

개와 고양이의 심전도 판독

Interpretation of electrocardiography in dogs and cats

현창백, DVM, PhD / 호주 빅터장 심장병 연구소, 성 빈센트 병원

ECG (Electrocardiogram)는 심근의 탈분극과 재분극을 그래프상으로 보여주는 장비로 심박동 (HR), 심장 율동 (cardiac rhythm) 및 심장내 전도상황을 보여준다. 심장내 전하의 차이를 mV로 나타내고 전하의 지속 기간을 초단위 (sec)로 보여준다. ECG는 심방 증대, 심근 질환, 심낭 질환, 전해질 불균형 및 약물 중독등을 감지하는데 유용하다. 하지만 ECG단독으로 확증을 내리면 오진을 할 수 있으므로 항상 부과적인 검사가 이를 뒷 받침해 주어야한다.

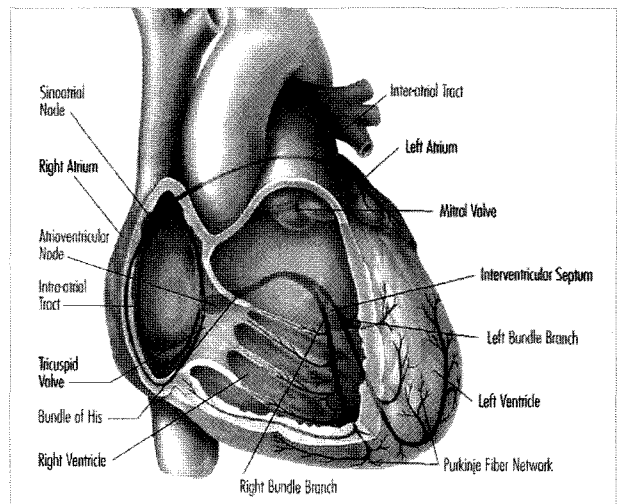
1. 심장의 정상 전도계

1.1. 정상적인 심장내 전도

심장의 수축과 이완을 유발하는 전하를 pacemaker라고하며, 전도의 개시는 동방결절 (sinoatrial node; SA node)에서 시작되며 이어 방실결절 (AV node), His bundle를 거쳐 양측의 branch bundle로 전도되어 심실 근육 내 분포된 purkinje cell로 전도된다(그림 1).

P파는 심방이 탈분극될때 유래하며 동방 결절의 질환시 비정상적인 P파가 관찰된다. P mitrale는 좌심방 확장시 볼수 있는 비정상적

[그림 1] 정상 심장 구조및 심전도계

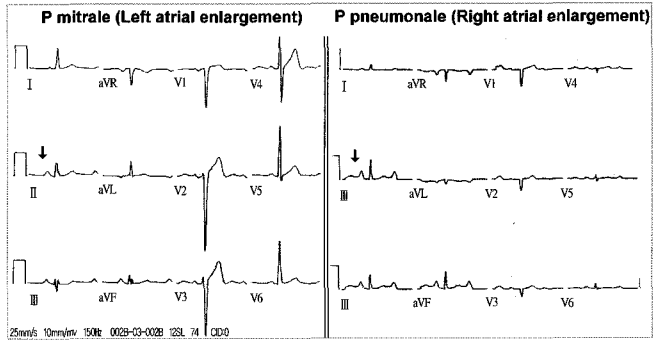


인 P파로 통상 넓고 notched된 모양이다. 또한 P pulmonale는 우심방 확장시 볼 수 있는 P파로 길고 spike모양이다(그림 3).

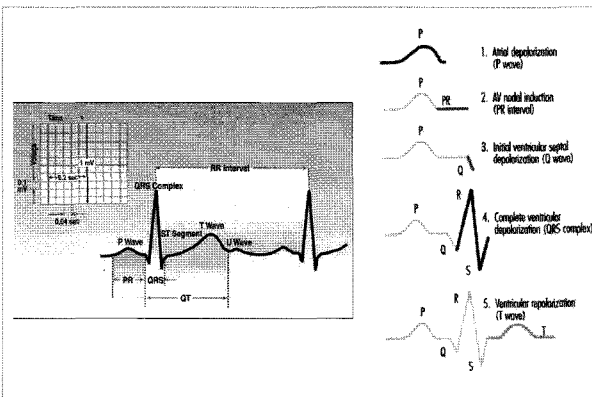
P-R interval은 SA node에서 AV node까지 전도될때까지 시간을 말하며, 심방 탈분극에서부터 심실 탈분극까지 시간을 말한다. 만약 심한 심방확장증이 있을 경우, P-R interval이 ECG baseline밑으로 쳐지는데 이를 심방 재분극 파동 (Ta wave)라고 한다. QRS는

심실이 탈분극될때 발생하며, 주로 심실 질환이나 branch bundle block 이 있을때 길어지거나 짧아지며 때로 negative deflection되기도 한다. 대문자 Q파는 크고 강할때 소문자 q파는 작고 약할때를 말하며, R파나 S파 역시 크고 강할때, 반대로 작고 약하면 r파, s파라고 표기한다. Q-T interval은 심실이 탈분극되어 재분극될때 까지 시간을 말하고 ST segment는 심실이 더이상의 전기적 활성이 없이 실질적인 심실 수축이 일어나는 시기를 말한다. T파는 심실이 재분극될때 발생한다. R-R interval은 심실이 탈분극된후 다음 탈분극이 일어날때까지 시간을 말하고 P-P interval은 심방이 탈분극한후 다음 탈분극이 일어날때까지 시간을 이야기한다. 개와 고양이에서 정상적인 ECG유형과 정상범위는 그림2와 표 1을 참조하라.

