



Parte II:

A variabilidade da frequencia cardíaca

Arturo Méndez e Xosé Antón Vila. Univ. Vigo

Índice

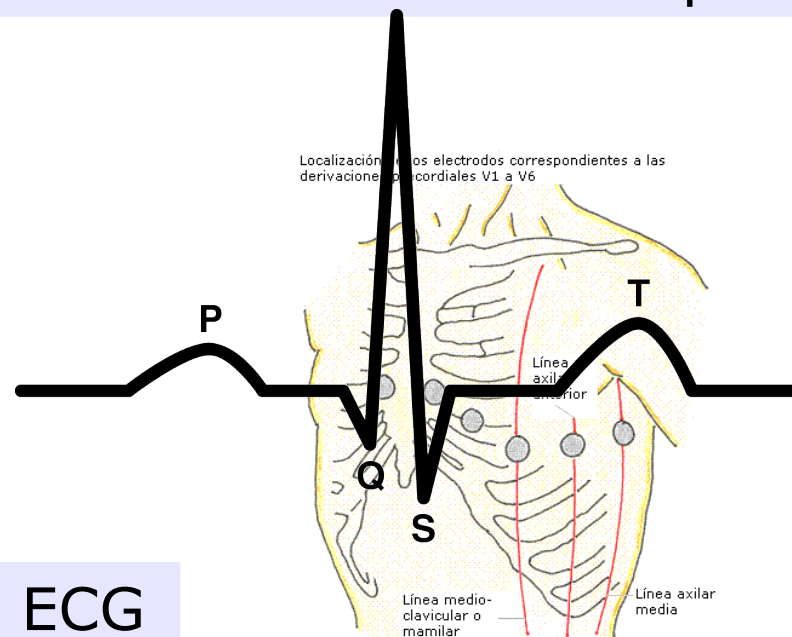
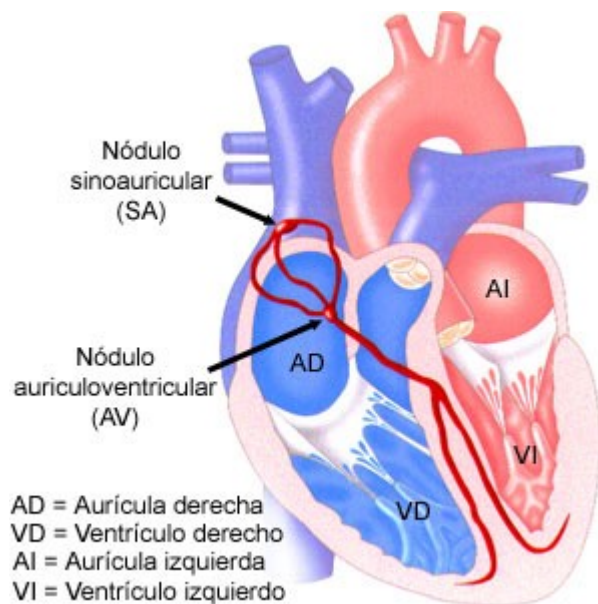
- Fundamento fisiolóxico
- Utilidade clínica
- Metodoloxía
 - Obtención do sinal de FC
 - Interpolación e filtrado
 - Dominios de análise



O electrocardiograma (ECG)

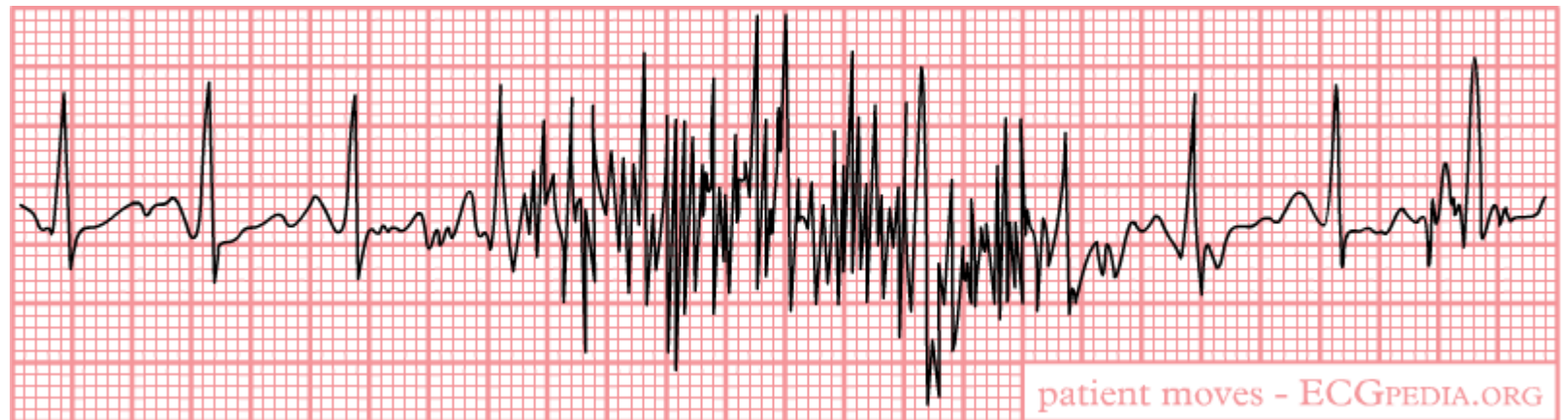
O **latido cardíaco** é consecuencia da propagación dun impulso eléctrico polo músculo cardíaco

