정상 심전도

한 경 자
(서울의대 간호학과 교수)

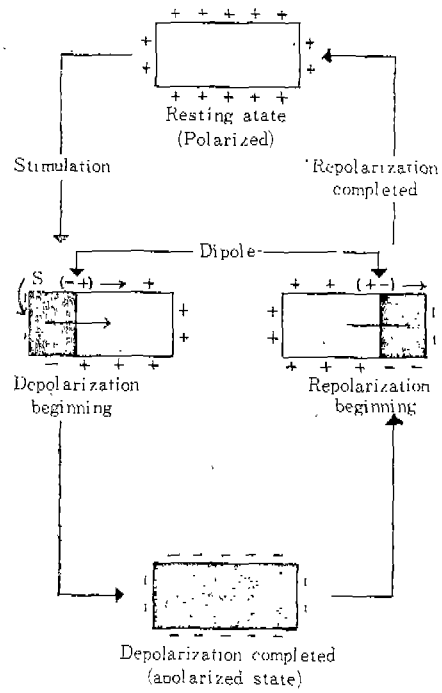
심전도(Electrocardiogram)란 심장 수축과 관련된 전기적 활동에 대한 검사로서 심장의 기능을 사정하는 중요한 방법이다. 이러한 심전도를 이해하기 위하여 우선 심장의 전기적 흥분능력과 흥분의 전달 능력을 파악할 필요가 있다.

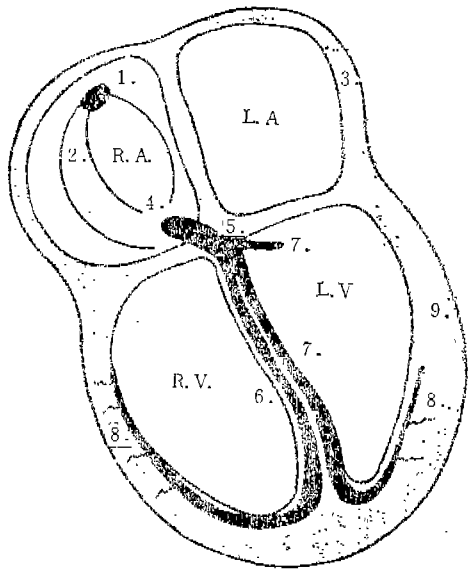
1. 심장의 전기생리(Electrophysiotogy of the Heart)

안정상태의 심근세포는 세포막 내외에 약 80 mV의 전압차를 유지하고 있다. 이때 세포 속은 전기적 음성이며 세포 밖은 양성으로 분극(Polarized) 상태라 한다. 이는 세포 내외의 이온 농도의 차이에 기인된 것으로 세포속 칼륨이온(K^+)농도는 세포 밖보다 약 30배나 높고, 나트륨이온(Na^+)농도는 세포 밖의 1/10에 불과한 매우 특이한 이온 분포를 보인다.

그러나 자극에 의해 심근이 흥분하면 초기에는 세포막이 Na^+만 투과시켜 Na^+이 세포 속으로 이동하게 된다. 이와같이 흥분하였을 때에는 안정시의 세포막 내외의 전기적 상태가 완전히 바뀌어 세포밖이 전기적 음성이 되는데, 이를 탈분극(Depolarization)이라 한다. 심장의 일부가 흥분하여 탈분극되면 탈분극된 세포 표면은 음성을 띠게 되고 쉬고있는 심근 표면은 양성을 띠고 있어 흥분한 곳과 흥분하지 않은 곳의 음양하전이 서로 대치된 쌍극자(Dipole, 雙極子)를 만든다. 이 쌍극자가 심전도를 그리는 원동력이 되는 것이다. 흥분한 세포 표면의 전기적 음성과 안정 상태의 인접 세포 표면의 양성사이에 흐르는 전류는 다시 흥분한 곳에 인접한 세포의 안정전압을 낮추어 인접한 세포도 흥분시켜 잇달아 탈분극하게 된다.