[그림 3] 심방확장에 따른 P파의 변형. P mitrale는 좌심방 확장시 볼 수 있는 비정상적인 P파로 통상 넓고 notched된 모양이다. 또한 P pulmonale는 우심방 확장시 볼 수 있는 P파로 길고 spike모양이다



[그림 2] ECG상에서 볼수 있는 정상 P-QRS-T의 모양 및 심장 전도에 따른 wave형성 과정



[표1] 개와 고양이의 정상적인 ECG 범위 (lead II를 기준)

	개	고양이
P wave	0.04-0.05sec, 0.4mV	0.035-0.04sec, 0.2mV
P-R interval	0.06-0.13sec	0.05-0.09sec
QRS complex	0.05-0.06sec	0.04sec
R wave	2.5-3.0mV	0.9mV
S-T segment	-0.15 - 0.2mV	-
T wave1	<25% of R wave	~0.3mV
Q-T interval2	0.15-0.25 sec	0.12-0.18sec

1. 개의 경우, (+), (-), biphasic 모두 정상적으로 나타나나, 고양이는 주로 (+)를 띤다.
2. 심박수에 반비례하여, 심박수가 느려지면, 간격도 길어진다.

1.2. Lead system

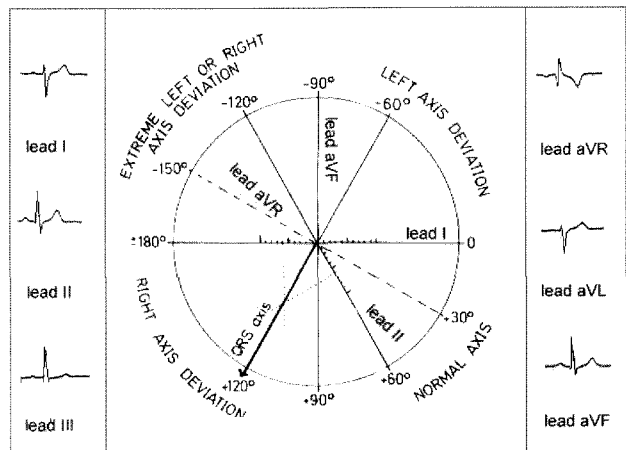
여러가지 lead가 심장 활성화 과정을 측정하는데 이용되며, 심장에 대한 각각의 lead의 위치를 lead axis라고 한다. 각각의 lead는 각기 다른 부위에 위치하며, 각기 다른 극성을 띤다. 다시말해 이러한 lead system은 몸의 각 다른 방향에서 심장에서 활성화되는 전하의 흐름을 측정하는 전도체 역할을 한다. 이러한 lead를 이용하여 심장에서 일어나는 탈분극과 재분극 상황을 측정할 수 있다. 다시말해, 심근이 흥분되어 발생되는 action potential를 각 말단의 lead에서 감지하여 기록하는 것을 말한다.

[그림 4] 정상적인 lead system과 mean electrical axis 계산하는 방법

QRS axis 계산방법 1: R파의 높이가 가장 크게 나타나는 lead를 찾는다. 이 lead의 양극이 가르키는 곳이 QRS axis이다.

QRS axis 계산 방법 2: QRS가 isoelectric (음극과 양극에 deflection된 높이가 같은) 상태를 보이는 lead를 찾는다. 이 lead에서 수직에 위치하는 lead의 양극이 가르키는 곳이 QRS axis이다.

QRS axis 계산 방법 2: lead I의 R파의 높이에서 S파의 높이를 뺀 다음, lead II의 R파의 높이에서 S파의 높이를 뺀다. 각각의 위치에서 수직선을 그은후 중심에서 수직선을 두점의 교차점으로 그으면 QRS axis를 구할 수 있다.



ECG의 lead는 양극성 (bipolar) lead와 단극성 (unipolar) lead로 나뉘며, 양극성의 경우, 서로 마주하는 신체 말단에 서로 다른 전극을 연결하여 전하를 감지하며, 이를 표준 lead system이라고 한다. 또한 이를 frontal plane이라고도 한다(그림 4). 단극성의 경우, 심장을 (-)극으로 하여 심장 주위 여러방향에서 (+)극을 연결하여 전하를 감지하며 이를 precordial lead system 이라고 하고 transverse plane 이라고도 한다(그림 4).

1.3. Mean electrical axis (MEA)

MEA는 심실의 탈분극 전하가 감지되는 평균적 위치를 나타내며, 흔히 QRS axis라고한다. 이는 심실내 전도 장애나 심실 확장을 감지하는데 유용한 지시계이다.

평균 QRS axis는 개의 경우 40-100 degree사이에 위치하고 고양이의 경우, 0-160 degree사이에 위치한다. MEA를 구하는 방법은 여러가지이며, 여기서는 인위에 흔히 이용되는 방법을 계산법을 제시하겠다(그림 4).