Que se pode rexistrar con electrodos sobre a pel

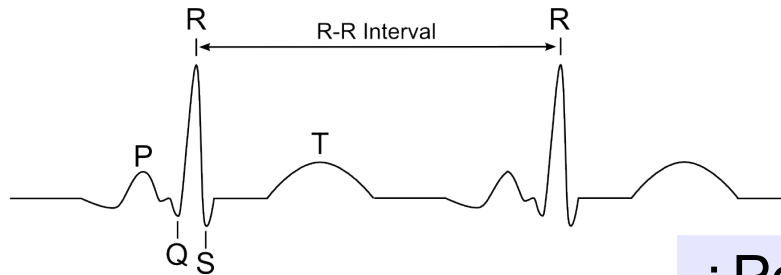


Resultado: ECG

http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:ECG_principle_slow.gif

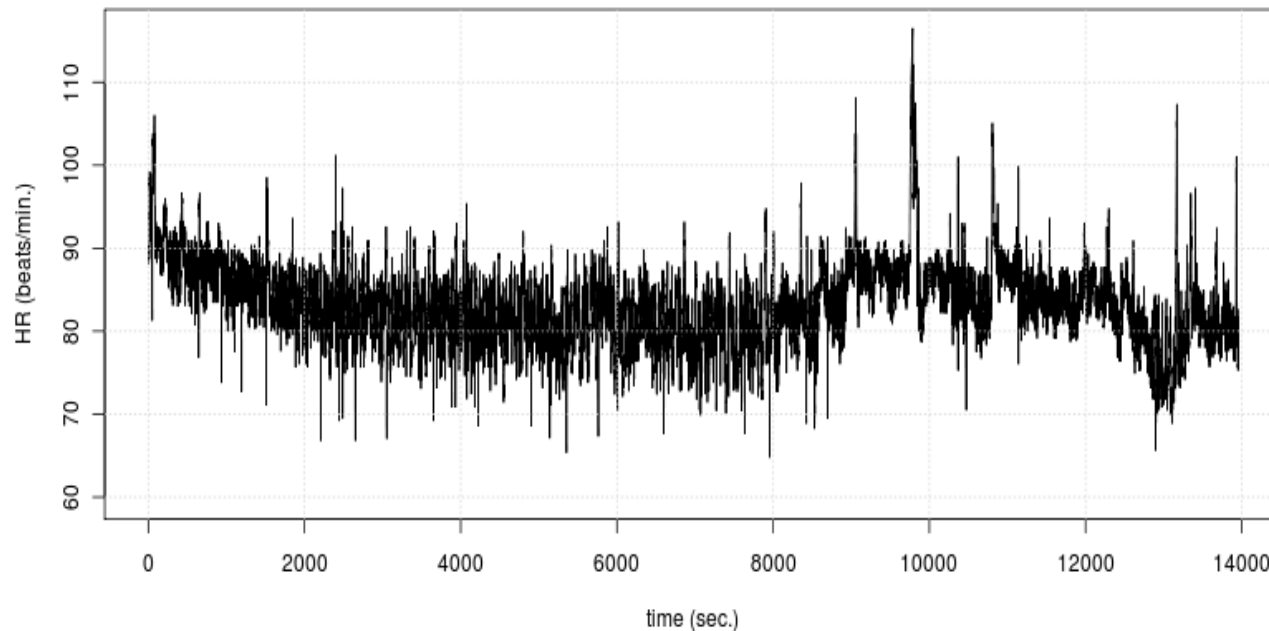


A frecuencia cardíaca



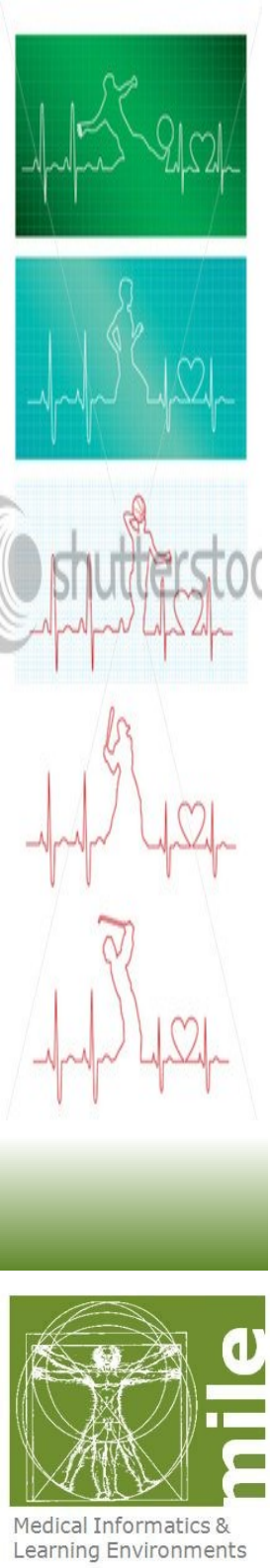
¿Por qué hai ese “ruido”? ¿Conteñen algunha información esas “variacións”?