흥분한 심근세포 세포막에서 Na^+이 안으로 들어가자 마자 K^+이 밖으로 세로 나가게 되며 K^+의 흐름이 Na^+의 흐름보다 강하게 될때 다시 세포 안은 전기적 음성을 되찾게 되며 이를 재분극(Repolarization)이라 한다. 즉 안정전압을 회복하여 이완하게 되고 다음 수축에 대비한다. (그림 1 참조)





1. Sinus node (SA node)
2. Atriat tracts Atial
3. Arial muscle fibers
1. Atrioventricular node (AV node)
5. Bundle of His
6. Right bundle branch
7. Superior and inferior divisions of left bundle branch
8. Purkinje fibers
9. Ventricular muscle

끊임없는 심장의 박동은 이러한 전기적 활동이 규칙적인 회로를 이루며 계속되기 때문이라고 할 수 있다.

2. 심장의 흥분 전달순환체계(The Cardiac Cycle)

심장에 대한 자극은 자율신경계의 교감, 부교감 신경에 의해 영향을 받게 되는데 흥분은 먼저 우심방의 coronary sinus 근처에 위치한 동방결절(sino-atrial node)에서 시작된다(그림 2. 참조)

동방결절은 main cardiac pacemaker로 흥분을 심방에 보내 좌우 심방이 탈분극하여 수축하게 한다.

자극을 받은 심방은 곧 흥분을 상첨판과 우심실의 중격부근에 있는 방실결절(atrioventricular node)로 보내게 된다.

방실결절에서 흥분후 0.08초 가량의 휴식이 있는데 이는 이완기(diastole)에 있는 심실로 심방으로 부터의 혈액이 충분히 갈 수 있도록 해 준다. 곧 이어 흥분파는 bundle of His, 좌우 bundle branch, Purkinje 섬유로 퍼져나가게 된다. 심실근의 자극은 심실중격에서 시작하여 하방으로 이동하여 심실의 탈분극을 유도하고 곧 심실의 수축이 일어나게 된다. 심실의 수축은 대동맥으로의 체순환(Systemic Circulation)과 폐동맥으로의 폐순환(Pulmonary Circulation)을 가능케 한 후 심실은 재분극상태로 바뀌어 이완기 상태로 휴식하게 된다. 이런 심장 회로의 아주 작은 부분이라도 이상이 있는 경우 우리는 그것을 심전도를 통해 발견하게 되는 것이다.

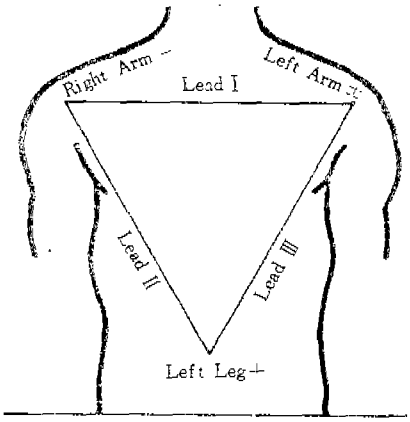
3. 기본심전도(Basic EKG)

기본적인 EKG에는 쌍극유도인 표준사지유도(standard limb leads)와 증폭단극사지유도(augmented unipolar limb leads), 단극심장유도(unipolar precordial or chest leads)로 모두 12가지가 있다.

1) 12 lead system

① 표준사지유도 : 심장이 흥분할 때 발생된 전기적 힘을 두 곳의 사지에서 측정한 전압의 변화로 기록한 것이다. (그림 3 참조)

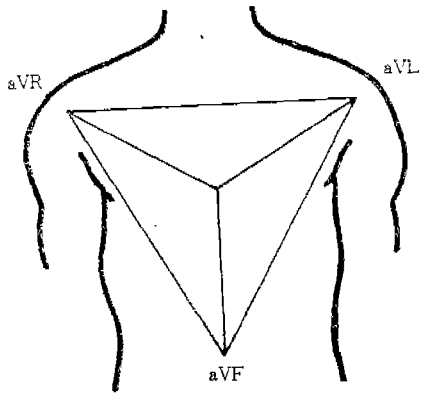
- Lead Ⅰ—오른쪽 팔(−)과 왼 팔(+) 사이의 전기적 활동을 나타낸다.
- Lead Ⅱ—오른쪽 팔과 왼다리(+) 사이의 전기적 활동을 나타낸다.



· Lead Ⅲ—왼쪽 다리(+)와 왼 팔(−) 사이의 전기적 활동을 나타낸다.

전류의 흐름이 양극을 향할 때 EKG의 편향(deflection)은 상방(positive)이고, 전류의 흐름이 음극을 향할 때 도치(inverted, negative) 된다.

