

Impedancio-CardioGrafía (ICG)

Principio de operación

También conocido como Cardio Impedancia CI, Bioimpedancia Eléctrica Transtorácica BET y/o Cardiografía por Bio-impedancia.

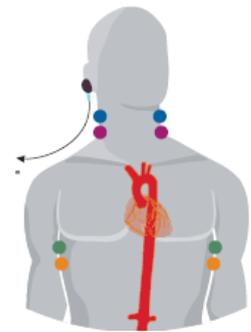
La impedancia (Z) es la **resistencia** a un flujo de corriente eléctrica alterna a través de un segmento.

Dentro de cualquier circuito eléctrico **la corriente** que fluye siempre optará por circular por el camino de **menor resistencia**.

La sangre, tiene la más baja resistividad en el tórax.

Plasma: 60 Ω /cm; **Sangre total; 130 Ω /cm.**

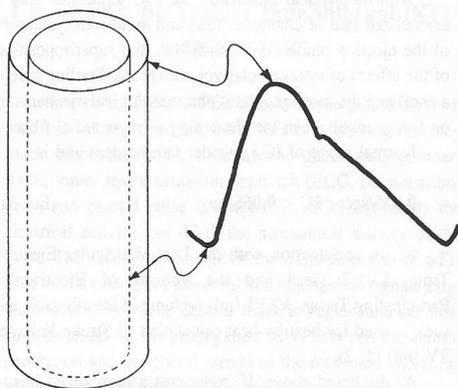
Músculos, pulmones, grasa, piel, huesos y aire → entre 200 y 5000 Ω /cm.



Una señal **constante** de **alta frecuencia** (86 kHz) y **baja amplitud** (1.5mA) es aplicada a través del tórax, esta señal es **imperceptible** para el paciente.

Los cambios de flujo de cada ciclo cardiaco **están presentes en la aorta**.

Las **variaciones de flujo sanguíneo** (presión y volumen) en la aorta **son determinadas** por la medición de los **cambios de impedancia** en el tórax [ΔZ].



$$\Delta P/\Delta t \rightarrow \Delta V/\Delta t \rightarrow \Delta Z/\Delta t$$

$$\text{mmHg/sec} \rightarrow \text{ml/sec} \rightarrow \text{Ohm/sec}$$

Se coloca un juego de 4 electrodos, los dos más distales al corazón **emiten la señal eléctrica**, y los más proximales **miden el voltaje** de esta señal.

La señal de ECG muestra la **actividad eléctrica** → **Sistema de conducción**.

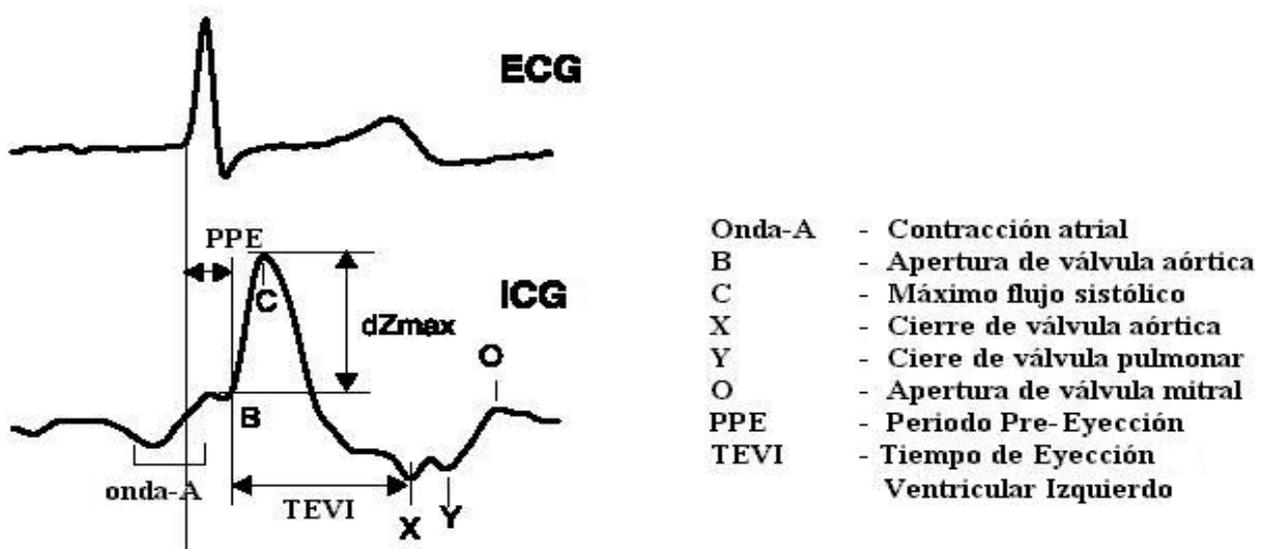
La señal de **ICG** muestra la **respuesta mecánica** al impulso eléctrico. → **Cambios iso-volumétricos**.