Non-interpolated instantaneous heart rate

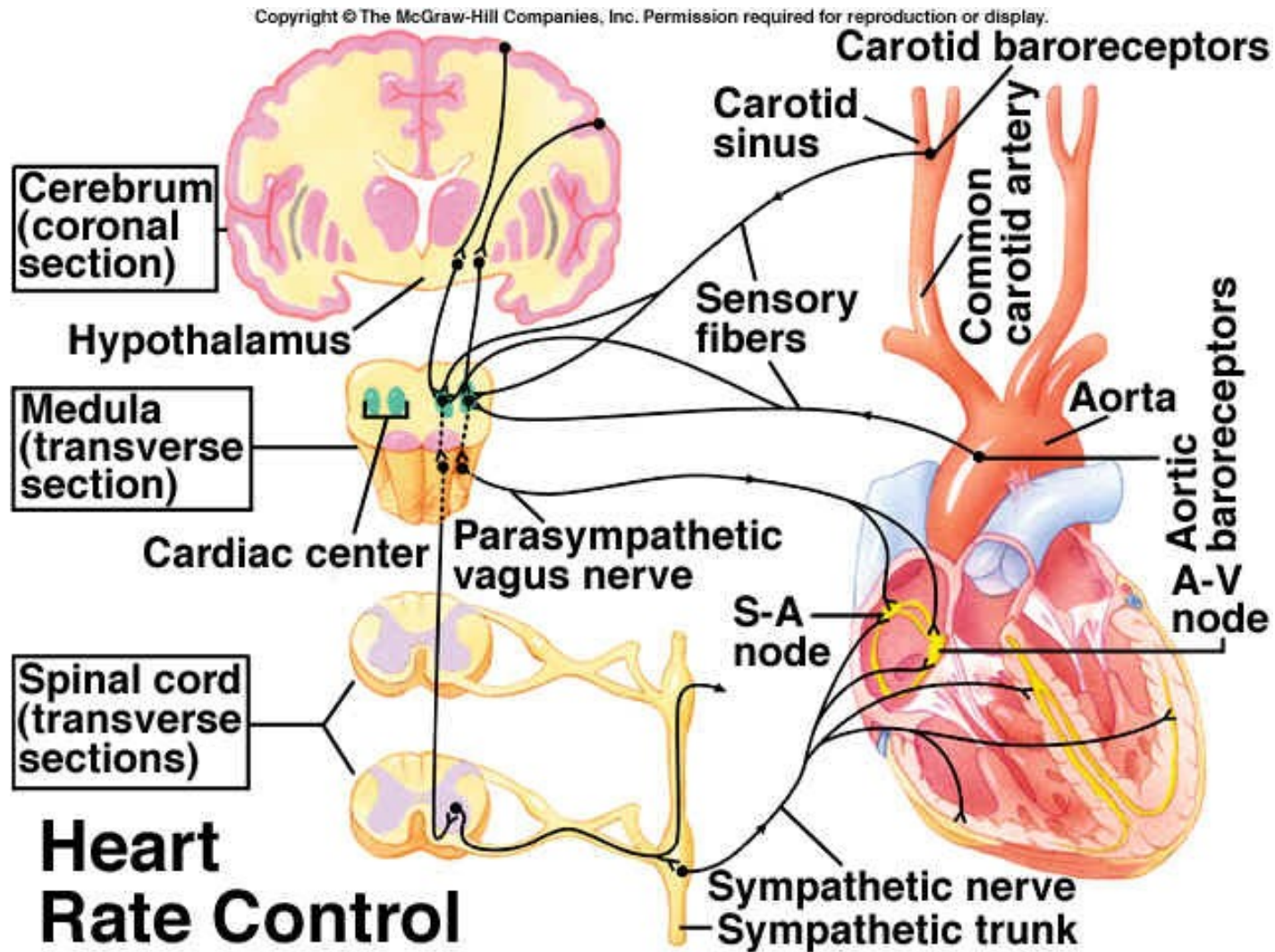


FC: evolución histórica

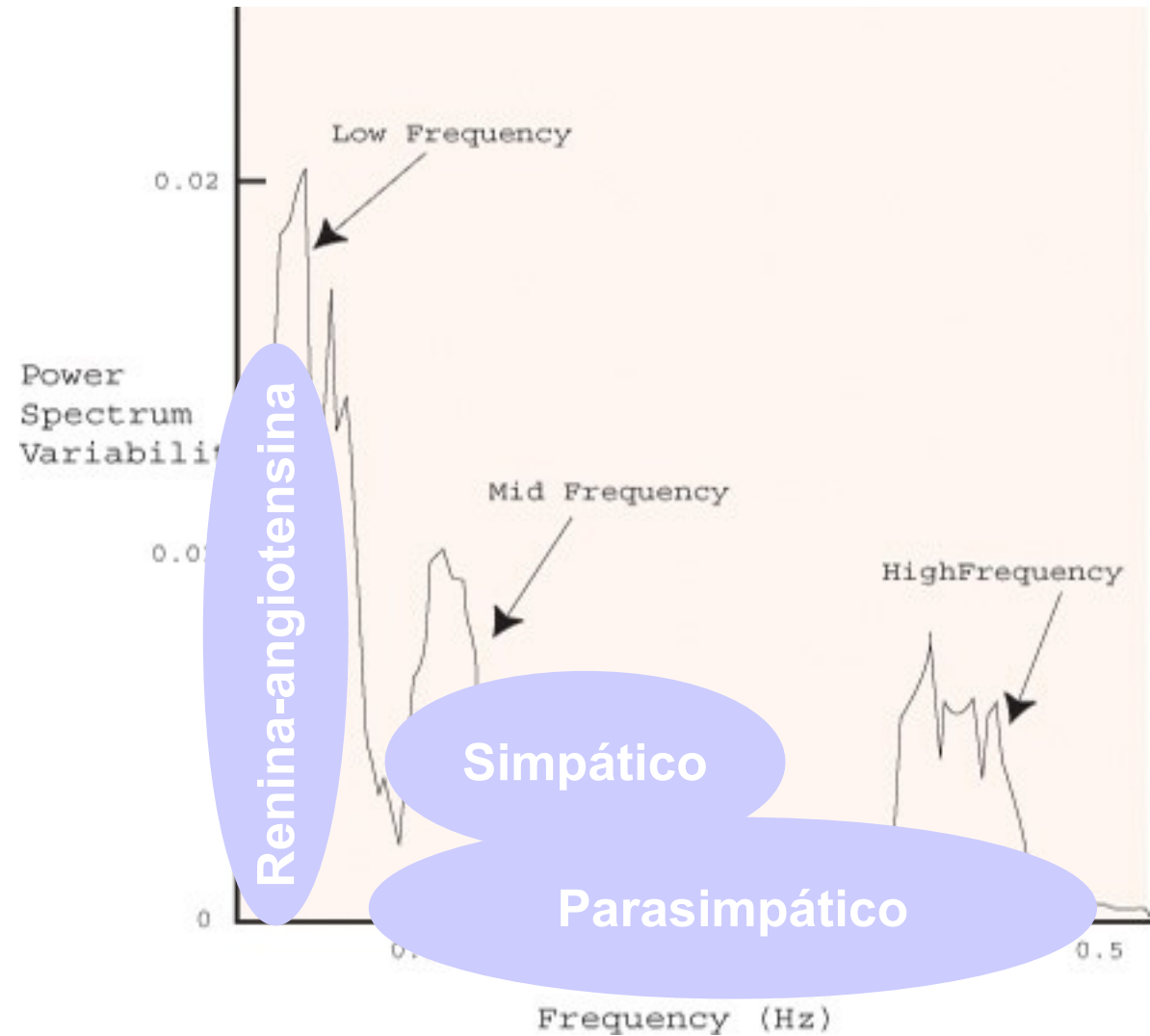
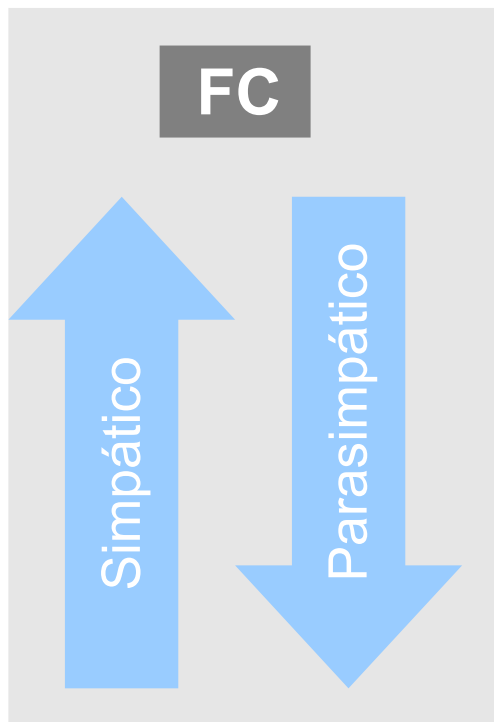
- Ata 1970: as variación na FC son ruído
 - Elimínanse promediando e estúdase a FC media.
- 1970-1980: esta variabilidade ten interese clínico
 - Menos variabilidade mais risco de morte (feto).
- 1981: artigo de S. Akselrod en Science
 - Análise espectral e relación co sistema nervioso simpático e parasimpático.
- 1985-1995: boom investigador
 - Novas técnicas de análise, estudos clínicos serios, ...
- 1996: proposta de estándares



Control neurovegetativo do corazón

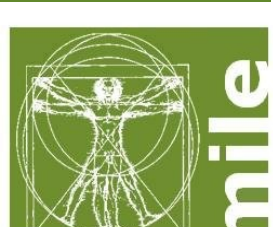


Espectro típico da FC



Índice

- Fundamento fisiolóxico
- **Utilidade clínica**
- Metodoloxía
 - Obtención do sinal de FC
 - Interpolación e filtrado
 - Dominios de análise

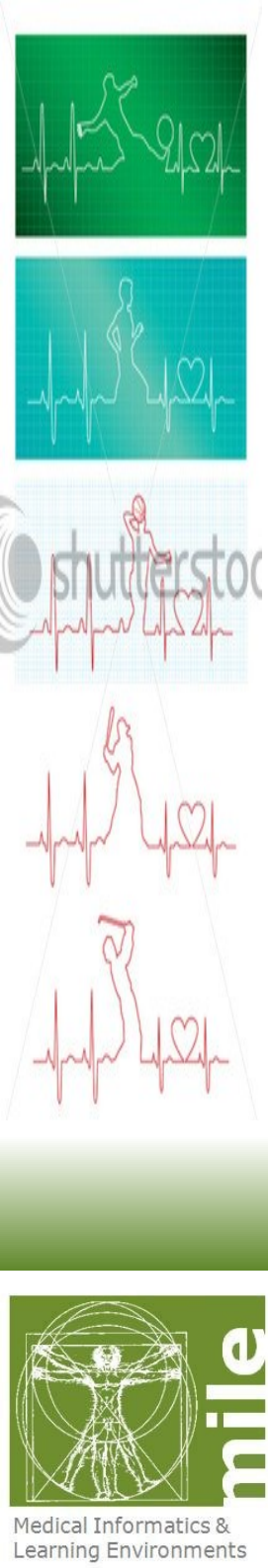


Heart rate variability. M. Malik. Futura Publishing, 1995.