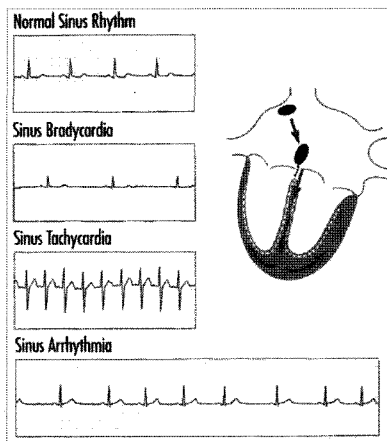
2. 올바른 ECG 검사요령

ECG를 바르게 측정하기 위해서는 검사에 앞서, ECG검사에 방해가 되는 요인을 최소화해야 한다. 검사에 앞서 ECG장비의 접지 여부를 확인하고, 주변에 ECG장비에 방해 전파를 주는 전자 제품을 제거한다. 반드시 환측은 절연이되는 매트에 눕히며, lead를 장착하기전에 알콜솜으로 장착부위에 적셔서 전도가 잘 되게하고, 전도용 젤을 바르면 더욱 좋다. Alligator clip은 환측에 동통을 유발하므로 밴드를 이용하여 좌우의 carpal joint와 hock joint에 전도자를 장착한다. 환측은 오른쪽 횡와위로 눕히고 움직이지 못하도록 고정해야한다. 만약 환측의 움직임을 제어할 수 없을 경우, 진정제를 투여할 수도 있다.

검사에 앞서 반드시 paper speed를 50mm/sec으로 했는지 25mm/sec로 했는지 반드시 확인한다. ECG의 판독은 먼저 심박수 (HR)를 확인한후 P-P interval이 일정한 간격인지 아니면 불규칙한 간격인지 확인한다. P파의 유형과 QRS 높이 및 모양을 관찰하고, 다음으로 QRS axis를 계산한다. 다음 단계로 P-R interval과 S-T segment의 상승 및 하강 여부를 확인하고 T파의 크기나 모양을 검사한다. 기본적인 검사는 통상 lead II에서 실시하고 만약 이상이 관찰되면 그밖에 lead들의 소견도 참조한다. 보다 정확한 검사를 위해 때로 precordial lead system (V1 -V6)도 검사한다.

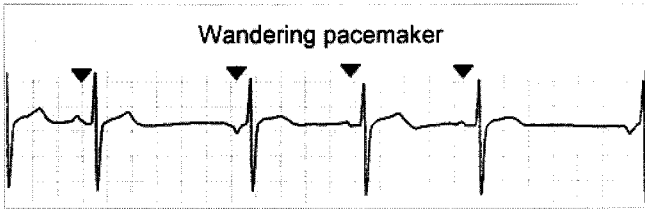
3. 동 박동 (Sinus rhythm)

동박동은 동결절 (sinus node)에서 유래하는 정상 심장 박동을 가르키며, lead II와 aVF에서 양성 (+)를 띤다. P-Q interval도 일정하며, R-R interval도 규칙적이다. QRS는 lead II와 aVF에서 좁고 길게 관찰된다. 만약 심실 전도 장애가 있을 경우, QRS는 넓고 이상한 모양을 나타낸다. 동박동이 빨라지는 것을 sinus tachycardia라고 하고 반대로 느려지는 것을 sinus bradycardia라고 한다(그림 5). 또한 동박동



[그림 5] Sinus arrhythmia의 종류. 동박동이 빨라지는 것을 sinus tachycardia라고 하고 반대로 느려지는 것을 sinus bradycardia라고 한다. 또한 동박동이 불규칙해지는 것을 sinus arrhythmia라고 한다.

[그림 6] Wandering pacemaker. Ectopic impulse에 의하여 P 파의 모양이 불규칙하게 보이는 것을 wandering pacemaker라고 한다 (화살표 머리).



이 불규칙해지는 것을 sinus arrhythmia라고 한다. 보통 이러한 sinus arrhythmia는 호흡관련이 있어서 흡기시에는 빨라지고 호기시에는 느려진다. 개에서는 정상적으로 이러한 부정맥이 관찰되지만, 고양이에서는 관찰되지 않는다. 하지만 모든 정상축에서 운동이나 흥분에 의하여 정

상적으로 관찰될 수 있다.

또한 심한 sinus arrhythmia은 주로 호흡기 질환과 관련되어 나타난다. Wandering pacemaker는 P파의 모양이 불규칙한것을 말하며 주로 미주신경 활성화에 의하여 발생한다(그림 6).

이 역시 호흡과 관련이 있어서 흡기시에는 크고 spike상이지만 흡기시에는 작고 평평하다.

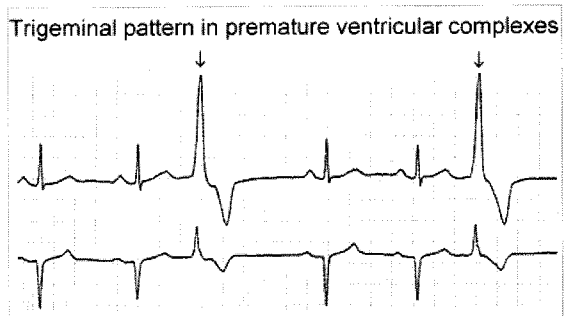
Sinus arrest는 sinus node의 활동이 일시적으로 정지되는 것을 말하며, 보통 ECG상에서 박동이 한번 부재되는 escaped beat형태로 나타나며, 때문에 R-R interval이 정상에 2배이다. 이때 동물은 허약과 실신증상을 보이며, 동방 차단 (sinus atrial block:SA block)과 감별이 어렵다.

4. 비정상 심장 박동

동방결절이외 다른 부위에서 심박동 전도가 발생하는 모든 ectopic beat은 비정상이다.

이러한 비정상 박동은 발생부위에 따라, 심방성 (atrial), 방실결합부성 (junctional), 심실상성 (supraventricular), 심실성 (ventricular)로 나뉜다. 또한 동박동이 정상보다 일찍 발생하면, 조기형 (premature), 늦게 발생하면, 지연형 (late; escaped)이라고 한다. 또한 일시적으로 3-10회정도 비정상 박동을 보이는 유형을 일시형 (paroxymal)이라고하고, 지속적인 비정상 박동을 지속형 (sustained)이라고 한다.