② 증폭 단극사지유도 : 각 사지에 파급된 전압의 절대치로 볼 수 있는데 이는 전압이 너무 낮아 실제적 판독이 불편하여 이를 50% 이상 증폭시킨 것이다. 여기에는 aVR (augmented right; right shoulder), aVL (augmented left; left shoulder), aVF (augmented foot; left leg)의 3종류가 있다. (그림 4 참조)



③ 단극 심장유도(Unipolar precordial or chest leads) : 흉벽에 전극을 놓은 위치에따라 6가지로 V_1부터 V_6로 나타낸다.

· V_1—제 4 늑간강에서 흉골의 오른쪽
· V_2—제 4 늑간강에서 흉골의 왼쪽
· V_3—V_2와 V_4를 잇는 중간 지점
· V_4—제 5 늑간강에서 쇄골 중앙선과 만나는 부분
· V_5—제 5 늑간강에서 전액선(anterior axillary line)과 만나는 부분
· V_6—제 5 늑간강에서 중액선(midaxillary line)과 만나는 부분

이 precordial lead는 특히 심실의 전기적 활동을 잘 나타내 주는데 V_1과 V_2는 우심실을, V_3 부터 V_6까지는 좌심실의 활동을 더 잘 나타내 준다. (그림 5 참조)

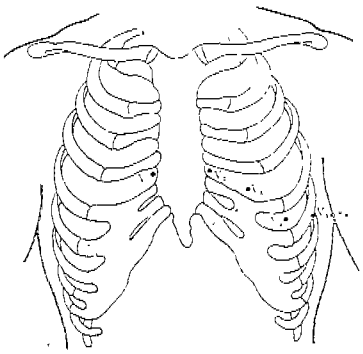


그림 5. 정상 심장전기도의 여러 파 및 부분의 이름.

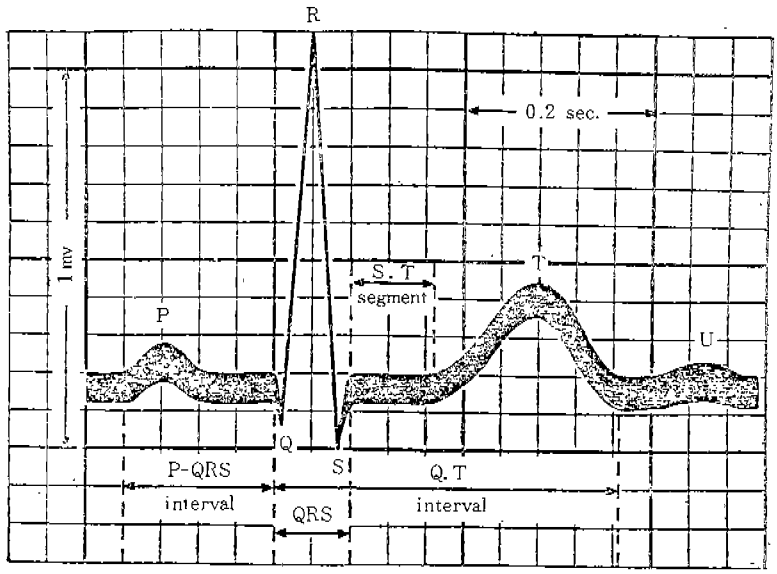
이들 12 lead를 모두 분석, 사정하면 심장의 각기 다른 해부학적 위치를 파악하게 되어 심장의 손상된 위치를 거의 정확하게 찾을 수 있게 된다.

2) P, QRS, T(u)파의 의미

네덜란드의 Einthoven이 1903년 심전도에 P, QRS, T, U 등의 이름을 붙였다. (그림 5 참조)

① P파—SA node가 흥분한 직후에 시작하여 흥분파가 좌우 심방에 퍼져 나갈 때 그려진다. P파는 Lead Ⅱ와 V_1에서 가장 잘 보여지며 정상적으로 기본선(isoelectrical line)에서 상방으로 나타난다.

P-R기 : 심방→심실의 전도시간을 나타낸다. P파의 시작부터 QRS군의 시작까지를 읽는 것인데 짧은 P-R기는 흥분이 S-A node가 아닌 심방내 다른곳에서 시작됨을 의미하며 긴 P-R기



는 A-V node를 통하여 흥분이 전달되는 시간이 지연됨을 의미한다.

Q파—P파와 P-R기 다음에 음극 편향(Negative deflexion, 하방)으로 그려지는 선으로서 왼쪽에서 부터 오른쪽으로 전도되는 심실 중격(Septum)의 탈분극(Depolarization) 상태를 나타낸다.

