monitoring and cardiac event recording. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 28(6), 1391-1407.

Holter, N. J. (1961). New method for heart studies continuous electrocardiography of active subjects. *Science*. 134, 1214-1220.

Häggström, J., Hamlin, R. L., Hansson, K. & Kvart, C. (1996). Heart rate variability in relation to severity of mitral regurgitation in Cavalier King Charles spaniels. *Journal of Small Animal Practice.* 37(2), 69-75.

Kennedy, H. L., & Wiens, R. D. (1987). Ambulatory (Holter) electrocardiography using real time analysis. *American journal of Cardiology.* 59, 1190-1195.

Mackie, B. A., Stepien, R. L., & Kellihan, H. B. (2010). Retrospective analysis of an implantable loop recorder for evaluation of syncope, collapse, or intermittent weakness in 23 dogs (2004-2008). *Journal of Veterinary Cardiology,* 12(1), 25-33.

Mason, J. W. (1993). ESVEM Investigators. A comparison of electrophysiologic testing with Holter monitoring to predict antiarrhythmic drug efficacy for ventricular tachyarrhythmia. *The New England Journal of Medicine.* 329, 445-451.

Meurs, K. M., Spier, A. W., Wright, N. A., & Hamlin, R. L. (2001). Comparison of in-hospital versus 24-hour ambulatory electrocardiography for detection of ventricular premature complexes in mature Boxers. *Journal of the American Veterinary Medical Association.* 218(2), 222-224.

Miller, R. H., Lehmkuhl, L. B., Bonagura, J. D., & Beall, M. J. (1999). Retrospective analysis of the clinical utility of ambulatory electrocardiographic (Holter) recording in syncopal dogs: 44 case (1991-1995). *Journal of Veterinary Internal Medicine.* 13(2), 111-122.

Petrie, J. P. (2005). Practical application of holter monitoring in dogs and cats. *Clinical Techniques in Small Animal Practice,* 20, 173-181.

Piccirillo, G., Ogawa, M., Song, J., Chong, V. J., Joung, B., Han, S. et al. (2009). Power spectral analysis of heart rate variability and autonomic nervous system activity measured directly in healthy 58 dogs and dogs with tachycardia-induced heart failure. *Heart Rhythm.* 6(4): 546-552.

Pirintr, P., Chansaisakorn, W., Trisiriroj, M., Kalandakanond-Thongsong, S. & Buranakarl, C. (2012). Heart rate variability and plasma norepinephrine concentration in diabetic dogs at rest. *Veterinary Research Communications*. 36(4), 207-214.

Scalvini, S., Zanelli, E., Martinelli, G., Baratti, D., Giordano, A., & Glisenti, F. (2005). Cardiac event recording yields more diagnoses than 24-hour Holter monitoring in patients with palpitations. *Journal of Telemedicine and Telecare.* 1, 14-16.

Seung-Hyun K., Shin-Ae P., Jae-Hyoung C., Ki-Ho S., Kun-Ho Y., Bong-Yun C. et al. (2008). Progression of cardiovascular autonomic dysfunction in patients with type 2 diabetes: a 7-year follow-up study. *Diabetes Care.* 31(9), 1832–1836.

Sztajzel, J. (2004). Heart rate variability:a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Swiss Medical Weekly*. 134(35-36), 514–522.

Van Ravenswaaij-Arts, C. M., Kollée, L. A., Hopman, J. C., Stoelinga, G. B., & van Geijn H. P. (1993). Heart rate variability. *Annals of Internal Medicine*. 118, 436–447.

Wess, G., Schulze, A., Geraghty, N., & Hartmann, K. (2010). Ability of a 5-minute electrocardiography (ECG) for predicting arrhythmias in Doberman Pinschers with cardiomyopathy in comparison with a 24-hour ambulatory ECG. *Journal of Veterinary Internal Medicine.* 24(2), 367-371.

Chiang Mai Veterinary Journal 2015; 13(2): 103-115

Review article

Holter Monitoring in Dogs and Cats

Prapawadee Pirintr

Department of Veterinary Biosciences and Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Chiang Mai University

Abstract A Holter monitoring is a noninvasive method that continuously records the electrocardiogram (ECG) for 24 hours or longer, using a special portable electrocardiograph recording device called a Holter monitor. A Holter monitor is a small, light and wearable device that can be done in a clinic setting without general anesthesia and surgery. Human and animal patients wear the Holter monitor while carrying out their normal daily activities and sleep, thus have more chance to detect arrhythmias than conventional ECG examination. Currently, in veterinary medicine, Holter monitoring has been widely used to diagnose and assess the severity and frequency of cardiac arrhythmia, assessing the need for antiarrhythmic therapy, monitoring and assessing the efficacy of antiarrhythmic therapy. This article presents the history of Holter monitoring, benefit and clinical indications, Holter mornitor for animals, procedures, user guideline during Holter monitoring, analysis of the recording and limitations of Holter monitoring in dogs and cats. **Chiang Mai Vet J 2015; 13(2): 103-115**

Key Words: Holter monitoring, dog, cat, veterinary

Coresponding author: Prapawadee pairintr Department of Veterinary Biosciences and Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100 E-mail address: prapawadeevet60@hotmail.com