Dispositifs Médicaux de Mesure des signaux physiologiques

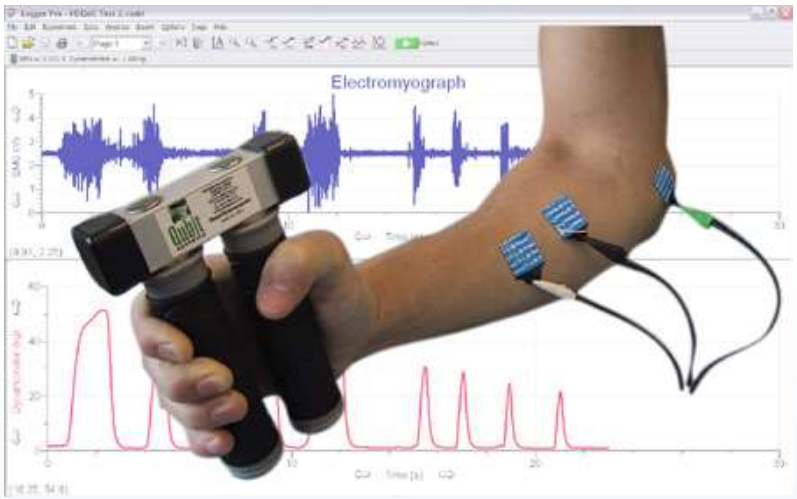
Pr. Norbert Noury



3
Mesure des biopotentiels

3B- mesure de l'ECG

EMG



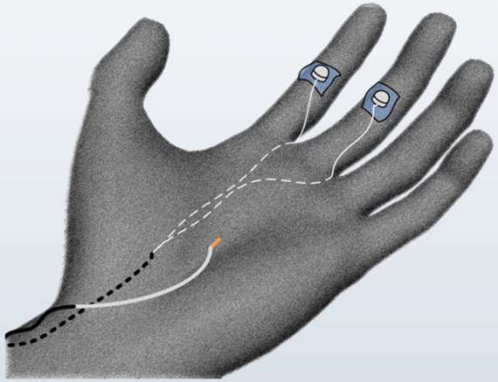
ECG



EEG



GSR



EOG



Impédance

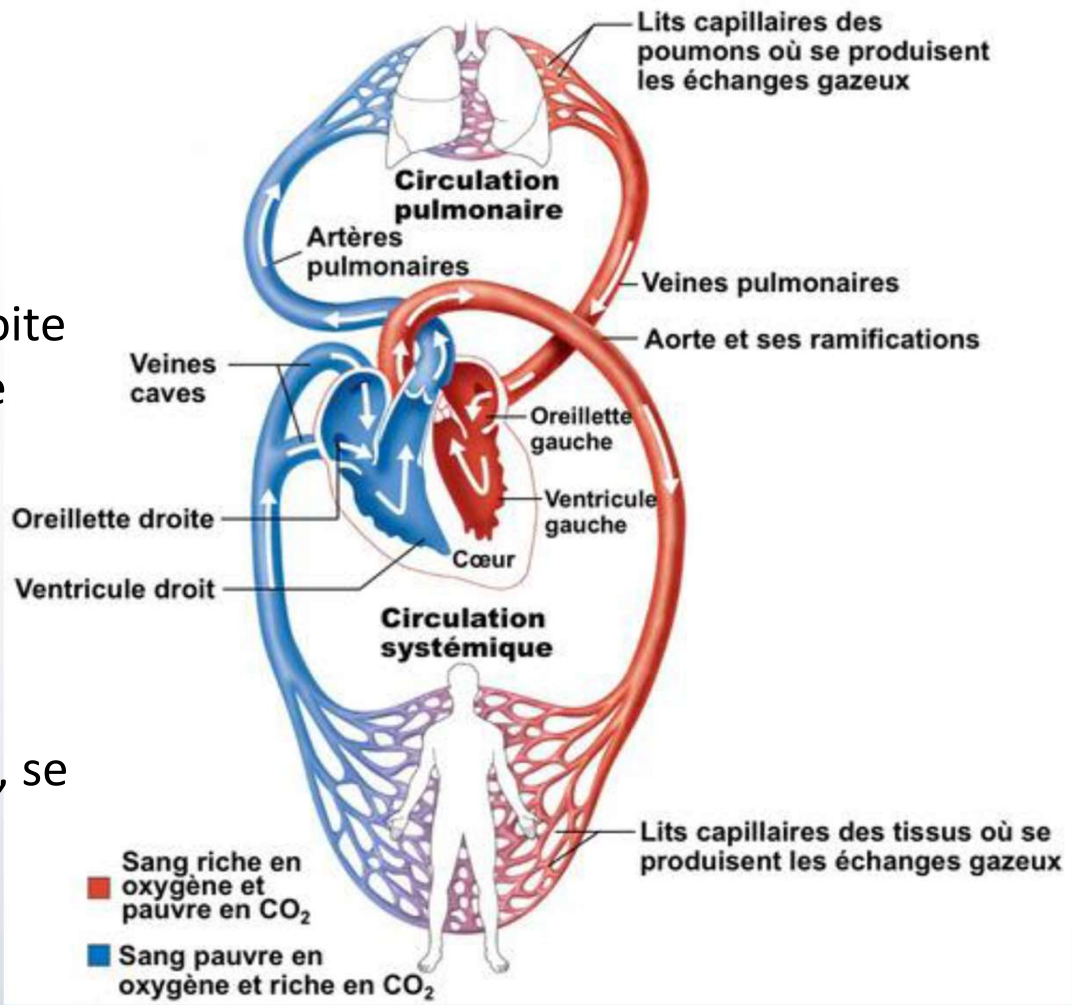
Les 3 blocs du système cardio-vasculaire

le système cardiovasculaire composé de trois grands blocs :

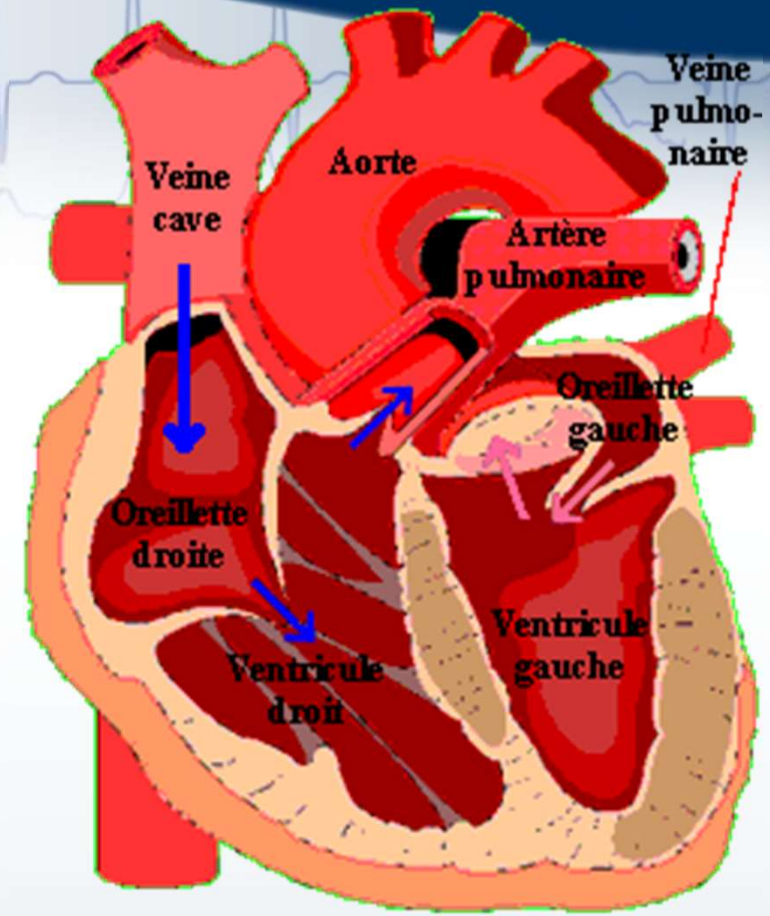
- la circulation pulmonaire
- la circulation systémique
- le coeur (pompe active)

Un retour veineux arrive dans l'oreillette droite à travers la veine cave supérieure et la veine cave inférieure. La contraction auriculaire droite permet le remplissage du ventricule droit. La contraction ventriculaire droite permet l'éjection du sang veineux dans la circulation pulmonaire.

A travers les poumons, le sang libère le CO2, se charge en oxygène, retourne à l'oreillette gauche, puis dans le ventricule gauche. La contraction ventriculaire gauche permet l'éjection du sang chargé en oxygène dans la circulation systémique, ce à travers l'aorte.



Cycle cardiaque

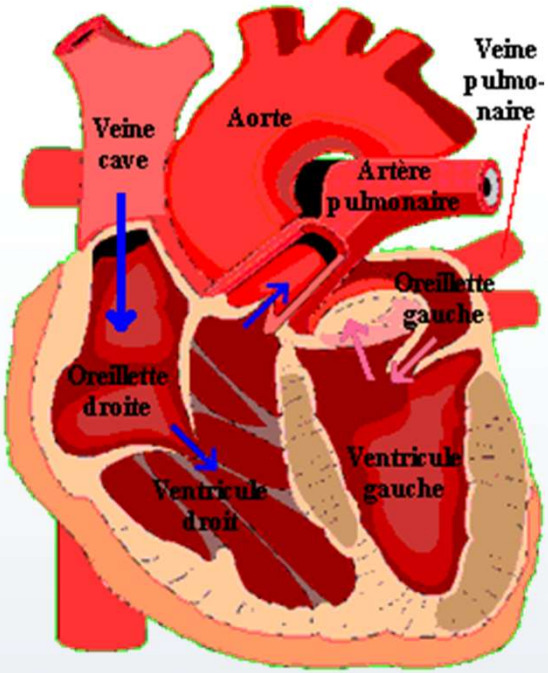


Le coeur comprend quatre cavités:

- Les cavités supérieures sont les oreillettes (peuvent contenir 3 et ½ cuillères à soupe de sang à la fois).
- Les cavités inférieures sont les ventricules (peuvent contenir environ un quart de tasse de sang à la fois).
- Ces petites cavités sont chargées de pomper près de 8000 litres de sang par jour !