그림 7 Trigeminal pattern. 정상적인 sinus rhythm이후 2회에 걸쳐 조기 박동에 의한 비정상 rhythm이 관찰된다



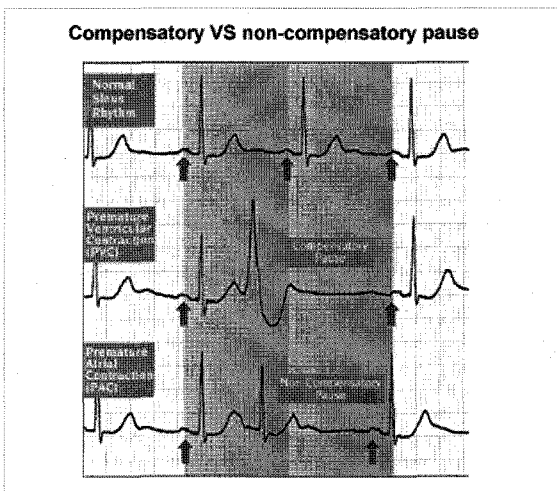
또한, 처음은 정상박동, 다음 박동은 비정상 박동이 계속 교차되는 것을 bigeminal pattern 이라고 하고, 처음은 정상 그다음 2 회박동은 비정상 이렇게 교차되면 trigeminal pattern이라고 한다(그림 7).

4.1 심실상 조기박동 (Supraventricular premature complexes; SPCs)

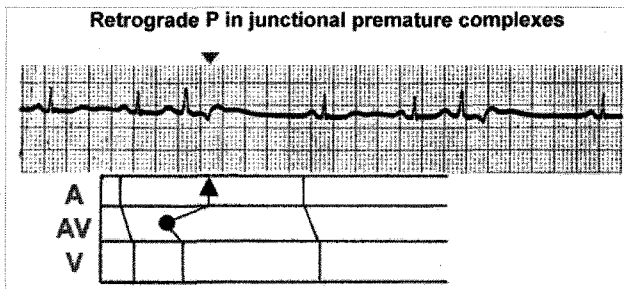
SPCs는 비정상 박동이 방실 결절 (atrioventricular node; AV node) 상부에 위치하는 심방이나 방실 결합부 (junctional)에서 유래하는 경우로 주로 P 파와 P-Q interval에 변화가 발생한다. 만약 다른 합병증이 없을 경우, 심실 전도는 정상적으로 일어나므로 QRS는 정상이다 (그림 8). 만약 비정상 박동이 심방에서 유래하면, 이를 심방 조기박동 (Premature atrial complexes; PACs)이라고, (+), (-) 또는 양극성 (biphasic) P파가 주특징이다 (그림 9). 이때 발생하는 비정상 P파를 "P' wave" 라고 한다.

정상 동박동이 미쳐 AV node에서 전달 되어 탈분극을 유도하기에 앞서 심방에서 유래하는 ectopic beat에 의한 P' wave 심실로 전도되어 정상 전도가 일어나는 것을 차단하거나 느리게 전도시킨다. 이때 완전 차단이 일어나면 이를 physiological AV block이라고 하고, 느리게라도 전도되면 지연된 P'-Q interval를 볼 수 있고 이는 branch bundle block에서 볼수 있는 ECG유형과 유사하다. 만약

[그림 8] 심방 조기박동(PACs) 및 심실 조기박동 (PVCs). 조기 박동에 뒤이은 정상 sinus rhythm (P파)을 기준으로 3번째 P파 (화살표)가 정상 간격에 위치할 경우를 compensatory pasue라고 하고 만약 3번째 P파가 조기에 발생하면 non-compensatory pause라고 한다.



[그림 9] 조기박동 (premature beat)에서 볼수 있는 retrograde P파. 방실결합부에서 발생한 충동에 의해 심장 전도가 유발되고, 이 충동이 후방에 위치한 동방 결절을 충동하여 P파 (화살표 머리)를 유발한다. 심장 전도를 교정하려는 보상반응에 의해 compensatory pause가 뒤이어 나타난다.



비정상 박동이 심방에서 유래하면, 이를 방실 접합부 조기 박동 (premature junctional complexes)이라고 한다. PJC는 PACs의 경우와 달리, 비록 retrograde conduction에 의하여 (-) P와 약한 QRS가 발생할 수도 있지만 통상적으로 P wave는 관찰되지 않는다.

임상에서는 ectopic beat의 발생부위를 정확히 감별하는 것보다, ectopic beat의 위치가 AV node의 상부인지 아니면 하부 전도계에서 유래했는지를 (심실성인지 아니면 심실상성인지) 감별하는 것이 더욱 중요하다. SPCs는 retrograde conduction에 의해 (하부 전도계에서 유래한 박동이 상부 전도계의 박동을 유발하는 경우), 동방결절을 탈분극시켜 동박동을 처음으로 돌려 놓는다 (resetting). 때문에 하부 전도계의 박동이 일시적으로 escape되는 현상인 non-compensatory pause가 유발된다 (그림 8).