R파—우심실에 비해 좌심실의 심근이 두껍기 때문에 탈분극은 왼쪽을 향해서 일어나므로 편향은 양극(positive)이며 기본선에서 상방으로 선이 그려지게 된다.

S파—R파 다음에 따르는 음극 편향의 선이 기본선에서 하방으로 나타나며 우심실에서 탈분극이 끝나는 상태를 보여준다.

S-T절—S파의 끝에서 T파의 시작까지의 기본선을 말하며 심실근의 탈분극이 지속되는 상태를 나타낸다.

T파—심실의 재분극상태로 기본선에서 상방으로 그려지며 S파와 S-T파 후에 따른다.

U파—간혹 T파 다음에 나타나는 경우가 있으나 부정맥(Arrhythmia)으로 간주 되지는 않으며 흔히 혈장내 K^+의 농도가 낮은 경우에 나타날 수 있다.

표 1은 각 파의 생리적 의의, 파폭, 파고 등을 나타낸 것이다.

표 1. 심장전기도 각파다 성질, 제Ⅱ유도

이 름	생 리 적 의 의	파폭 (초)	파 고 (mm)
P-wave	심방근의 탈분극	0.08	1.25
P-R segment	흥분이 방실결절에서 지연됨		
P-R interval	(심방근 탈분극 개시로부터 심실근탈분극까지의 시간, 대략 방—실사이의 전도시간을 표시.	<0.2	
QRS complex	심실근 탈분극의 표시	<0.10	
Q wave			0.58
R wave			11.5(♂>♀)
S wave			1.7
S-T interval	심실근의 탈분극 완성에서 재분극 완료까지의 시간	0.3	0
T wave	심실근의 재분극		0.3(♂>♀)
S-T segment	심실근의 탈분극이 지속된 상태		

3) 심전도의 해석(Interpreting EKG)

EKG는 특별한 설명이 없으면 모두 공통된 약속에 의해서 기록한 것이다. 첫째, 증폭기의 증폭도를 표준화한다. 즉 1mV의 전압에 대하여 10mm 움직이게 맞추고, 둘째 기록지의 진행속도는 25mm/sec로 고정한다. (그림 5참조) 다

음은 그림 6의 EKG strip을 보면서 각 항목을 파악해 보도록 하자.

① 심박수—정확한 심박수를 알기 위해서는 심실의 박동수를 다 파악해야 한다.

a. 심방의 박동수 ; P파는 심방의 활동을 나타내므로 2개의 P파 사이에 들어있는 작은 사각형의 수를 센다. 이때 P파의 가장 높은 부분(apex)사이나 P파가 시작하는 곳 사이를 측정해야 정확하다. 수평선상에서 각 작은 사각형 하나는 0.04초를 나타내므로 1500개가 1분이 된다. (0.04×1500=60sec=1mm) 그러므로 1500을 P파 간의 작은 사각형 수로 나누면 된다. 예를 들어 P-P간에 20개의 작은 사각형이 있다면 1500÷20=75로 75/min가 심방의 박동수가 된다.

b. 심실의 박동수 ; 우선 2개의 QRS군을 찾아 R파 사이에 들어 있는 작은사각형의 수로 1500을 나눈 값이 심실의 박동수가 된다.

만일 리듬이 불규칙한 경우에 하나의 R-R interval로 계산하는 것은 근사값만을 얻을 수 있다.

② 리듬—심박수가 규칙적인지 알기 위해서는 흔히 연필과 종이를 이용할 수 있는데 똑바로 잘라진 종이를 EKG strip의 baseline에 놓고 2개의 P파의 가장 높은 지점을 찾아 연필로 점을 찍는다. (이것이 P-P interval이다.) 다음 종이를 오른쪽으로 이동시켜 다른 2개의 P파의 가장 높은 지점과 일치하는 지를 보아 일치하면 규칙적이고 일치하지 않을 경우에는 불규칙적이다.

QRS군의 리듬도 마찬가지로 R-R interval의 거리로 알 수 있다.