Cycle cardiaque

Chaque moitié du coeur fonctionne séparément de l'autre mais en phase.



•Le côté droit du coeur
•chargé de renvoyer le sang pauvre en oxygène aux poumons pour éliminer le dioxyde de carbone et réoxygéner le sang.
•L'oreillette droite reçoit le sang veineux apporté par la veine cave. Le sang est ensuite propulsé dans le ventricule droit. Lorsque ce dernier se contracte le sang pénètre dans l'artère pulmonaire et dans les poumons.

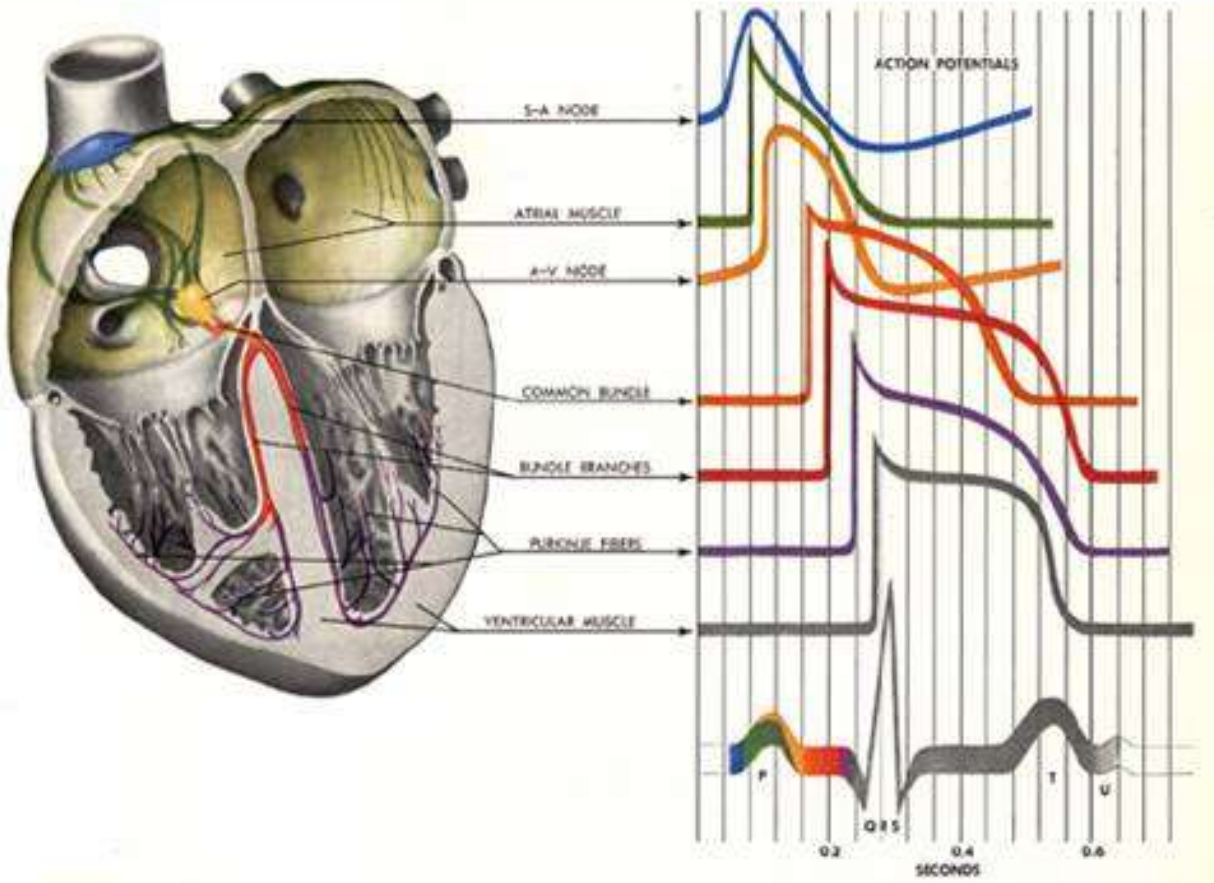
- Le côté gauche du coeur
- reçoit le sang fraîchement oxygéné provenant des poumons et le redistribue dans tout le corps.
- Le sang oxygéné pénètre dans l'oreillette gauche par les quatre veines pulmonaires. Le sang est ensuite propulsé dans le ventricule gauche en traversant la valve mitrale (contrôle le débit). Lorsque votre coeur se contracte, le sang est propulsé à travers la valve aortique dans l'aorte (le plus gros vaisseau de l'organisme), et distribué dans le corps par l'intermédiaire d'un réseau d'artères.

Mesure Electro Cardio Gramme

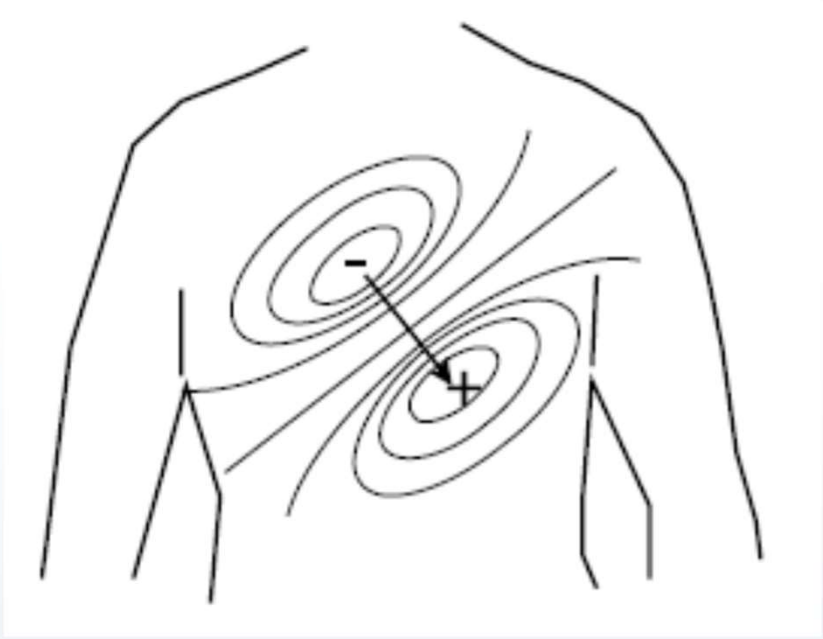
L'ECG est la représentation dans le temps du potentiel électrique qui commande l'activité musculaire du cœur.

- Les PA des cardiomyocytes provoquent des déplacements de charges (ou courants) dans les liquides de l'organisme.
- Ces courants représentent la somme des PA qui surviennent en même temps dans plusieurs cellules.

L'activité électrique du cœur est à chaque instant équivalente à celle d'un dipôle unique dont la direction, l'orientation et le moment varient au cours du cycle mais dont l'origine reste fixe



Mesure ECG: vecteur cardiaque



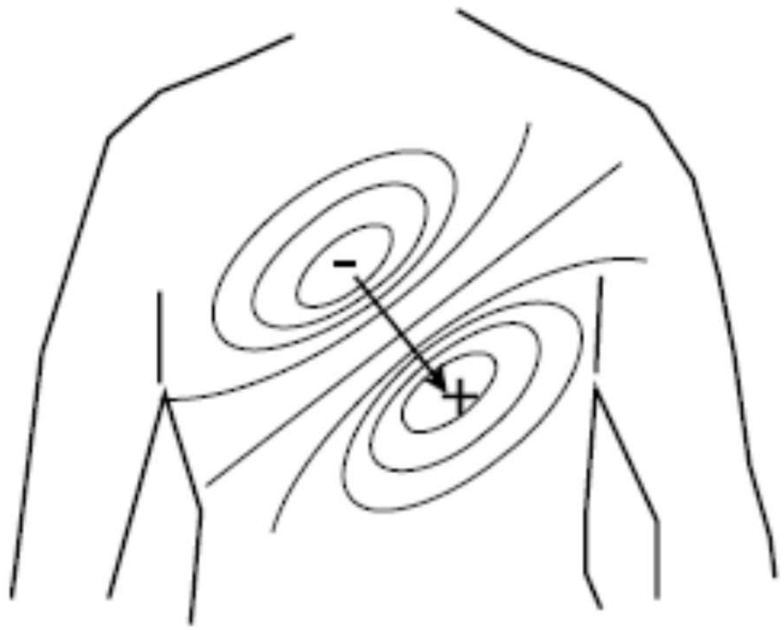
Zone dépolarisée//zone activée → dipôle électrique variable au cours du temps