- 
- Medical Informatics & Learning Environments

Aplicacións clínicas

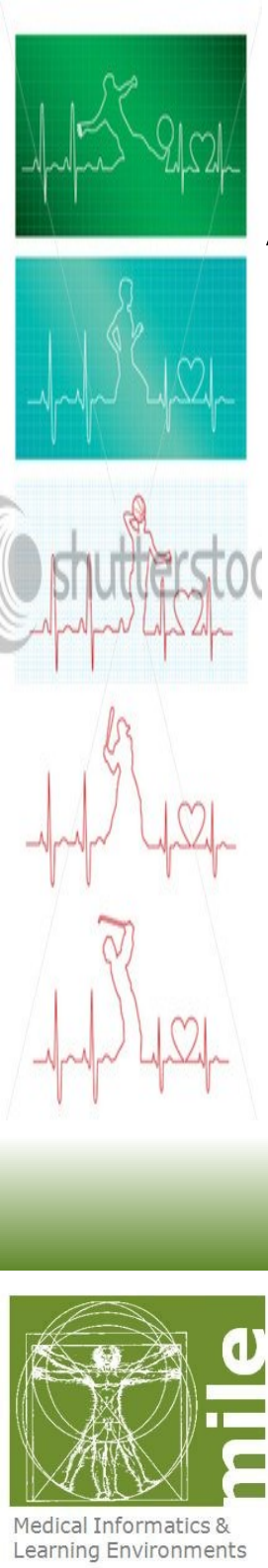
- Estratificación do risco en pacientes con transplante cardíaco
- Estudio de pacientes con hipertrofia cardíaca
- Diagnóstico de pacientes con regurxitación mitral
- Prognóstico de pacientes con enfermidade de Chagas crónica
- Seguimento de pacientes diabéticos
- Diagnóstico de saúde fetal
- Discriminación de pacientes con fibrilación atrial



Aplicación no campo do deporte

Google scholar: heart rate variability training sport

- Exercise training and heart rate variability in older people. Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 31, No. 6, pp. 816-821, 1999
 - O exercicio físico regular aumenta a VFC
- Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 32, No. 10, pp. 1729-1736, 2000.
 - A VFC nocturna parece ser un mellor índice de fatiga que a FC media

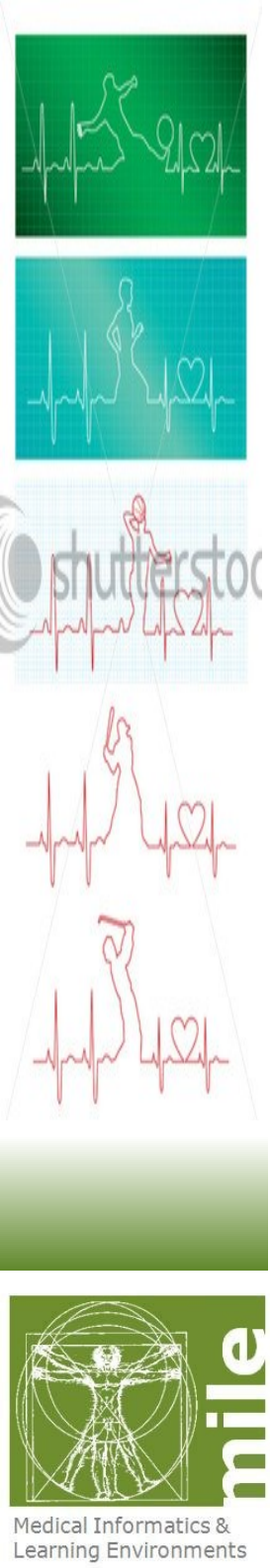


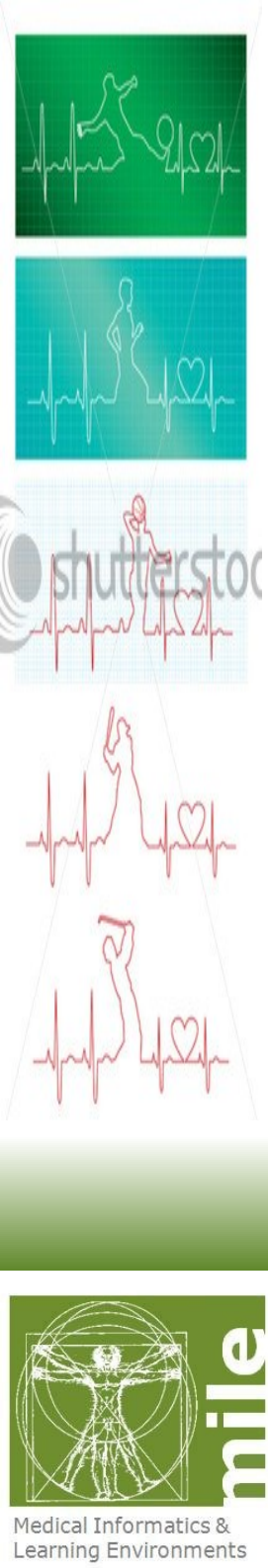
Aplicacións no campo do deporte

- The Effect of Age and Gender on Heart Rate Variability after Endurance Training. Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 35, No. 8, pp. 1333-1340, 2003.
 - Efecto do entrenamento nos índices de VFC de xoves (alto) e maiores (baixo)
- Heart Rate Variability in Obese Children: Relations to Total Body and Visceral Adiposity, and Changes with Physical Training and Detraining. Obesity Research (2000) 8, 12–19.
 - O exercicio regular melloar ós índices de VFC en persoas obesas.
- Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. J Appl Physiol 95: 364-372, 2003.
 - Basta un exercicio moderado para percibir melloras nos índices de VFC en persoas sedentarias.

Índice

- Fundamento fisiolóxico
- Utilidade clínica
- **Metodoloxía**
 - Obtención do sinal de FC
 - Interpolación e filtrado
 - Dominios de análise





Obtención do sinal de FC

- ECG de boa calidade
 - Frecuencia de mostreo mínima de 256 mostrasegundo, mellor 512.
 - Pouco ruído: latidos ben identificados
- Detección de latidos
 - Necesitase unha detección moi precisa
- Clasificación de latidos
 - Só se tomarán en conta os latidos normais
 - Se non hai clasificación ... cóllense todos!

¿FC ou RR?



Beat position (seg)

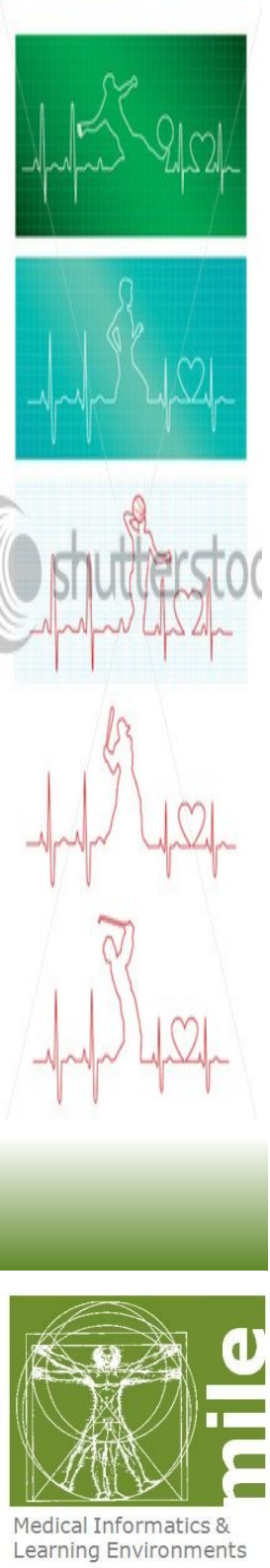
0,655
1,310
1,958
2,600
3,239
3,847
4,456
5,054
5,644
6,240

$$\frac{60}{\text{Beat}(i) - \text{beat}(i-1)}$$

$$\frac{60}{6.24 - 5.644} = 100.671$$

Beat FC (lat/min)