Este juego de electrodos también detecta la señal de Electrocardiografía (ECG).

- El complejo **QRS** es utilizado como reloj o señal de tiempo del sistema de Bioimpedancia.
- El **tiempo Q** es el punto de partida de los **intervalos del tiempo sistólico**.

En la señal de ICG $\frac{\Delta Z}{\Delta t}$ se registran los siguientes puntos.

- Apertura de la válvula aórtica (B).
- Máximo flujo sanguíneo (C).
- Cierre de la válvula aórtica (X).



- Desde la apertura de la válvula aórtica (B) hasta el punto (C) hace referencia a la Fase de eyección en la contractilidad $\frac{\Delta Z}{\Delta t}_{MAX}$.
- Desde el punto Q hasta la apertura de la válvula aórtica (B) se denomina **Periodo de Pre-Eyección (PEP)**.
- Desde la apertura de la válvula (B) hasta el cierre de la misma (X) se denomina **Tiempo de Eyección Ventricular Izquierda (TEVI)**.
- La suma de PEP y TEVI hace referencia al **Intervalo Ventricular Sistólico**.

La $\frac{\Delta Z}{\Delta t}_{MAX}$ nos habla sobre la **Fase de eyección** en la contractilidad. Este parámetro es dependiente de dimensiones físicas relativas. (ej. género, talla)

Dividiendo $\frac{\Delta Z}{\Delta t}_{MAX}$ por la **Impedancia Basal (Z0)**, se crea un nuevo parámetro, eliminando así la dependencia anatómica y de género.

$$\text{Índice de Contractilidad IC} = \frac{\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{MAX}}{Z_o} \quad 0.035/\text{sec} < \text{IC} < 0.065/\text{sec}$$

El **IC** en conjunto con el Tiempo de Eyección Ventricular Izquierda **TEVI** y el Volumen Eléctricamente Participante en el Tórax **VEPT** permite el cálculo latido a latido del **Volumen Sistólico VS (ml)**.

$$\text{Volumen Sistólico VS} = \text{IC} * \text{TEVI} * \text{VEPT}$$

$$\text{Gasto Cardíaco GC} = \text{VS} * \text{FC}$$

La segunda derivada de la señal ΔZ , obtenemos una nueva señal haciendo referencia a la aceleración de la sangre aórtica en función del tiempo.

$$\text{Índice de Aceleración IAC} = \frac{\left(\frac{\Delta^2 Z}{\Delta^2 t}\right)_{MAX}}{ITT}$$

Parámetros Hemodinámicos:

- **Flujo:**
 - Frecuencia Cardíaca **FC**
 - Volumen Sistólico **VS**
 - Índice Sistólico **IS**
 - Gasto Cardíaco **GC**
 - Índice Cardíaco **IC**
- **Contractilidad:**
 - Índice de Velocidad **IV**
 - Índice de Aceleración **IA**
 - Índice Heather **IH**
 - Cociente del Tiempo Sistólico **RTS**
 - Índice Tiempo Sistólico **IRTS**
 - Índice de Trabajo Cardíaco Izquierdo **ITCI**
- **Fluido**
 - Contenido de Fluidos Torácicos **CFT**
 - Índice de Contenido de Fluidos Torácicos **ICFT**
- **Vascular:**
 - Resistencias Vasculares Sistémicas **RVS**
 - Índice de Resistencias Vasculares Sistémicas **IRVS**
 - Compliancia Arterial Total **CAT**