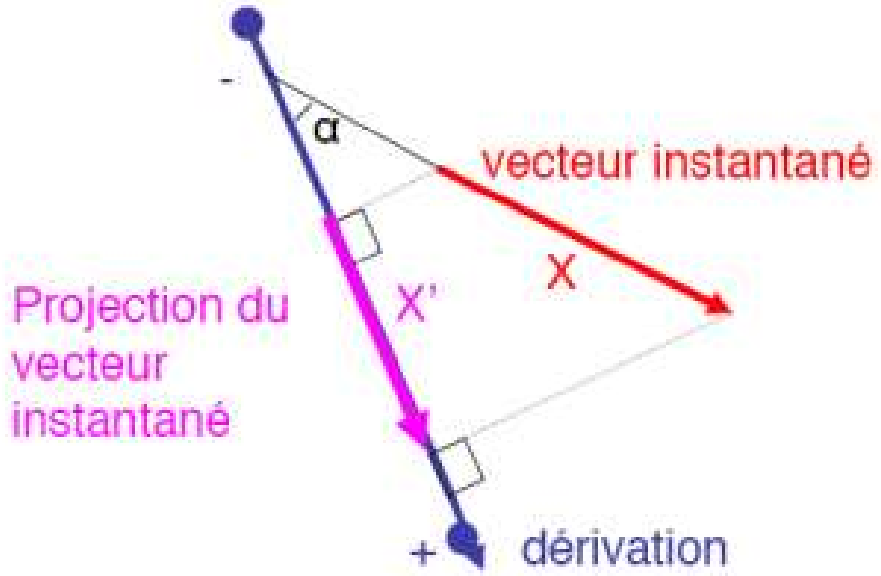
Mesure ECG standardisée

Si on place des électrodes sur des équipotentielles distinctes :

Tension Vd = projection du vecteur cardiaque dans la direction d

$$V_d = \vec{M}.\vec{d}$$





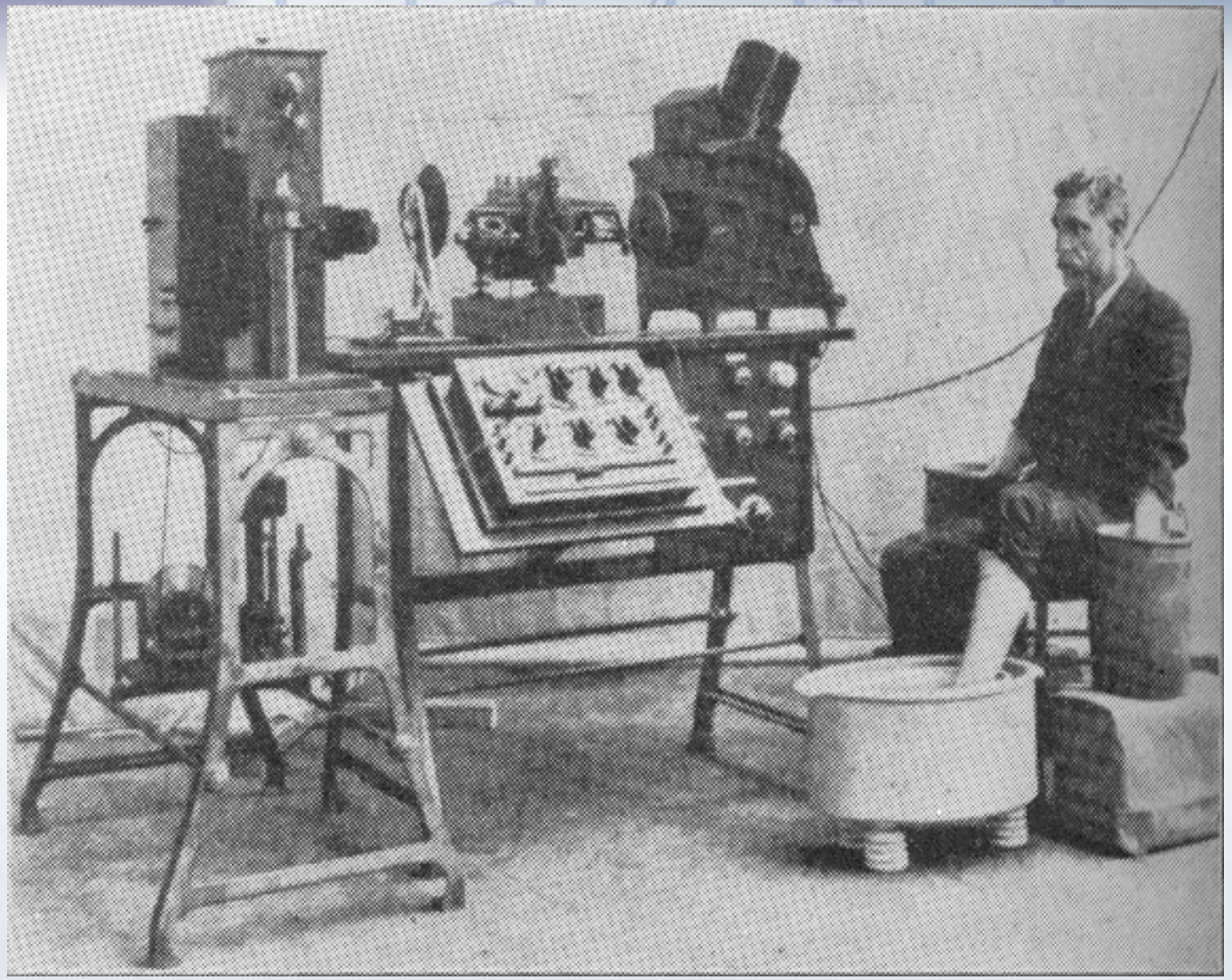
$X' = k \cdot X \cdot \cos \alpha$

Mesure ECG: les 12 dérivations standard

- Une dérivation est une ligne passant par deux points du corps où sont placées les électrodes d'enregistrement.
- Un ensemble de deux dérivations au moins détermine un plan
- Le point de dérivation relié à la borne positive de l'appareil de mesure est marqué (+).
- L'orientation de la dérivation est du (-) vers le (+)

→ Nécessité de standardiser le placement des électrodes : les 12 dérivations standard

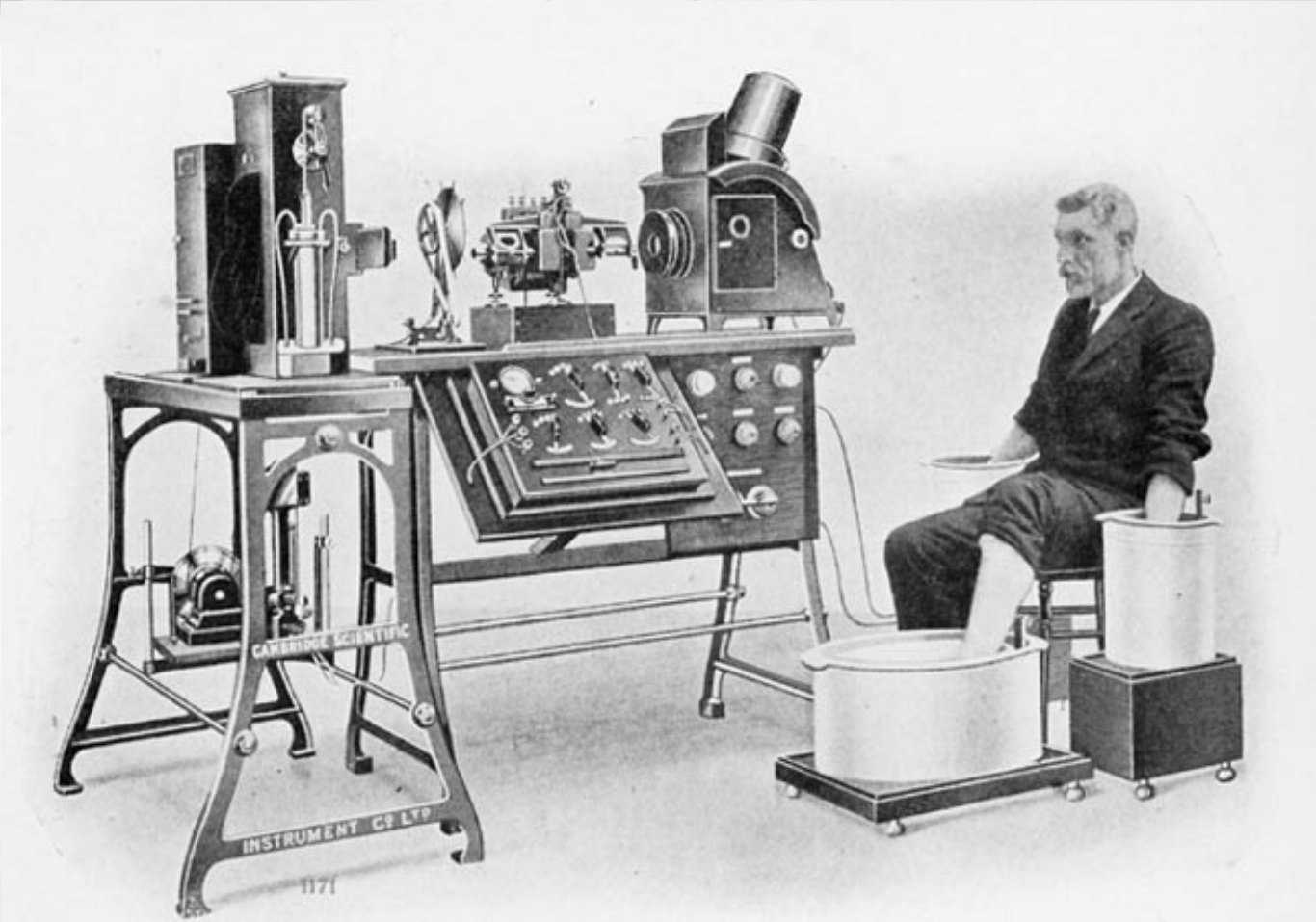
Premières mesures de l'ECG : Carlos Matteuci