4.2 심방성 빈맥 (Atrial tachycardia; AT)

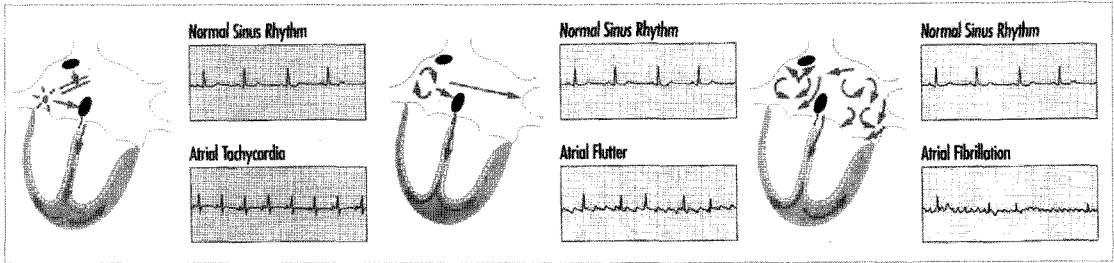
심방성 빈맥 (AT)은 비정상적인 심방내 충동이나 atrial reentry(심방이나 심방 주위에서 유래한 비정상적 전기적 충동에 의하여 반복적으로 박동이 개시되는 현상)에 의해 발생하는 비정상적으로 빠르고 규칙적인 박동을 말하며, 개의 경우, 분당 충동이 260-380회 정도이다 (그림 8).

P파는 QRS파에 겹치므로 관찰이 없으며, 일시형과 지연형이 모두 발생할 수 있다. 통상 AT는 규칙적 양상이지만, 너무 충동이 빨라서 AV node로 전도가 escape되어 AV block이나 불규칙적인 심실 박동이 유발되기도한다. 때문에 2:1 또는 3:1 AV conduction(SA 2회 충동: AV 1회 충동) 유형이 관찰되며, 비록 AV node로 전도가 일어나도 하부 전도계로 전도가 지연되므로 bundle branch block가 유사한 양상을 보이기도 한다. 하지만 감별은 매우 어렵다. 심실상성 빈맥 (Supraventricular tachycardia; SVT)은 AV node 근처에서 충동(reentry)이 일어나는 빈맥으로 주로 심실상 조기 충동이나 심실 충동에 의해 개시된다. ST가 일어나는 동안, retrograde P wave (P파가 QRS 뒤에 나타남 : 그림 9)와 지연된 P-R interval을 보이는 심실성 조기 흥분 (ventricular preexcitation) 소견이 관찰된다.

4.3 Atrial flutter(AFt)

AFt는 심방에서 비정상적으로 유래한 보통 분당 400회이상의 충동에 의해 유발되는 톱날모양의 부정맥이다 (그림 10). 심실 반응은 AV node로 전도되는 정도에 따라 다양하다. AFt는 장시간 지속되는 전도 장애는 아니므로 보통 곧바로 정상으로 돌아오든지 아니면 심실 세동 (atrial fibrillation)으로 진행된다.

[그림 10] 심방성 부정맥의 종류



4.4 심실 세동 (Atrial fibrillation; AF)

AF는 심방에서 유래하는 극도로 빠르고 난잡스러운 부정맥으로 P파는 완전히 소실되고 ECG의 baseline이 파동치는 현상인 fibrillation wave가 특징적으로 나타난다 (그림 10).

심장 전도계의 균형을 완전히 상실되어 있어서 제대로된 심방 박동은 없이 폭발적으로 AV node로 전도가 일어나 심실이 지속적으로 활성화된다. 때문에 정상 모양의 QRS가 관찰되나 크기는 불규칙하다. AF는 주로 심방 질환이나 심방 중대시 관찰되며, 통상 AT가 AF에 앞서 나타난다.

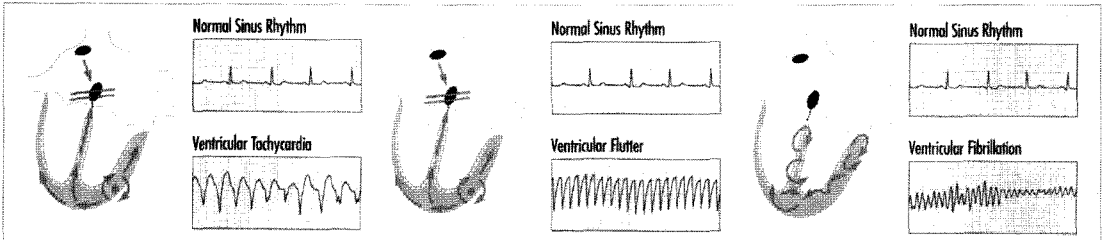
4.5 심실성 조기 박동 (Ventricular premature complexes; VPCs)

VPCs는 AV node하부에서 유래하며, 정상적인 경로로 심실활성이 일어나지 않으므로 느린 심실근 전도에 의해 QRS은 길어진다 (wider QRS; 그림 8). VPCs은 APCs와 달리 retrograde conduction이 일어나지 않으므로 (심방으로 역행성 전도가 일어나지않음) sinus rhythm (동방결절에서 유래한 박동; P-Q)은 정상이다. 때문에 APCs와 달리 compensatory pasue가 뒤이어 일어난다 (그림 8). VPCs는 심실성 빈맥 (ventricular tachycardia; VT) 진행되는 경우가 많고, 통상적으로 이러한 상태가 일정하게 지속되면, 균일형 (uniform)이라고 하고, 만약 불규칙한 양상으로 지속되면 다태형 (multiform)이라고 한다. 또 ectopic beat의 방생부위가 한 곳이면 unifocal이라고 하고 여러 곳이면 multifocal이라고 한다.