0,655	91,603
1,310	91,603
1,958	92,592
2,600	93,457
3,239	93,896
3,847	98,684
4,456	98,522
5,054	100,334
5,644	101,694
6,240	100,671



Practicando

- Abrir a aplicación R
- Cargar o paquete RHRV
 - `library(RHRV)`
- Consultar a axuda
 - `help.start()`
 - Ou poñer no Google “cran R RHRV”
- Crear unha “estructura” HRVData baleira.
 - `md = CreateHRVData()`
 - `md = SetVerbose(md, Verbose = TRUE)`

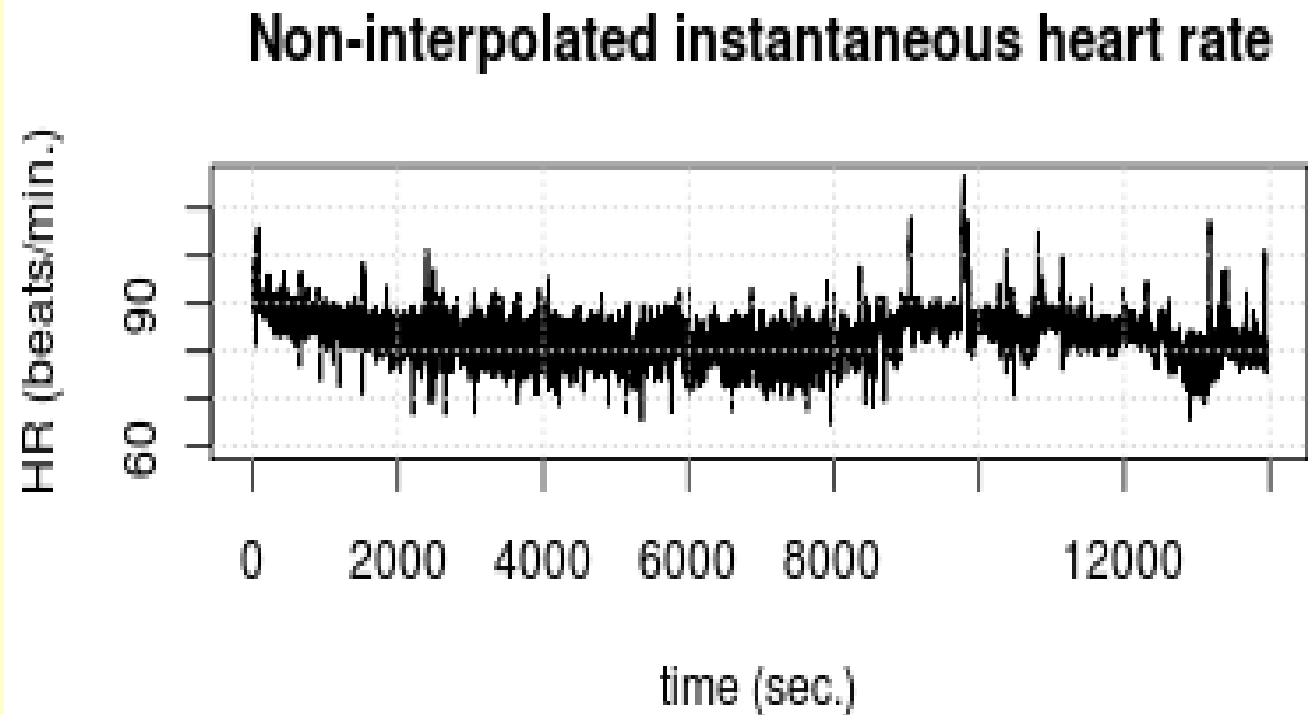


Practicando

- Conseguir un rexistro para analizar
 - [Http://hrv-site.net](http://hrv-site.net)
 - Rexistrarse como usuario
 - Entrar no sistema con nome/contrasinal
 - Sección “database”, “European ST-T database”, “download HR”
- Cargar o rexistro en R
 - `md=LoadBeatAscii(md,FileName="xxx")`
- Xerar o sinal de FC non interpolada
 - `md=BuildNIHR(md)`