1842: travaux de **Carlo Matteucci**

1878 : premières expérimentations par John Burden Sanderson et Frederick Page

les déflexions ECG : Willem Einthoven

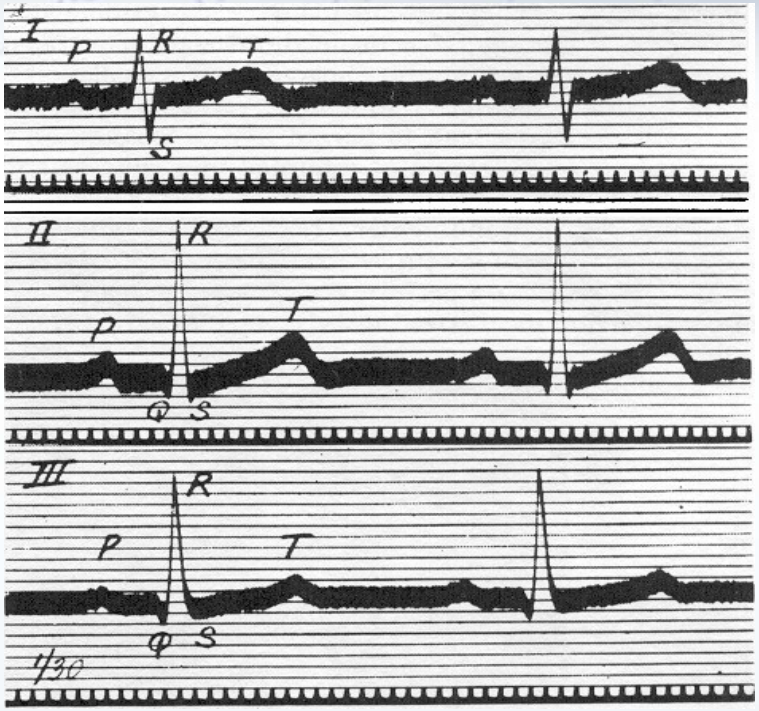


PHOTOGRAPH OF A COMPLETE ELECTROCARDIOGRAPH, SHOWING THE MANNER IN WHICH THE ELECTRODES ARE ATTACHED TO THE PATIENT, IN THIS CASE THE HANDS AND ONE FOOT BEING IMMERSED IN JARS OF SALT SOLUTION

En 1895 Willem Einthoven met en évidence les cinq déflexions P, Q, R, S et T, il utilise le galvanomètre à cordes (Prix Nobel 1924)

Le triangle d'Einthoven





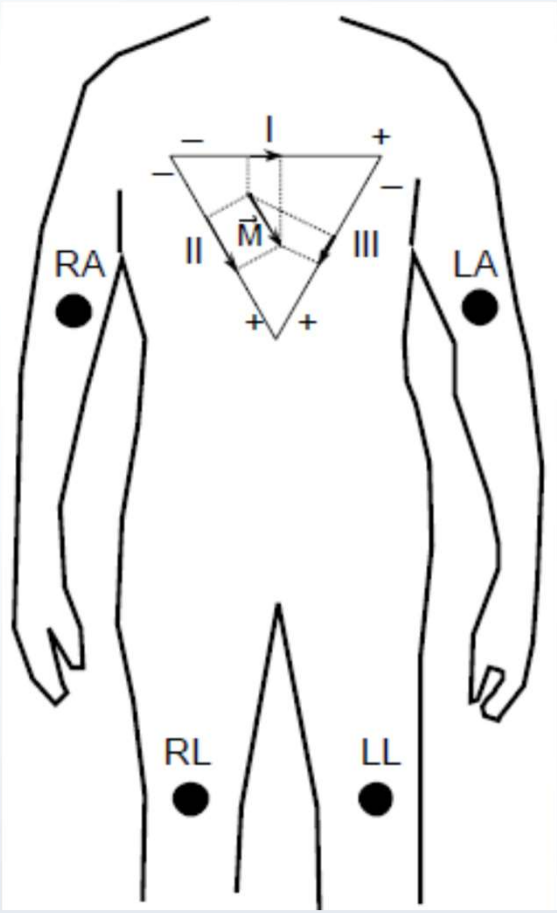
Lead I + Lead III = Lead II

Lead I + Lead III - Lead II = 0

Mesure ECG: les 6 dérivations frontales

Les 3 premières dérivations « périphériques » dans le plan frontal :

I, II, III



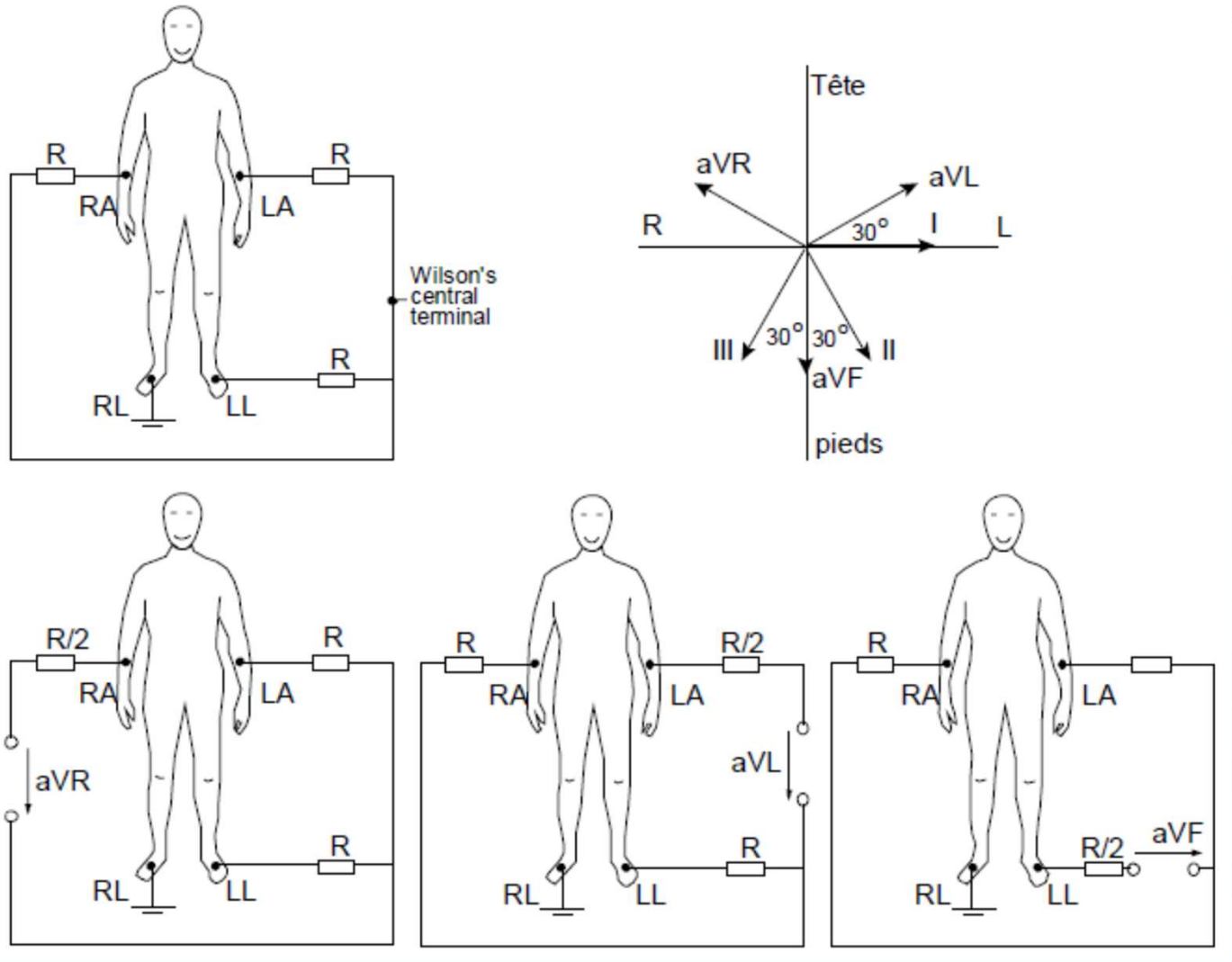
Dérivations périphériques et « Triangle d'Einthoven »

Mesure ECG: le point central de Wilson et les 3 dérivations unipolaires

aVR, aVL, aVF

Terminaison centrale de Wilson : relie les électrodes RA, LA et LL à travers une résistance élevée (R> 5MΩ).

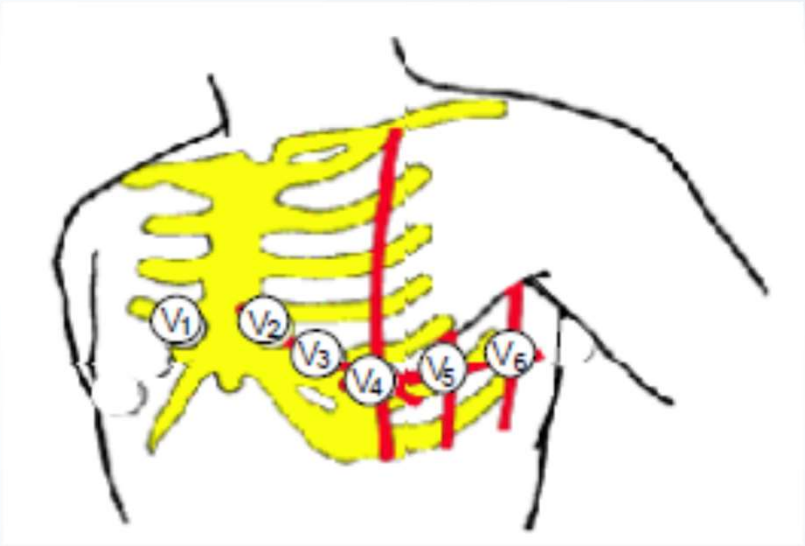
Dérivations unipolaires aVR, aVL, aVF : différences de potentiel entre une électrode exploratrice (bras gauche, bras droite ou jambe gauche) et l'électrode neutre de Wilson.