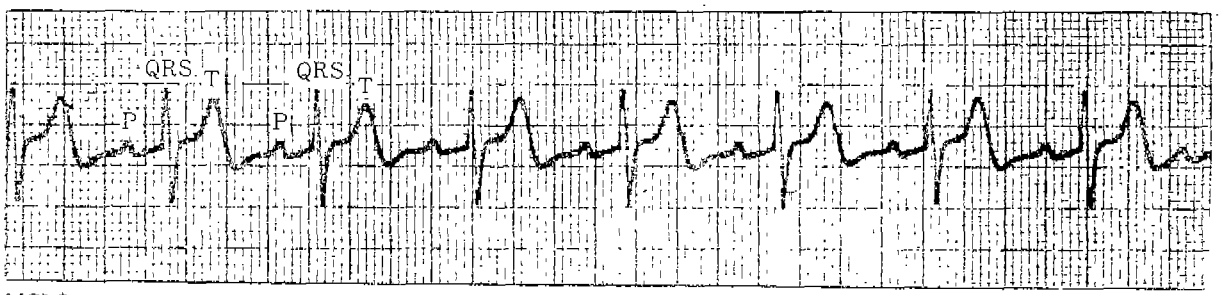
③ 전도 (Conduction) 시간—동방결절에서 유발된 흥분이 심실 수축을 자극할 때 까지의 시간을 말한다. 전도시간에는 P-R interval과 QRS duration이 있다.

a. P-R interval; P파 시작부터 R파의 시작까지의 작은 사각형의 수를 0.04sec로 곱하면 된다. 이는 동방결절에서 심방과 방실결절을 통해 심실의 bundle of His 까지 전기적 흥분이 전달되는데 걸린 시간을 의미한다. 정상적으로 P-R intreval은 0.12~0.20초로 이보다 지연될 경우를 frist degree A-V block이라 한다.

b. QRS duration; Q파의 시작부터 S-T segment의 시작 사이의 작은 사각형의 수를 0.04 sec로 곱한 시간으로 정상적으로 0.1sec이하여야 한다. 이는 전기적 흥분이 심실로 전도되는데 걸리는 시간으로 정상보다 길어질 경우는 intraventricular conduction defect(예, bundle branch block 등)가 있는 것이다.

④ 파(wave)의 형태(Configuration and Location)—이는 심실 손상의 부위와 정도를 알려줄 수 있다.

a. P파 ; 각 P파의 모양과 크기가 같은지 살펴본다. 다른 경우 심방이나 동방결절 근처의 손상을 의미한다. 또 P파의 방향이 위를 향했는지, 아래를 향하고 있는지 혹은 diphasic(상, 하 방향이 다 있는 경우)한지를 보고 P파의 위치가 각 QRS군 앞에 항상 1개씩 있는 지를 파악한다. Second degree A-V block에서는 심방리듬(atrial rhythm)은 규칙적이나 그에 따르는 QRS군의 간격이 일정치 않은 경우로 각각의



〈그림 7〉 이 심전도는 lead VI을 증폭한 Modified Chest Lead 임.

P-R interval의 시간이 다르다.

b. QRS군 ; 각 QRS군의 모양, 크기, 편향(deflection)의 방향, T파와의 상호 위치등을 살펴본다. P파와의 상호 관계도 조사해야한다.

c. S-T segment ; S파 마지막부터 T파 시작까지로 정상적으로 평평한(isoelectric) 선이어야 한다. EKG strip의 baseline에 종이를 맞춘 후 P-R interval과 직선상에 있는지 본다. 만일 올라갔거나 내려간 경우 심근경색증의 진단에 초기 실마리가 될 수 있다.

d. T파 ; 각 T파의 크기, 모양이 같은 지와 QRS군의 편향과 같은 방향인지를 알아본다.

이상으로 간략하나마 기본적인 심전도의 의미와 판독에 대하여 서술하였다. 심전도 활용에 있어서 무엇보다 중요한 것은 계속적인 지식의 이용으로, 환자의 임상적 소견과 심전도 소견을 비교 검토하여 정확한 간호 사정을 할 수 있는 능력을 키우는 것이라 여겨진다.

참 고 문 헌

1) Margaret Van Meter and Peter G. Lavine; What every nurse should know about EKGs., *Nursing* **75**, April pp. 20~27.

2) 남기용, 김철, 신동균 ; 생리학, 개정판, 서울대학교 출판부, 1970.

3) Goldman, Mervin J.; Principles of Clinical Electrocardio-graphy, 9th ed. Lange Medical Publications, 1973.

4) American Heart Association Series. Notebook materials 1974, pp. 79~112.