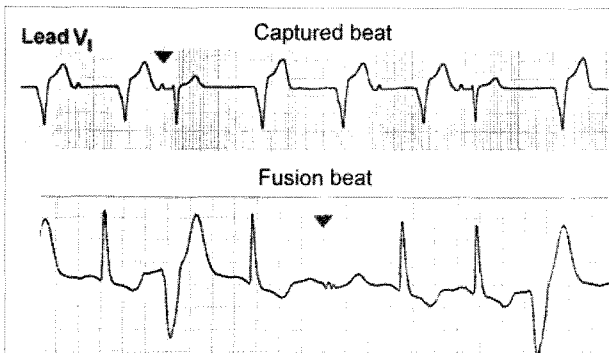
4.6 심실성 빈맥 (Ventricular tachycardia; VT)

VT는 VPCs가 빠르게 지속되는 (분당 100회 이상) 부정맥으로 통상 R-R interval은 규칙적이지만,

[그림 13] 심실성 부정맥의 종류



[그림 11] Captured beat과 fusion beat (ventricular tachycardia). SA node에서 유래한 충동이 ectopic beat에 의한 충동에 심실이 재분극상태여서 방해없이 심실로 전달되면 "capture" beat이라고 하고, 차단되면 SA node와 ectopic beat에 의한 P파가 서로 겹치면 "fusion" beat이라고 한다.



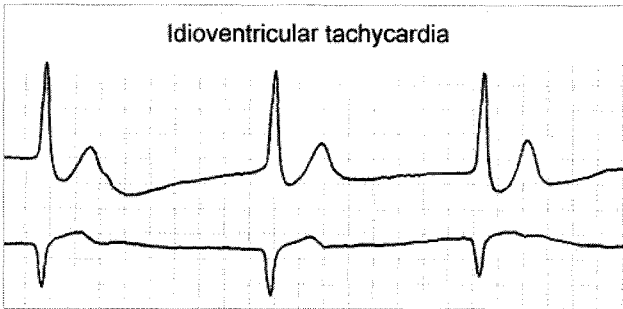
"capture" beat이라고 하고, 만약 VPCs에 의해 차단되어 P파가 겹치면 "fusion" beat이라고 한다 (그림 11). 이 경우, 동박동에서 유래한 QRS와 VPCs에 의한 QRS가 융합되어 나타난다. 이러한 fusion beat은 VT개시기나 종료기에 주로 나타난다. 때문에 fusion beat은 P파에 앞서 나타나며, P-R interval이 짧아진다. P파의 존재와 fusion beat이 VPCs를 SVT와 감별할 수 있는 주된 요소이다.

4.7 가속성 심실 박동 (Accelerated ventricular rhythm)

VT보다 다소 느린 빈맥성 전도 장애로 idioventricular tachycardia라고도 한다 (그림 12). 보통

개의 경우 분당 60-100회 정도 충동이 발생하며 고양이 경우, 그보다 빈도수가 많다. 임상적으로 악성은 아니지만 VT로 진행되는 경우가 많다. 또한 이러한 박동은 sinus arrhythmia의 사이 사이에 관찰되는 경우가 많다 (특히, sinus rhythm이 느려질때).

[그림 12] Idioventricular tachycardia



4.8 심실성 세동 (Ventricular fibrillation)

VF는 심실에서 유래하는 극도로 빠르고 난잡스러운 전도 장애로 치명적이다. AF와 유사하게 ECG의 baseline이 파동친다. 심실은 정상적인 수축을 하지 못해 혈액을 박출할 수 없다. 만약 VF

의 파동이 ECG상에서 크고 넓게 나타나면 “coarse”형 이라고 하고 가늘고 좁게 나타나면 “fine”형이라고 한다 (그림 13). VF에 앞서 나타나는 ventricular flutter는 빠른 sine wave형태이다 (그림 13). Ventricular asystole은 심실의 전기적 활동이 완전히 상실된 상태를 말한다.

5. 심장 전도 장애 (Cardiac conduction disturbances)

Heart block이란 동방결절에서, bundle branch에 이르는 심장내 전도계에서 발생하는 전도 장애로 전도 장애의 정도에 따라 다음 3가지로 나뉜다. 1st degree는 전도가 지연되는 장애이고, 2nd degree는 간헐적으로 전도가 차단되는 장애이며, 3rd degree는 이런 전도가 완전히 차단되는 전도 장애이다.

또한 전도 장애 발생 부위에 따라 동방 차단 (sinoatrial block; SA block), 방실 차단 (atrioventricular block; AV block)과 심실내 차단 (intraventricular block)으로 나뉜다. 심실내 차단은 다시 right bundle branch block (RBBB), left bundle branch block (LBBB)등으로 세분된다.