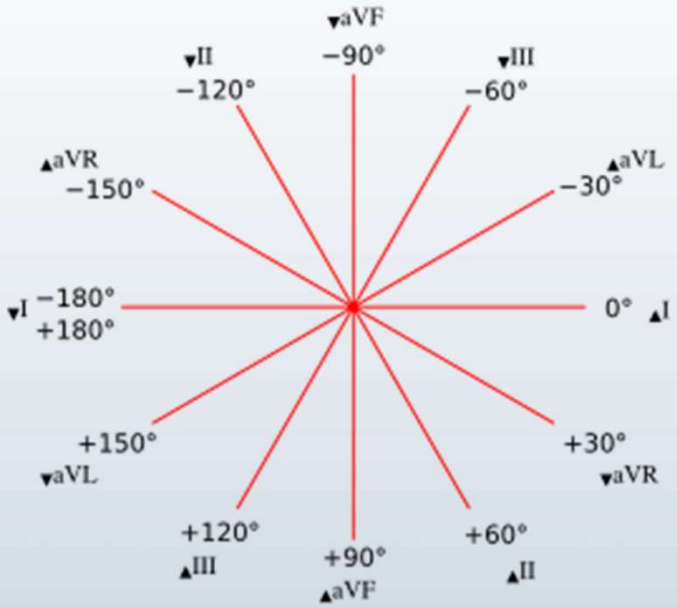
Mesure ECG: les 6 dérivations transversales

Les 6 dérivations
« précordiales » dans le plan transversal :

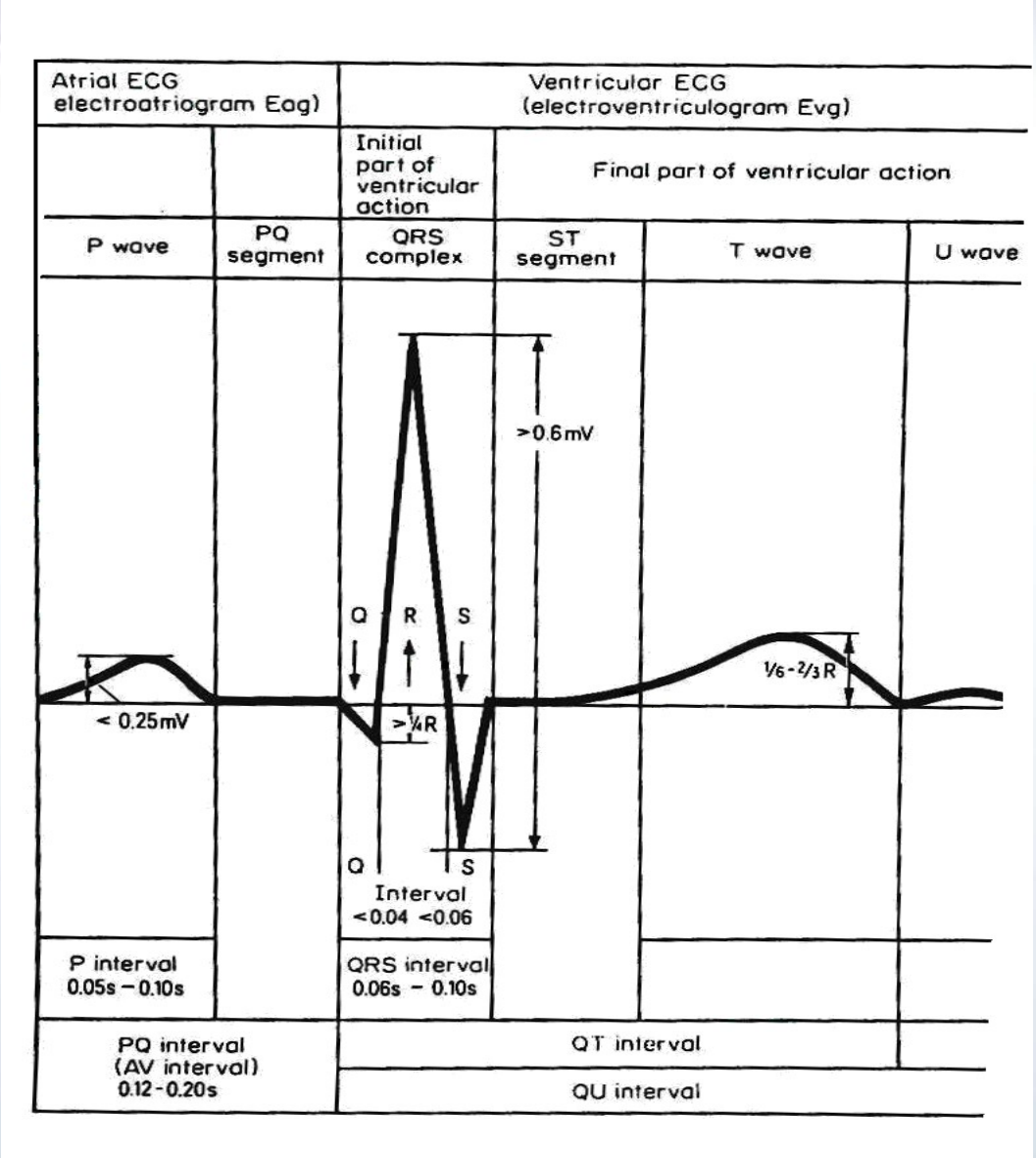
V1, V2, V3, V4, V5, V6



Electrode de référence
reliée au central terminal de Wilson

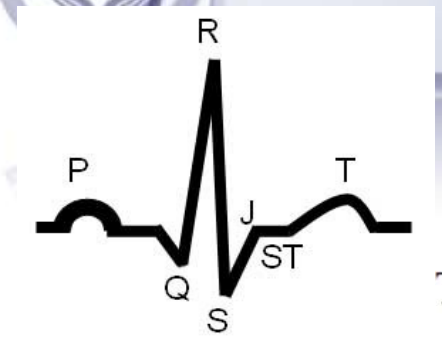


Rythmologie ECG



- Onde P
- Segment PQ (0.12-0.2s)
- intervalle QT (<0.44s)
- dispersion QT (<0.05s)
- Complexe QRS (0.07-0.1 s)
- intervalle PP
- intervalle RR (période cardiaque)…

Mesure ECG: Analyse du Rythme Cardiaque

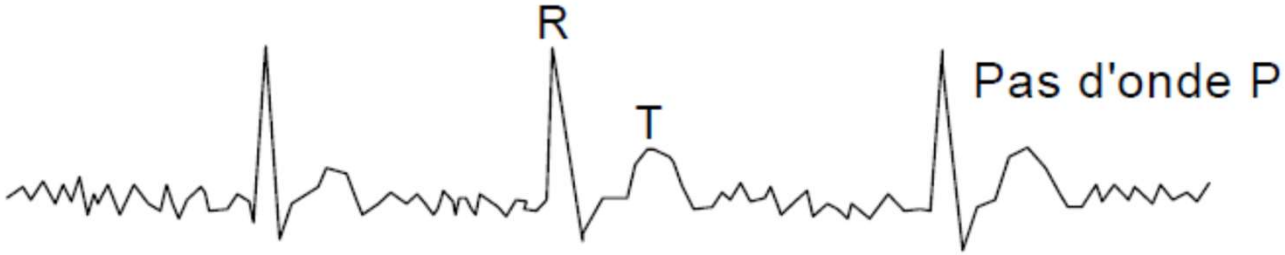


Tachycardie:



complexes QRS

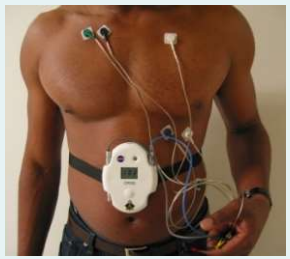
- Fibrillation auriculaire



- Fibrillation ventriculaire:



Capteurs portables pour monitoring ECG

Court Terme	Moyen Terme	Long Terme
• Systèmes de type « Holter » modifiés • Quelques heures	• Systèmes de type « Patch » • Jusqu'à une semaine	• Systèmes de type vêtements intelligents • Plus d'une semaine
 	 	 
Cardionet ***Lifeguard***	***Netguard*** ***Intelesens***	***Cardionet*** ***Lifeguard***
✓ Qualité de la mesure ✓ Résolution numérique et temporelle élevée ✘ Confort et acceptabilité ✘ Peu adapté au long terme	✓ Qualité de la mesure ✓ Confort accru ✘ Irritabilité de la peau ✘ Requiert un design d'électrodes spécifique	✓ Confort et acceptabilité ✓ Monitoring continu et longue durée ✘ Robustesse du capteur ✘ Qualité de la mesure

Holter ECG

Electrocardiographes :

- Ecran LCD et clavier à touches tactiles sur l'écran
- Système d'archivage et mémorisation
- Imprimante intégrée
- Analyse et interprétation des résultats
- Batterie rechargeable



Fukuda Denshi Cardimax3
Prix de vente sur le marché français : ***1500 €***

Dispositifs Portables





TRANSMISSION DIGITALE
Le système TIMEX prévient les interférences avec les autres cardiofréquencemêtres.

Compatible with: DATA RECORDER

DATA RECORDER 2
Nouveau logiciel pour téléchargement sur PC. Vendu séparément.