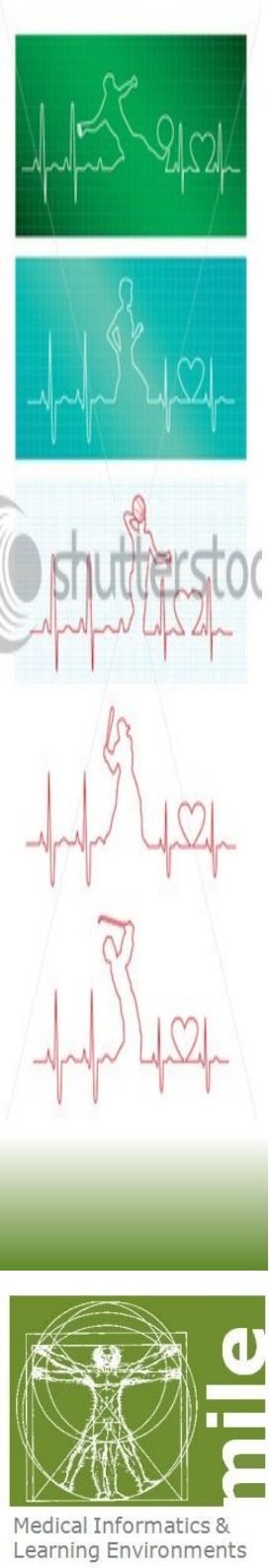
Practicando

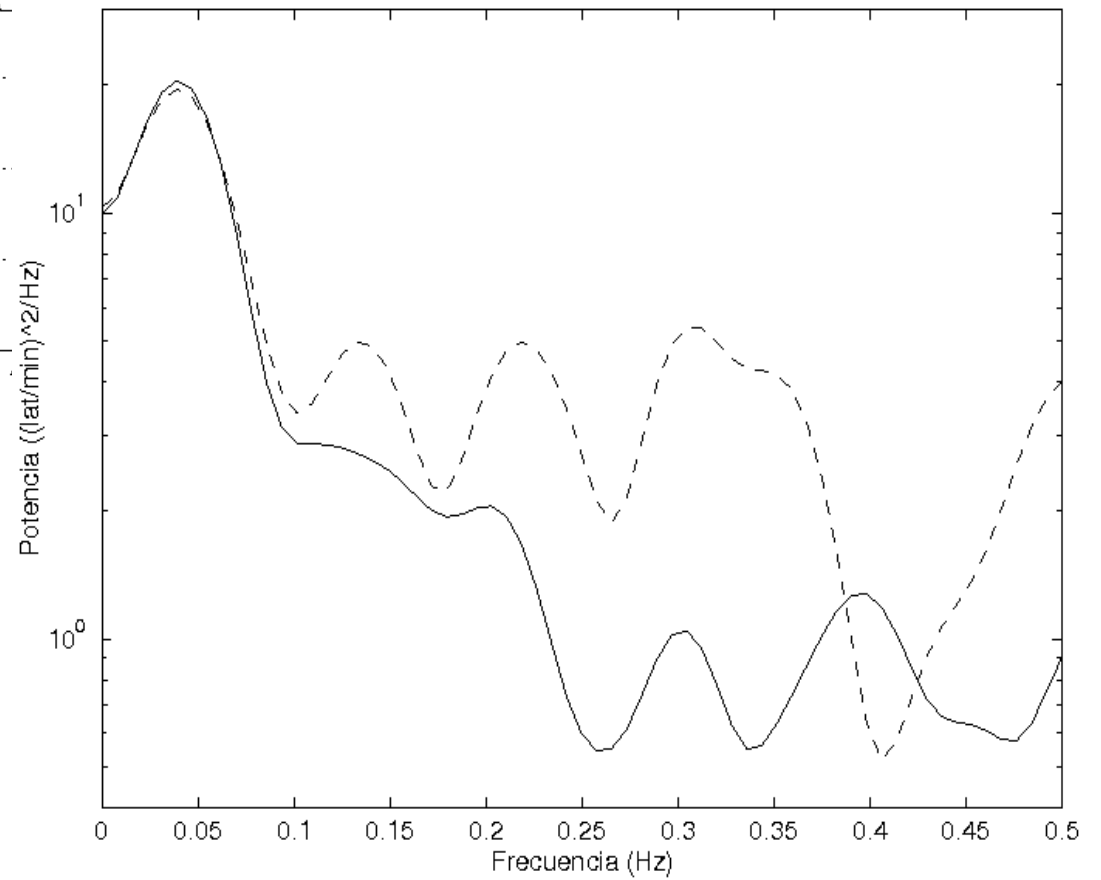
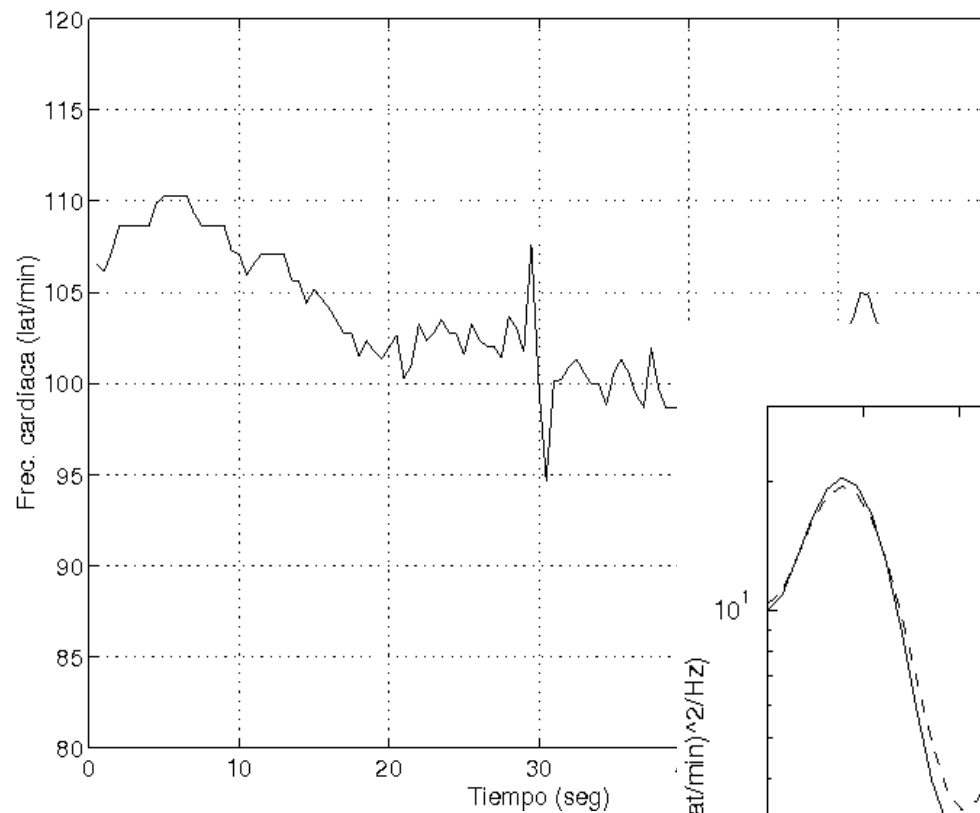
- Visualizar o sinal
 - PlotNIHR(md)

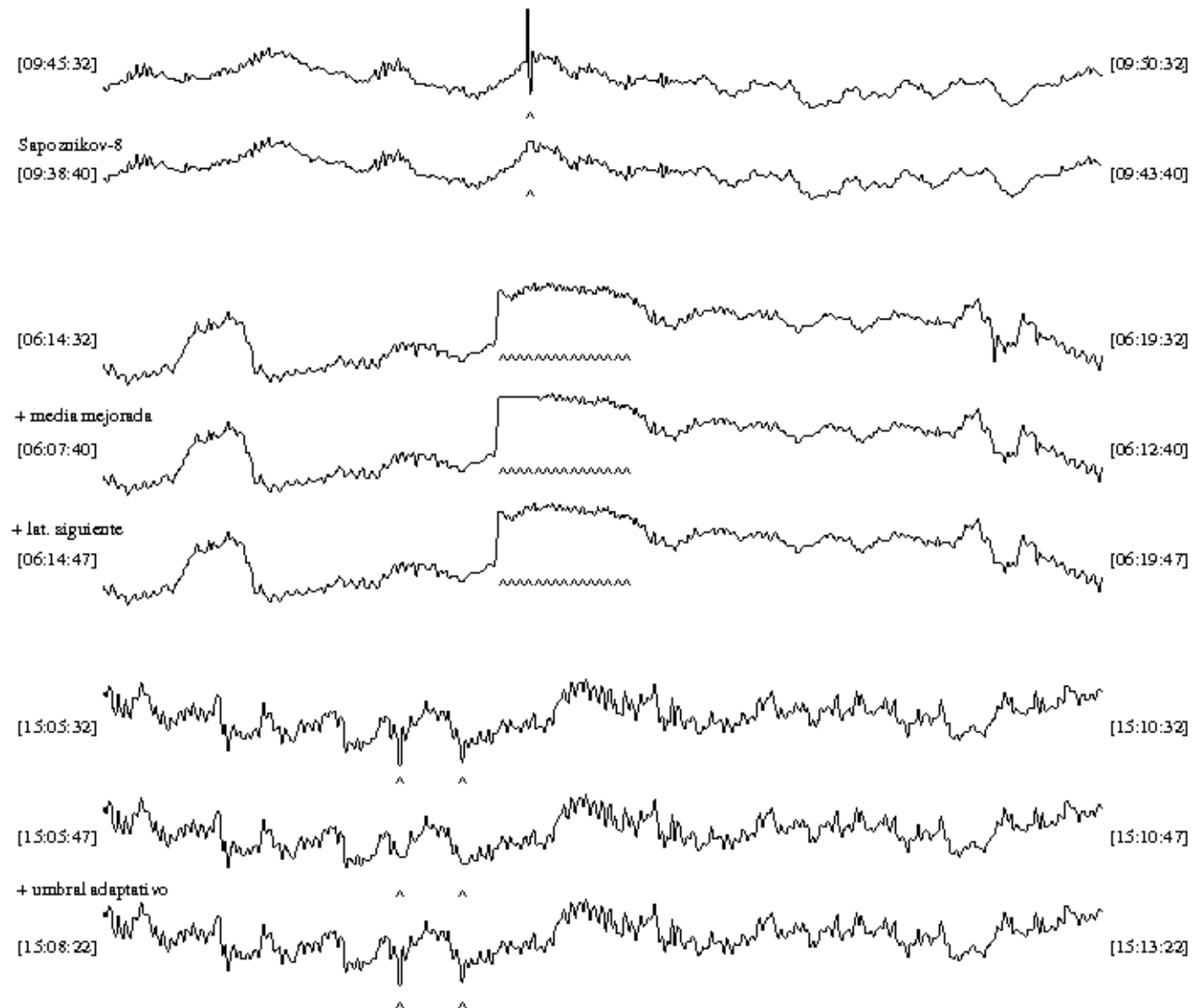


Filtrado

- Os detectores/clasificadores automáticos de latidos fallan.
- Habería que revisalos manualmente:
 - Rexistro de 24h: 1-10 de revisión
- Se non se pode (sistemas de monitorización en tempo real, falta de expertos, ...): filtrado automático