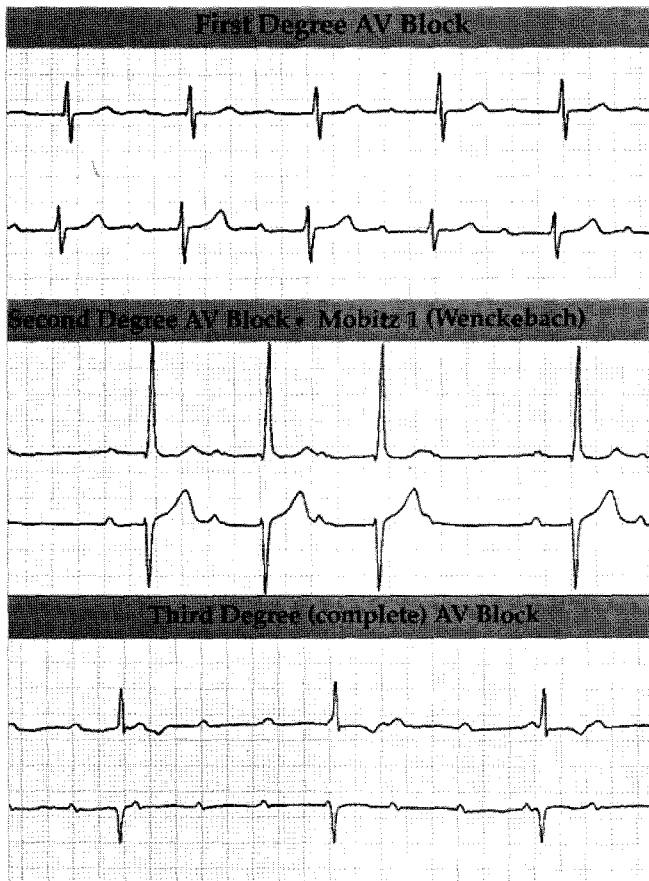
5.1 SA block

심전도계로 검진되는 전도 차단은 2nd degree block으로 동방결절과 우심방사이의 간헐적인

전도 차단이 주 원인이다.

Type I (Wenckebach)은 보통 PP interval이 pause가 일어날때까지 점진적으로 감소되며 이러한 pause의 길이는 2 X PP (PP 길이 두배) 보다 짧고 pause이후에 PP interval이 pause이전의 PP

[그림 14] 다양한 degree의 atrioventricular block. 1st degree는 비록 심방에서 AV node로 전도는 일어나지만 지연이 되는 경우로 P-R interval이 비정상적으로 길다. 2nd degree는 간헐적인 차단으로 전도가 지연되는 경우로 P-R interval 의 지연과 함께 간헐적인 QRS의 소멸과 pause를 볼 수 있다. 3rd degree는 심방과 심실이 전혀 무관하게 각기 다른 pacemaker에 의해 충동되는 경우로 P파가 QRS에 무관하게 출현한다.



interval 보다 길다. Type II (Mobitz)는 PP interval이 전도 차단이 일어날때까지 일정하며 보통 pause의 길이는 2 X PP와 같다. Atrial standstil이란 질병에 이환된 심근 근육부위에서 전도 차단이 일어난 심방내 전도와 활동을 차단하는 질환으로 p파가 부재되고 junctional escape beat 이마 ventricular eascpae beat이 관찰된다.

5.2 AV block

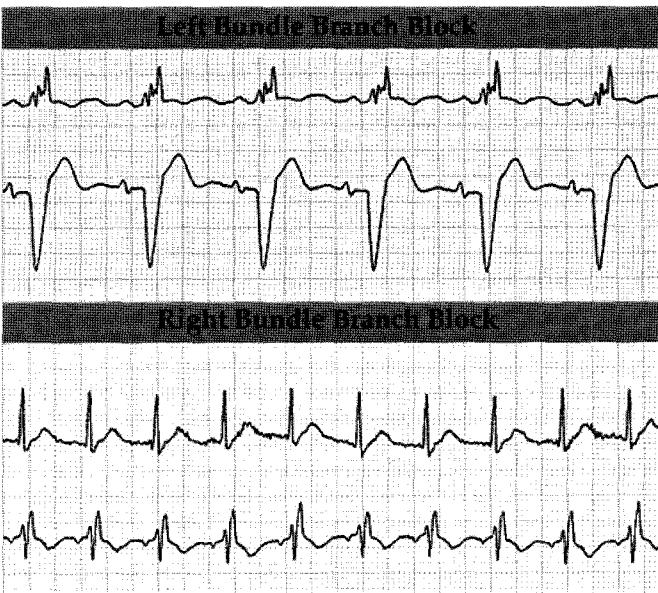
AV block은 약물, 미주 신경 활성화 증가 및 심실 질환에 의해 발생하며 3가지 유형 모두가 ECG상에서 관찰된다. 1st degree는 비록 심방에서 AV node로 전도는 일어나지만 지연이 되는 경우를 말한다 (그림 14). 2nd degree는 간헐적인 차단으로 P 파에 이러한 QRS가 나타나지 않으며, 만약 이러한 현상이 간헐적으로 반복되는 경우를 말한다.

Type I (Wenckebach)은 보통 PR interval이 pause가 일어날때까지 점진적으로 지연되며 주로 AV node 질환이나 미주신경 활성화와 관련되어

나타난다.

Type II (Mobitz)는 PP interval이 전도 차단이 일어날때까지 일정하며 주로 His bundle이나 bundle branch의 질환에 의해 발생한다. 이러한 block은 QRS의 길이에 따라, type A (길이가 짧아지는 경우)와 type B(길이가 길어지는 경우)로 나뉘기도 한다. 주로 type I block은 type A 이며,

[그림 15] Intraventricular block의 종류



좌측성 branch block은 다시 left anterior fascicular block과 posterior fascicular block으로 나뉜다. 이러한 branch block은 편측으로 나타나기도하고 양측 모두 관여되기도한다. ECG상의 주요 소견은 차단된 심근부위의 전도가 느려져서 QRS길이가 길어지고 변형된다.

우측성 branch block은 정상의 경우에도 관찰되나 주로 우심실이 과부화에 걸릴때 관찰되며, 좌측성 branch block은 주로 좌심실 장애와 관련되어 나타난다 (그림 15). 고양이의 비대성 심근증의 경우, left anterior fascicular block의 소견이 관찰된다.