NAVIGATION
- LATITUDE & LONGITUDE
- ALTITUDE/VITESSE VERTICALE
- POINT DE PASSAGE
- GUIDAGE DIRECTIONNEL
- ROUTE REVERSIBLE

SYSTEME VITESSE & DISTANCE
- ODOMETRE
- PREVISION DE L'HEURE D'ARRIVEE
- SYSTEME MAINS LIBRES

CARDIOFREQUENCEMETRE
- ZONES CIBLES
- COMPTEUR DE RECUPERATION
- FREQUENCE CARDIAQUE MAXIMALE
- TEMPS PASSE EN ZONE

Dispositifs Portables

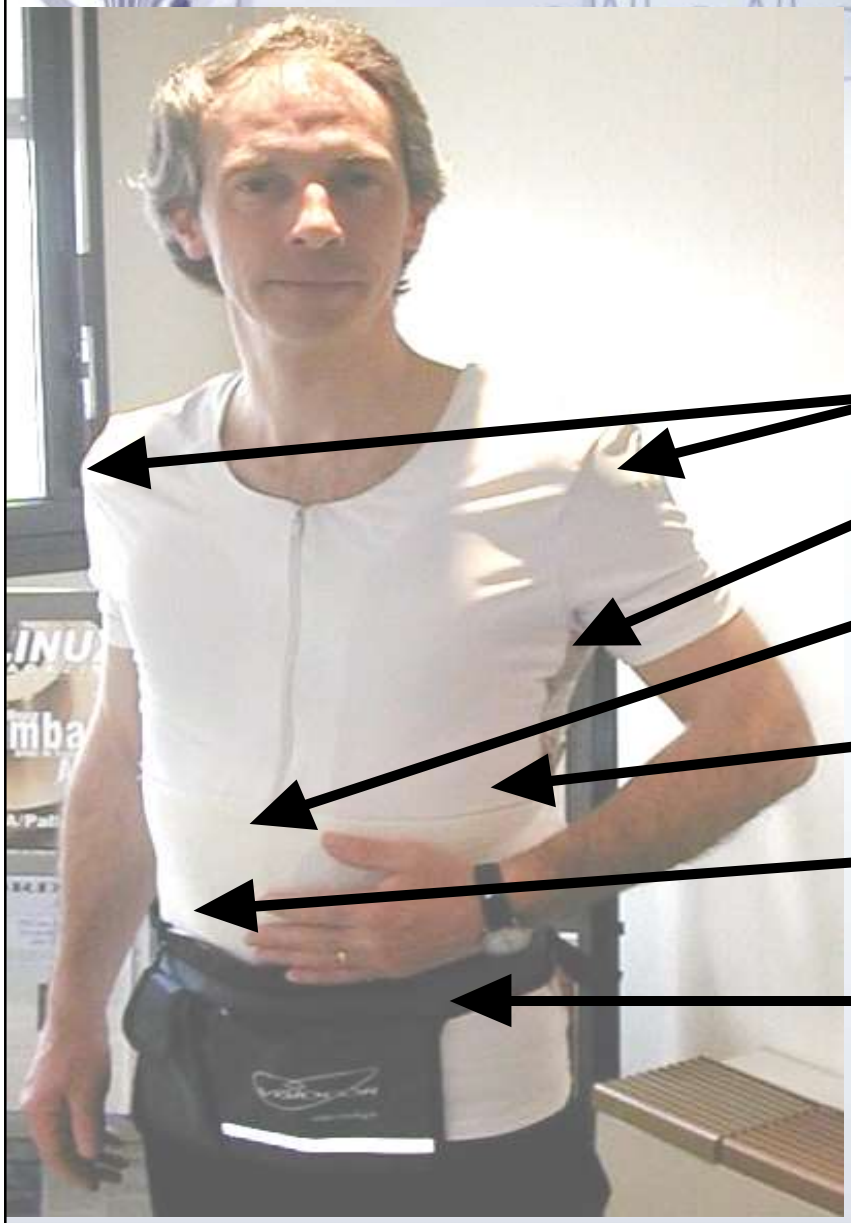
Cardiofréquencemètres : *Polar*6

Caractéristiques :

- Affichage des calories brulées
- Rythmes cardiaques moyen et maximum d'entraînement
- Zone cible automatique en fonction de l'âge



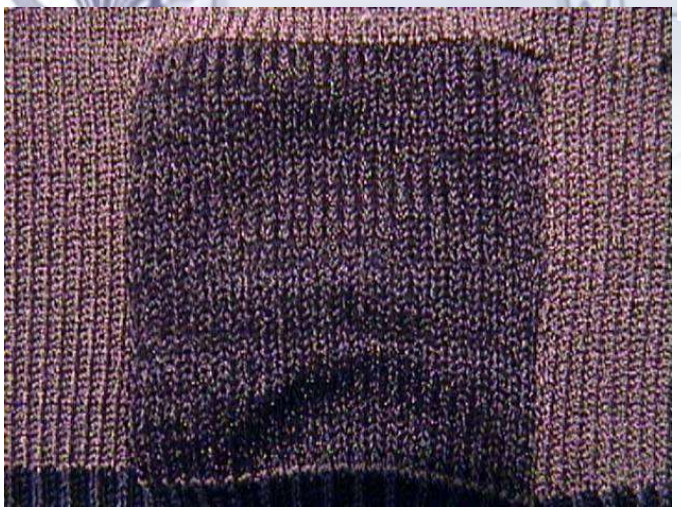
Vêtements Intelligents capteurisés



Projet VTAMN

- Electrodes ECG
- Capteur Température
- Bande de respiration
- Capteur de chute
- Reference ECG
- Ceinture avec batterie & Carte-mère

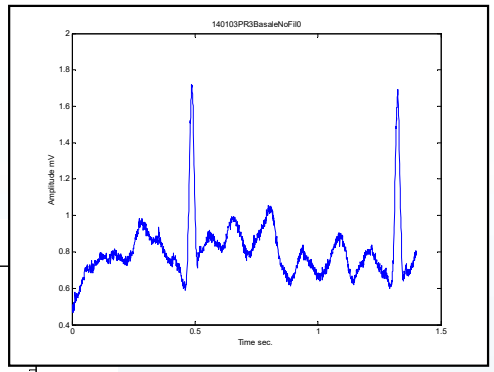
Smart Textiles : Integrated fabric electrode in basal condition with or without Hydrogel

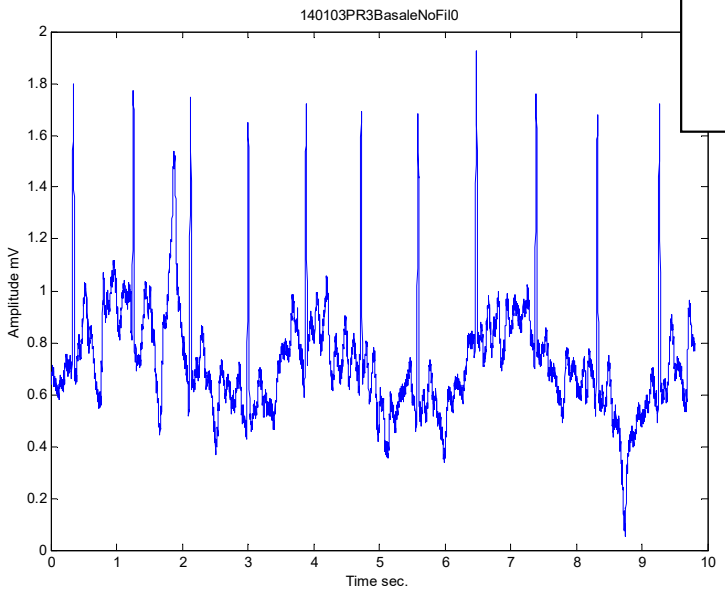


Peak R revealed without membrane: **1 mV**

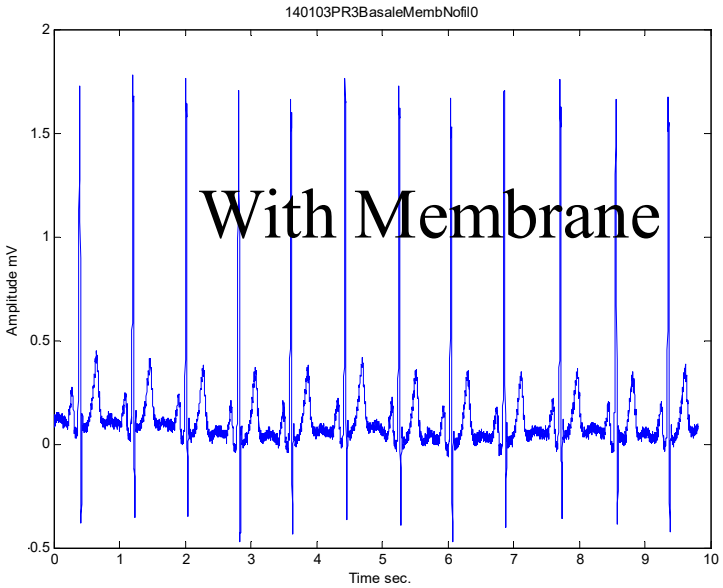
Peak R revealed with membrane: **1.6 mV**