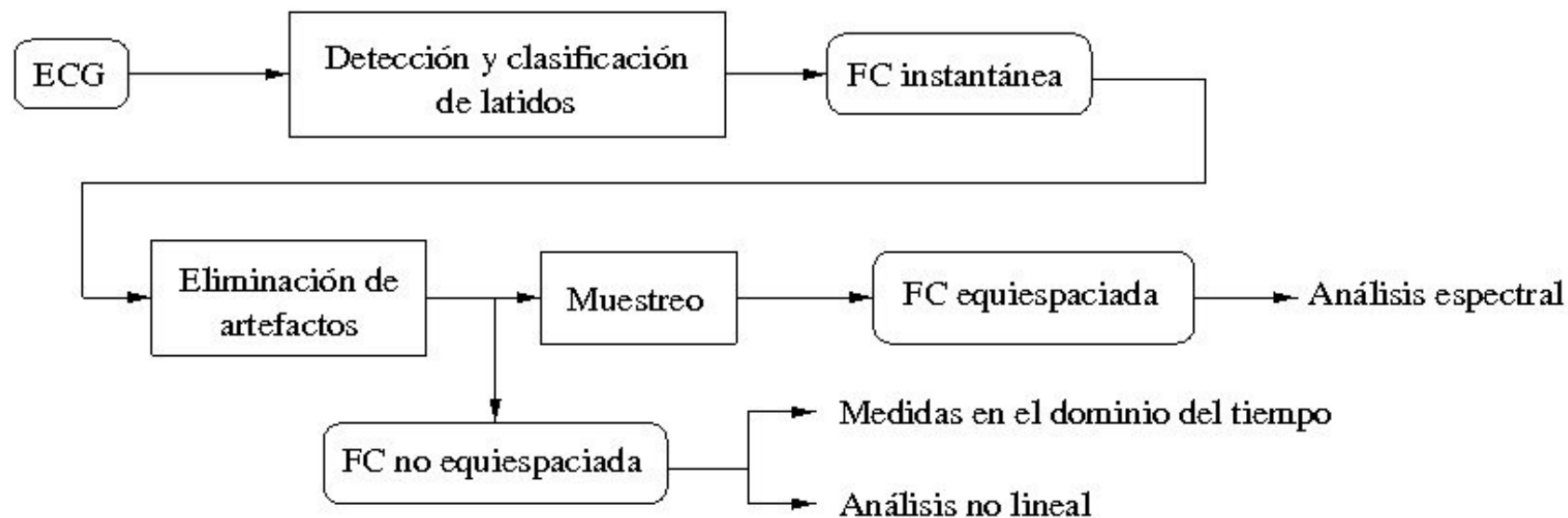
Filtro non causal de umbral móvil

Arturo Méndez e Xosé Antón Vila. Univ. Vigo

Practicando

- Filtrado automático da serie
 - `md=FilterNIHR(md)`
 - `PlotNIHR(md)`
- Filtrado manual
 - `md=EditNIHR(md)`
 - `PlotNIHR(md)`

Etapas de procesado



Dominios de análise

Tempo:

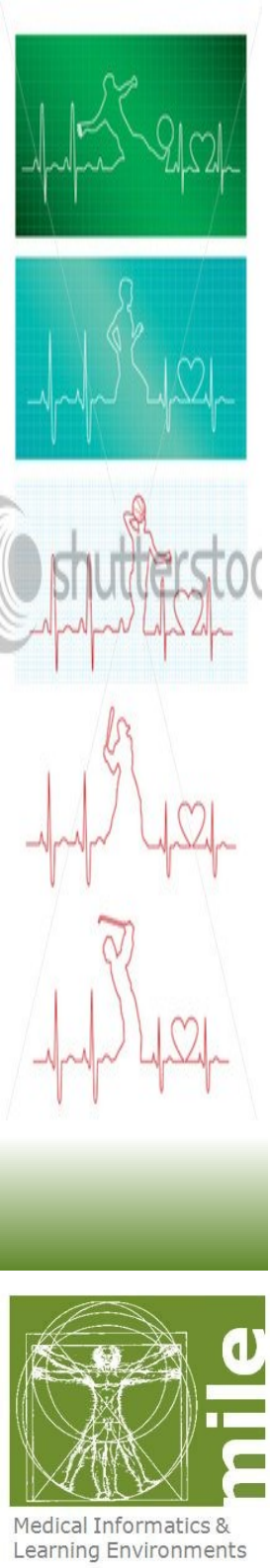
- ↑ Rápido e sinxelo
- ↓ Non distingue compoñentes espectrais

Frecuencia:

- ↑ Distingue compoñentes espectrais
- ↓ Presupón estacionariade e liñalidade

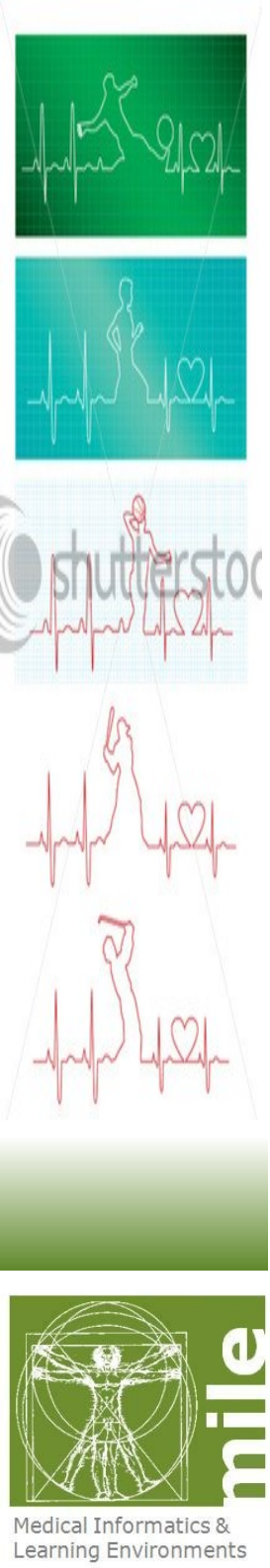
Non liñal:

- ↑ Avaliación da liñalidade dun sistema
- ↓ Require moitos datos, pouco extendido



Interpolación

- ¿Pódese facer análise espectral sin interpolar?
 - Se supoñemos que os latidos se sitúan “casi” de xeito espaciado no tempo si.
 - Método de Lomb
 - Axeitado cando hai moitos “ocos” na serie de latidos normais, en outros casos non aporta ventaxes.
 - Moi costoso computacionalmente.