5.4 심실 조기 흥분 (Ventricular preexcitation)

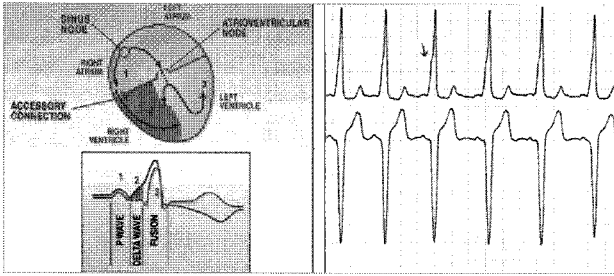
AV node을 경유하지 않고 심장내 accessary conduction system (예, kent bundle)에 의해 심실이

type II block은 type B block이다 (그림 14). 3rd degree는 심방과 심실이 전혀 무관하게 각기 다른 pacemaker에 의해 충동되는 경우로 P파가 QRS에 무관하게 출현한다. 만약 QRS길이가 짧아지면, junctional escape beat에 의해 심실이 충동되는 경우이고, QRS길이가 길어지면, ventricular escape beat에 의해 심실이 충동되는 경우를 나타낸다 (그림 14).

5.3 Intraventricular block

심실내 bundle branch에서 유래하는 전도장애와 차단을 intraventricular block이라하고 보통 우측성 및 좌측성 branch block으로 나뉜다.

[그림 16] Wolff-Parkinson-White (WPW) preexcitation과 delta wave의 형성. Accessory conduction system 의해 조기에 활성화에 의해 형성된 QRS와 sinus rhythm에 의한 QRS가 fusion되어 나타나는 delta wave를 주목하라 (화살표) 특징적인 소견이다.



조기에 활성화되는 경우로 두개의 QRS가 fusion되어 나타나는 delta wave가 주 특징적인 소견이다 (그림 16). Wolff-Parkinson-White (WPW) preexcitation이 가장 대표적인 예로 kent bundle 같은 accessory conduction system이 정상 전도계에 앞서서 심근의 탈분극을 유도한다 (그림 16). 이 경우, AV node를 경유한 전도로 심실이 흥분될 뿐 아니라 accessory pathway에 의해 심방으로 역행성 전도가 일어나 치명적인 reentrant supraventricular tachycardia이 유발되며, 이로 인해 환축은 실신하거나 급사에 이른다.

6. 기타

6.1 S-T segment

S-T segment는 QRS 종료부터 T파의 개시기까지 길이를 말하며, lead I, II나 avF 에서 0.15mV (개), 0.1mV (고양이)이상이면 상승된 걸로 보고, -0.2mV (개), -0.1mV (고양이)이하이면 하강된 것으로 판독한다. 심실 흥분 장애 (주로 branch block)에 속발하여 발생하는 경우가 많고 QRS에 반대방향으로 굴절된다. 표 2에 S-T segment에 영향을 주는 질환을 요약했다.

6.2 T파

T파는 심실 재분극을 나타내며, 개와 고양이에서 (-), (+) 또는 biphaic 양상을 보일 수 있다.



T파의 장애는 심실 탈분극 과정에 무관하게 발생하는 원발성 질환과 심실 탈분극 장애에 속발해 발생하는 속발성 질환으로 나뉜다. 비정상적인 T파가 관찰되는 질환을 표 2에 요약했다.

6.3 Q-T interval

Q-T interval은 심실의 탈분극에서 재분극까지 걸리는 길이로 심박수와 깊은 관련이 있다. 만약 심박이 빨라지면 Q-T interval은 짧아지며, 심박이 느려지면 Q-T interval은 길어진다. 비정상적

[표2] S-T segment, T wave, Q-T interval 변화에 따른 감별 진단

S-T segment의 하강	S-T segment의 상승
심근성 허혈증	심낭염
심근 경색(subendocardial)	심근 경색(transmural)
혈중 칼륨농도 이상	심근의 저산소증
심장의 외상	심근 비대증에 속발
심실비대증에 속발	
디지털리스성 강심제	
Q-T interval의 지연	Q-T interval의 단축
저칼슘혈증	고칼슘혈증
저칼륨혈증	고칼륨혈증
퀴니딘 중독	디지털 리스 중독
에칠렌 글리콜중독	
저체온증	
중추신경계 장애	
Large T wave	Tented T wave
심근성 저산소증	고칼륨혈증
심실 비대	
심실내 전도장애	
고칼륨혈증	

인 자율 신경계활동과 약물 전해질 장애가 Q-T interval에 영향을 주며, 사람의 경우, 칼륨과 나트륨 펌프에 관여하는 유전자의 돌연변이가 long Q-T interval에 관련이 깊다고 한다. 또한 개의 경우, tick paralysis가 long Q-T interval을 유발하며, 독일산 셰퍼드에서 볼수 있는 sudden death syndrome도 이와 관련이 있는것으로 보고있지만, 아직까지 발병 원인 유전자는 밝혀지지 못하고 있다.  

[참고 문헌]

1. Edwards NJ (1987) Bolton's handbook of canine and feline electrocardiography, ed 2, Philadelphia, WB Saunders.
2. Tilly LP (1985) Essentials of canine and feline electrocardiography, ed 2, Philadelphia, Lea & Febiger.
3. Moise NS et al (1987) Echocardiography, electrocardiography, and radiography of cats with dilation cardiomyopathy, hypertrophic cardiomyopathy, and hyperthyroidism., Am J Vet Res 47:1476
4. Ware AW (1992) The cardiovascular Examination, In: Essentials of small animal internal medicine, Eds. RW Nelson & CG Couto, St. Louis, Mosby.
5. Lindsay AE (2002) ECG learning centre. <http://medlib.med.utah.edu/kw/>