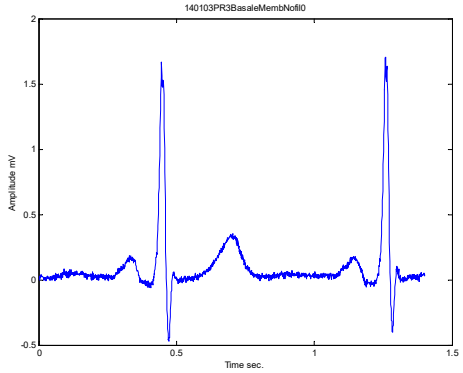
Without Membrane



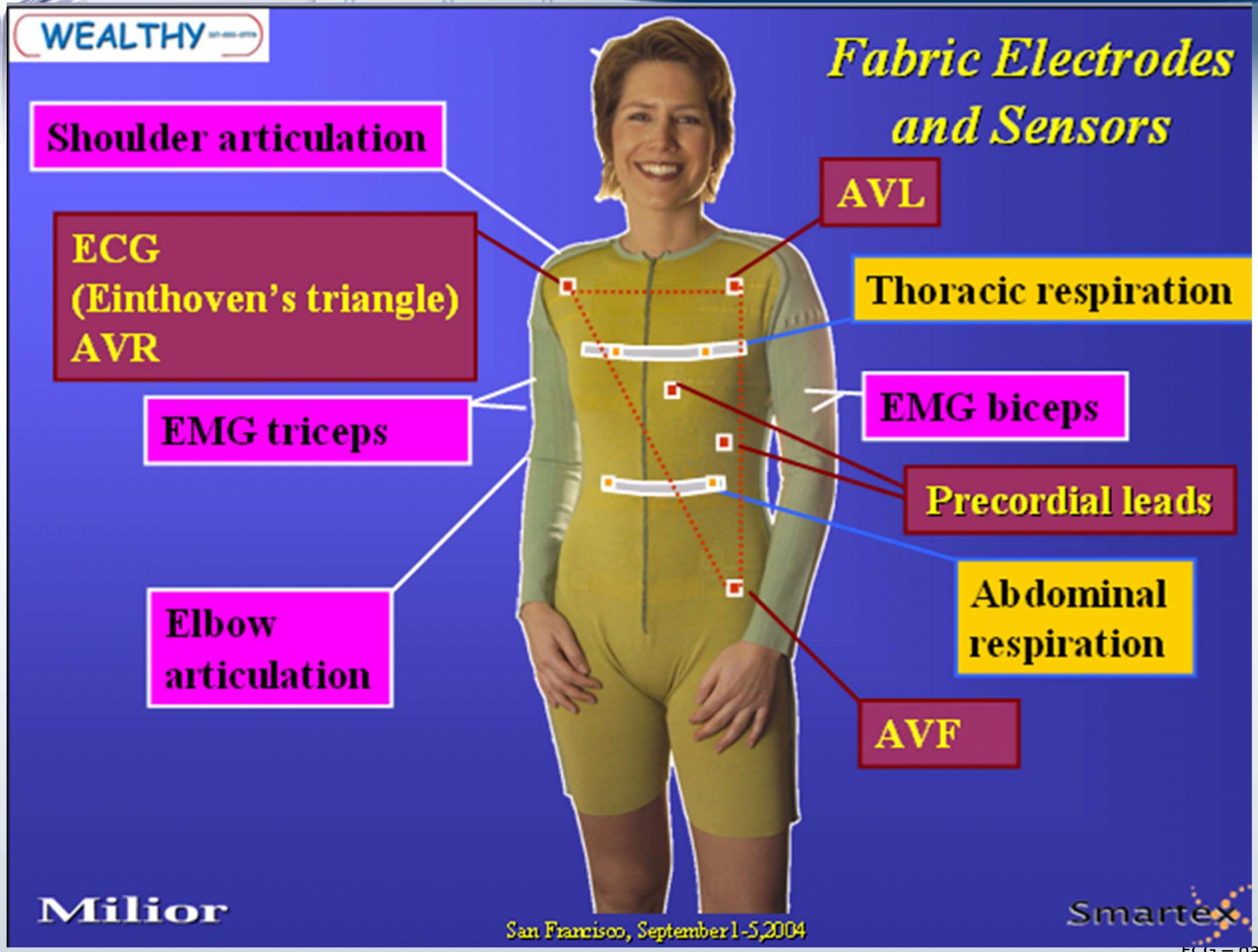


With Membrane





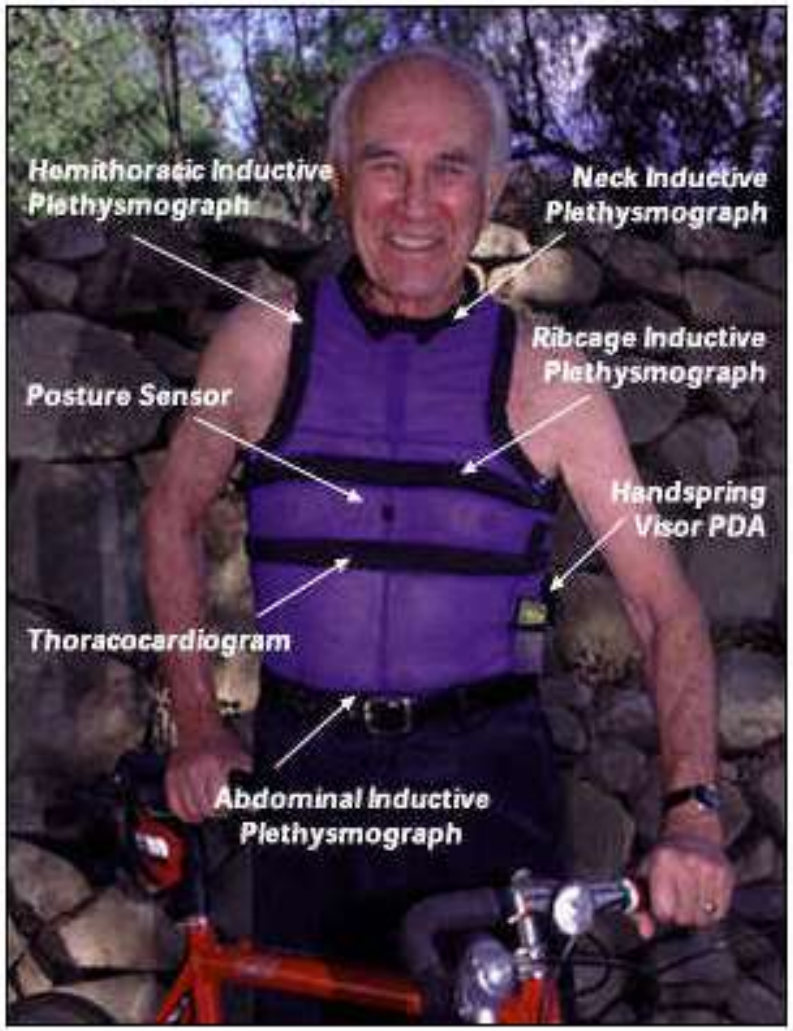
Smart textiles: WEALTHY Project



LifeShirt Vivometrics

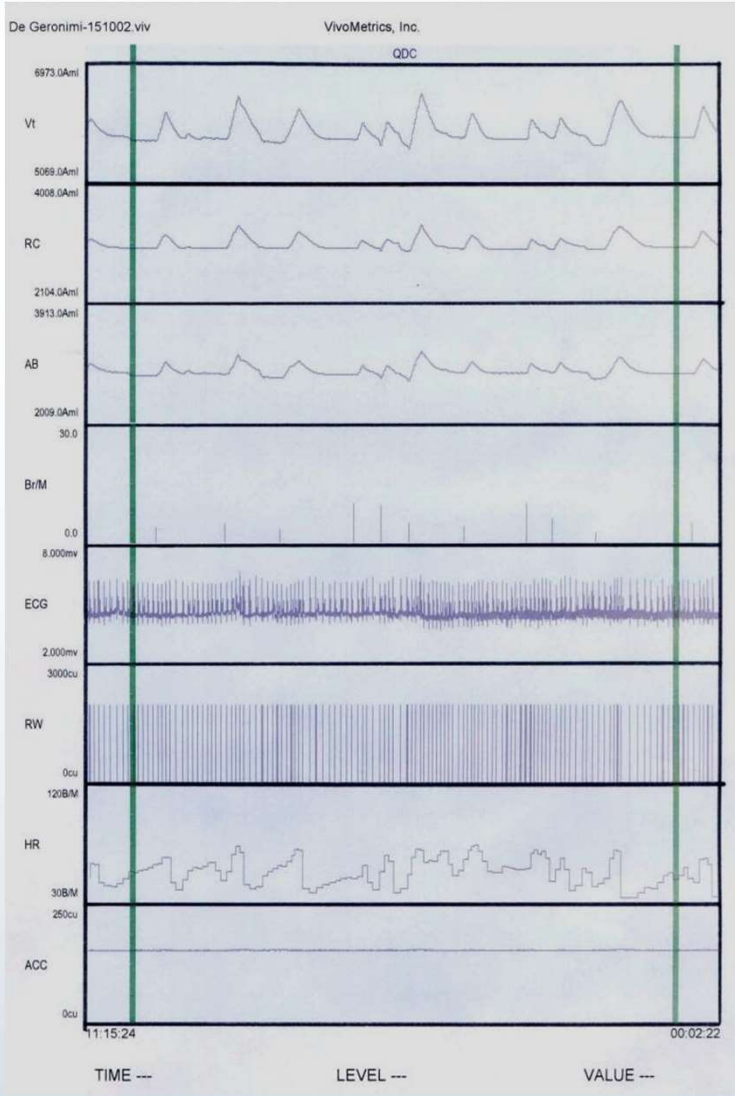
VivoMetrics
Continuous Ambulatory Monitoring