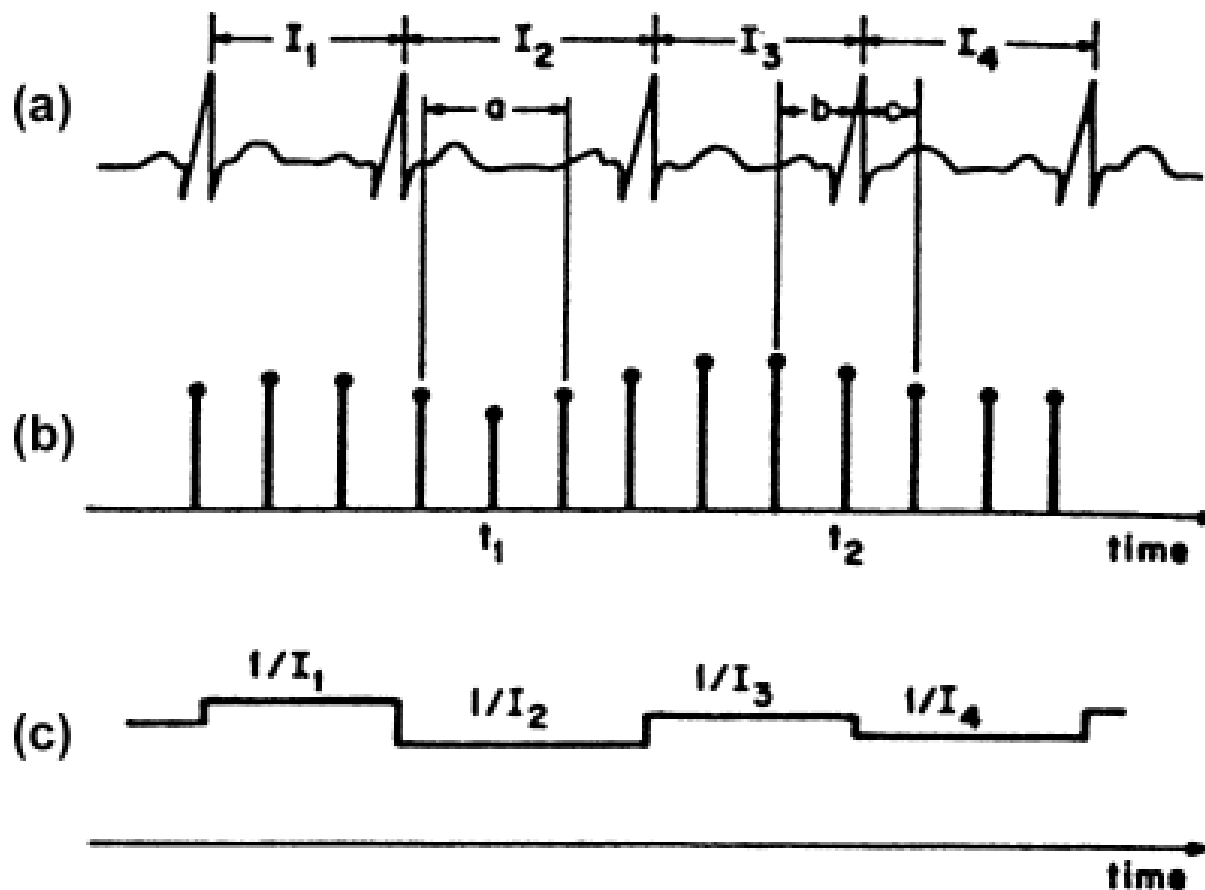


Interpolación

Berger

Medscape®

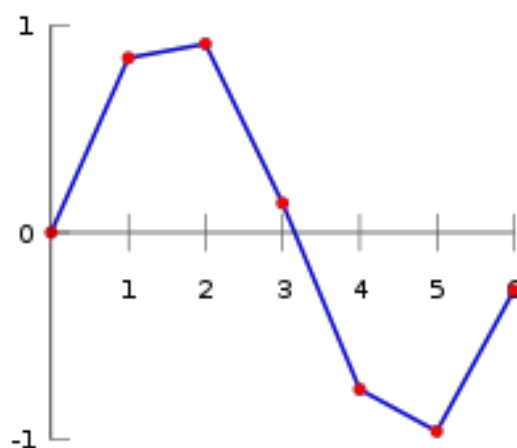
www.medscape.com



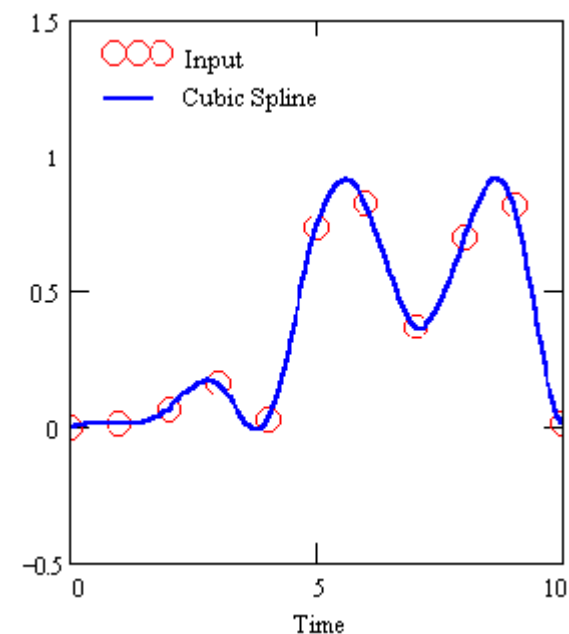
Source: J Cardiovasc Electrophysiol © 2006 Blackwell Publishing

Interpolación

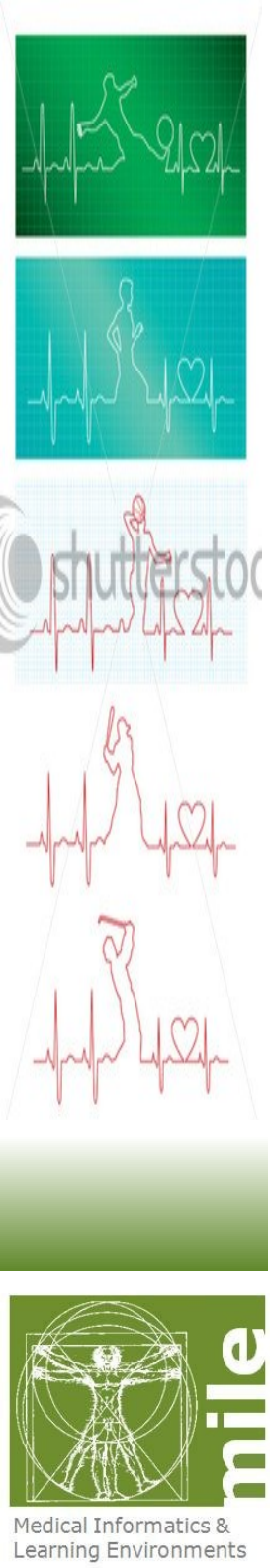
Liñal



Splines cúbicos



Preferible: Berger ou splines cúbicos



Frecuencia cardíaca interpolada

Beat	FC (lat/min)	Time	FCinterpolada(lat/min)
0,655	91,603	0.50	91,603
1,310	91,603	0.75	91,603
1,958	92,592	1.00	91,603
2,600	93,457	1,25	91,643
3,239	93,896	1,50	92,022
3,847	98,684	1,75	92,509
4,456	98,522	2,00	92,903
5,054	100,334	2,25	93,281
5,644	101,694	2,50	93,480
6,240	100,671	2,75	93,549
		3,00	93,753
		3,25	94,823
		3,50	97,295
		3,75	98,854
		4,00	98,782
		4,25	98,481
		4,50	98,995

Practicando

- Interpolación da serie
 - `md=InterpolateNIHR(md)`
 - `PlotHR(md)`