Smart clothe to measure EKG and respiration



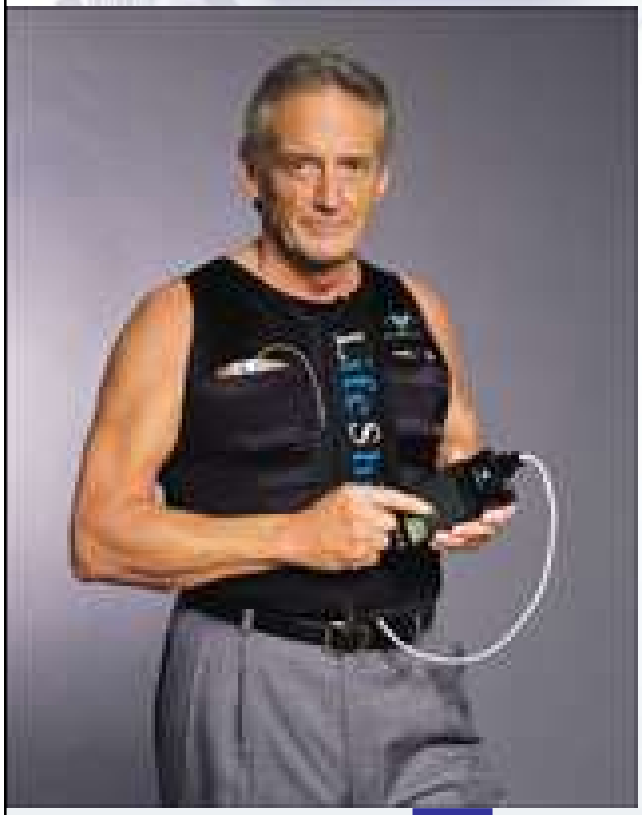


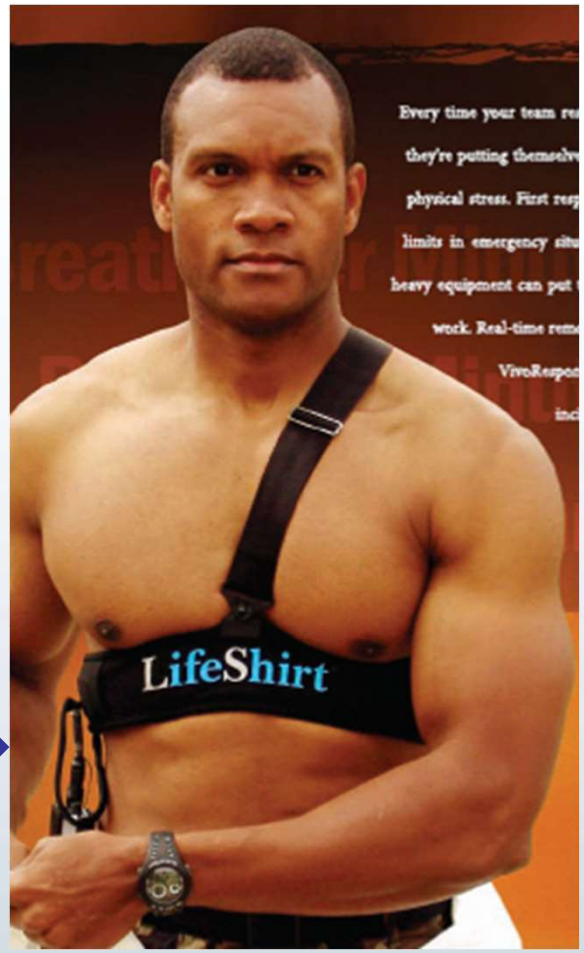




Evolution du LifeShirt Vivometrics

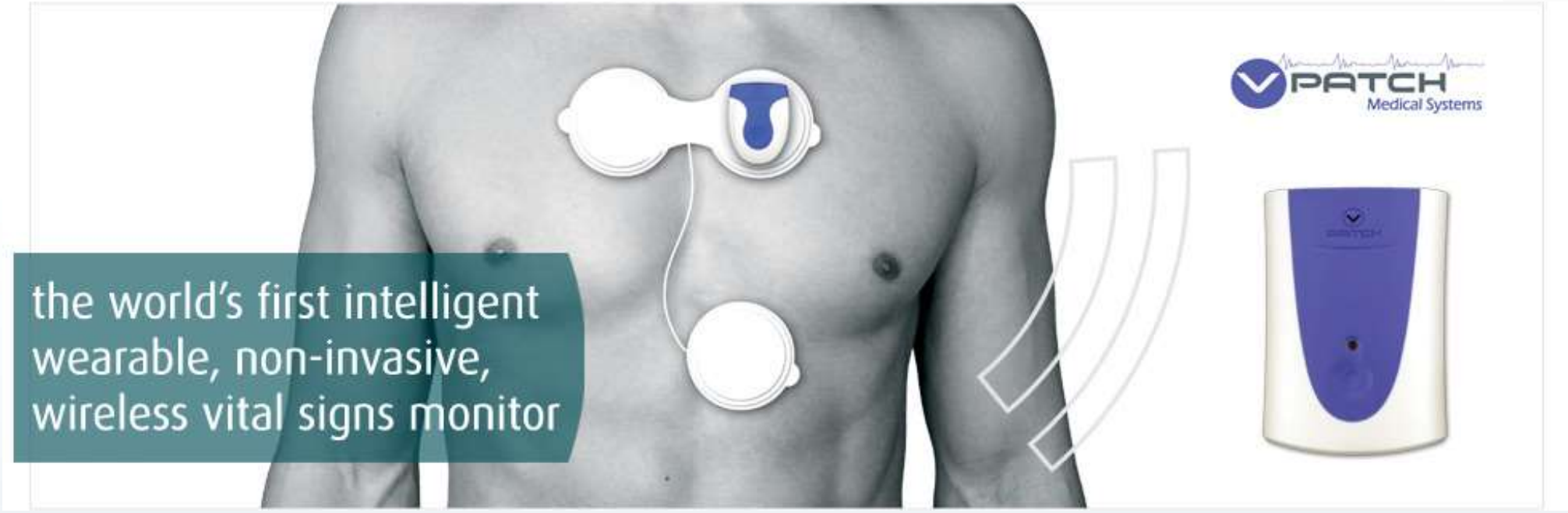
VivoResponder™ System







Les patchs

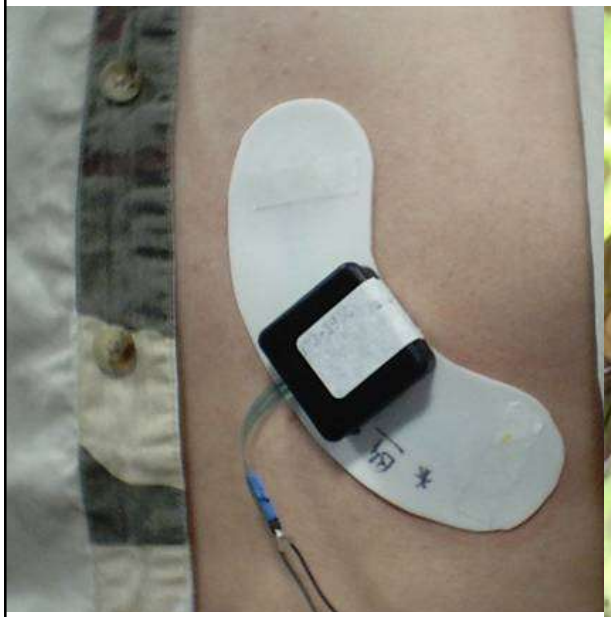


Wireless Vital Signs Platform
& disposable sensor patch

intelesens
RESPONSIVE HEALTHCARE

Les patchs

Vital Signs Monitoring









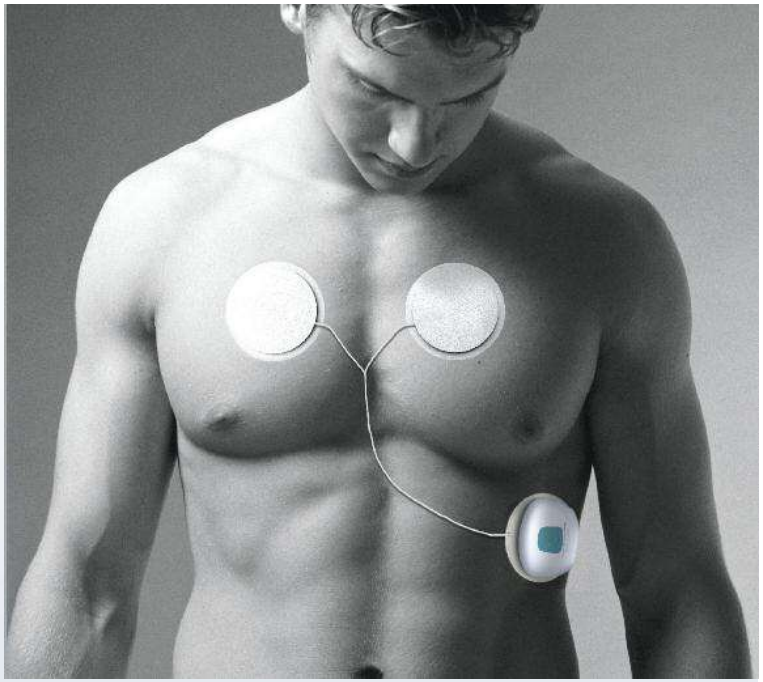
WelchAllyn®

PATCH
Medical Systems

Les patchs

intelesens
RESPONSIVE HEALTHCARE

zensor
THE ART OF MONITORING



TECHNICAL INFORMATION

ECG
3 Leads
Frequency response: 0.5Hz - 40Hz
Sample Rate: 360 samples per second
Resolution: 12 bit

Event Detection
Bradyarrhythmia
Ventricular Tachycardia
Supraventricular Tachycardia
Ventricular Fibrillation
Atrial Fibrillation
Asystole
Patient activated event recording

Respiration
Impedance pneumography
Sample rate: 120 samples per second
Resolution: 12 bit

Activity
3-axis accelerometer
Scale: ±2G
Sample rate: 100 samples per second
Resolution: 12 bits on each axis

RF Event Transmission
Wi-Fi™ 802.11b/g
Transmission frequency: 2.4GHz
Transmission range: 50m

Full Disclosure Download
USB 2.0

Regulatory Standards
CE Class IIa (pending)