



DISTRIBUCIÓN DEL CONTENIDO ENERGÉTICO POSTURAL Y CORRELACIONES CON LOS SISTEMAS DE CONTROL DEL EQUILIBRIO LÍMITES DE NORMALIDAD ESPAÑOLA

Mónica García Guerrero¹,
E. Lucas, M. Sauné, J. Moranta, C. Unyó. R. Unzurrunzaga
Federica Anasetti²

(1) (1) MC Mutual. Barcelona

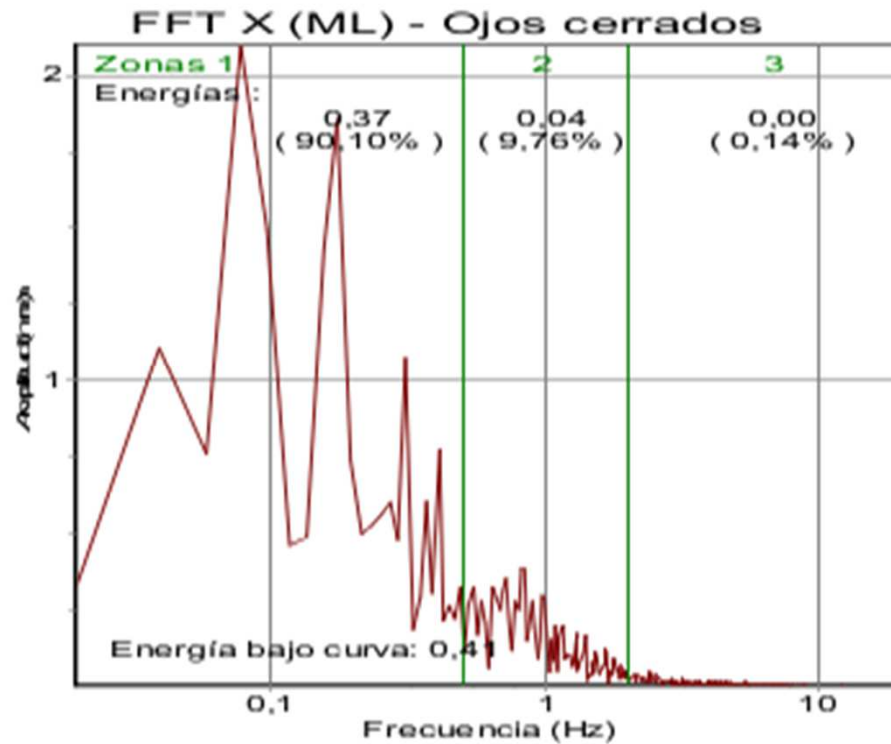
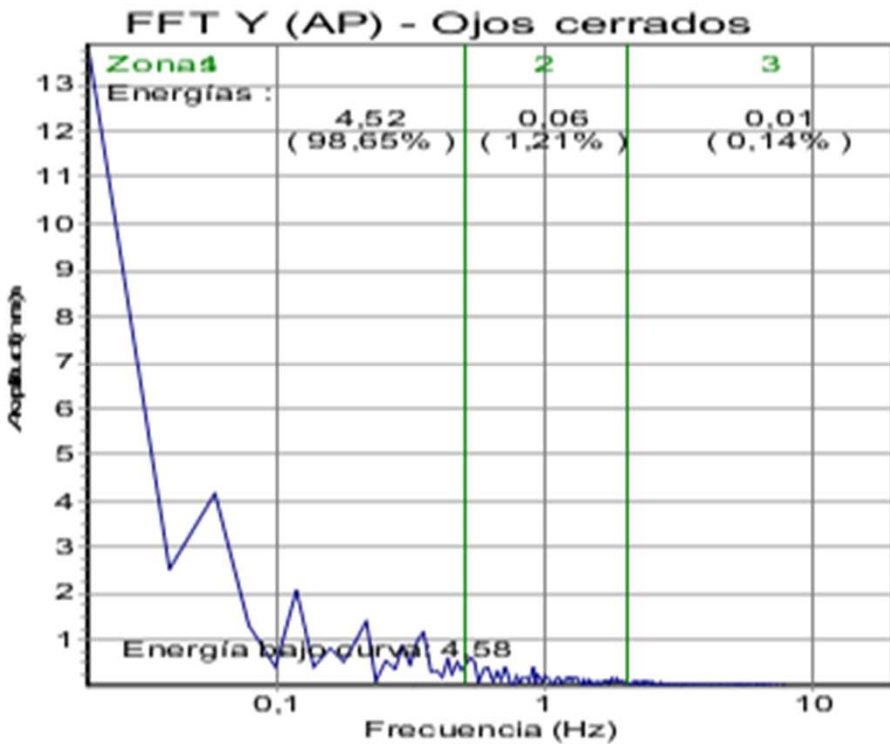
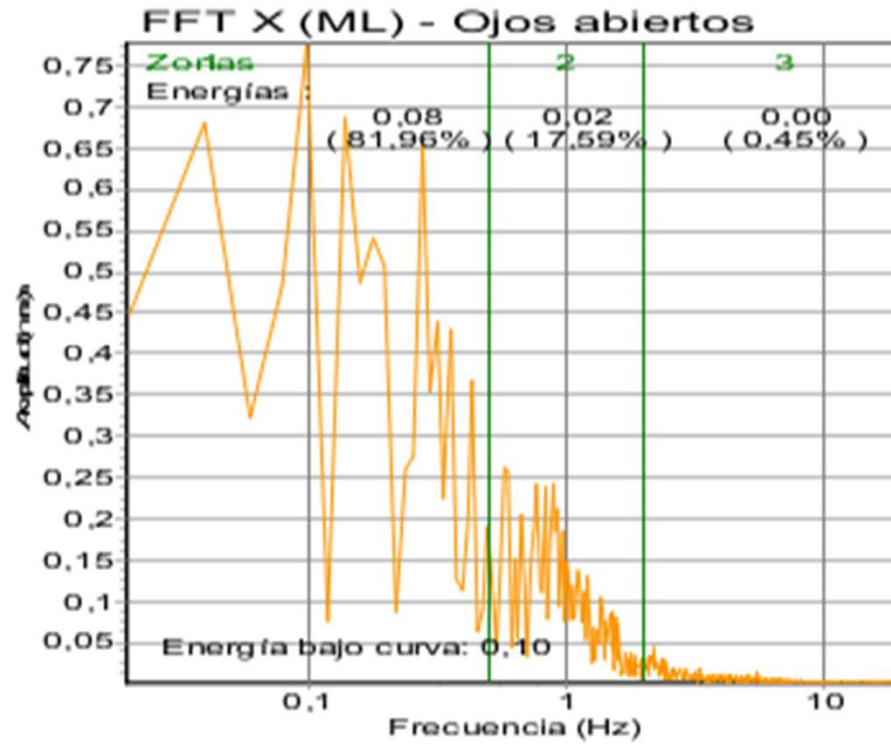
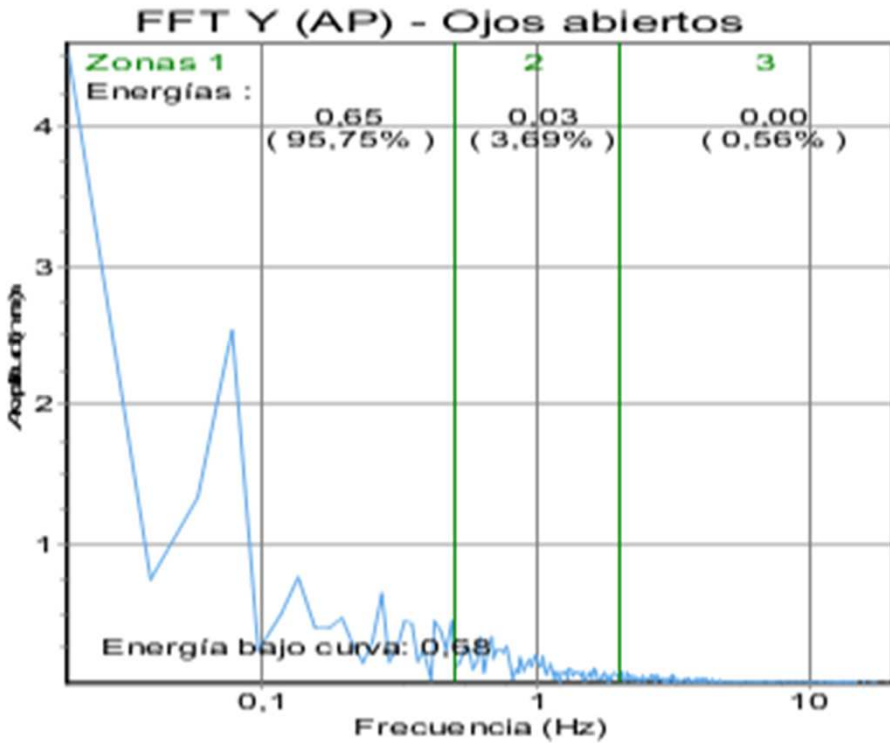
(2) (2) Egarsat. Terrassa. Barcelona

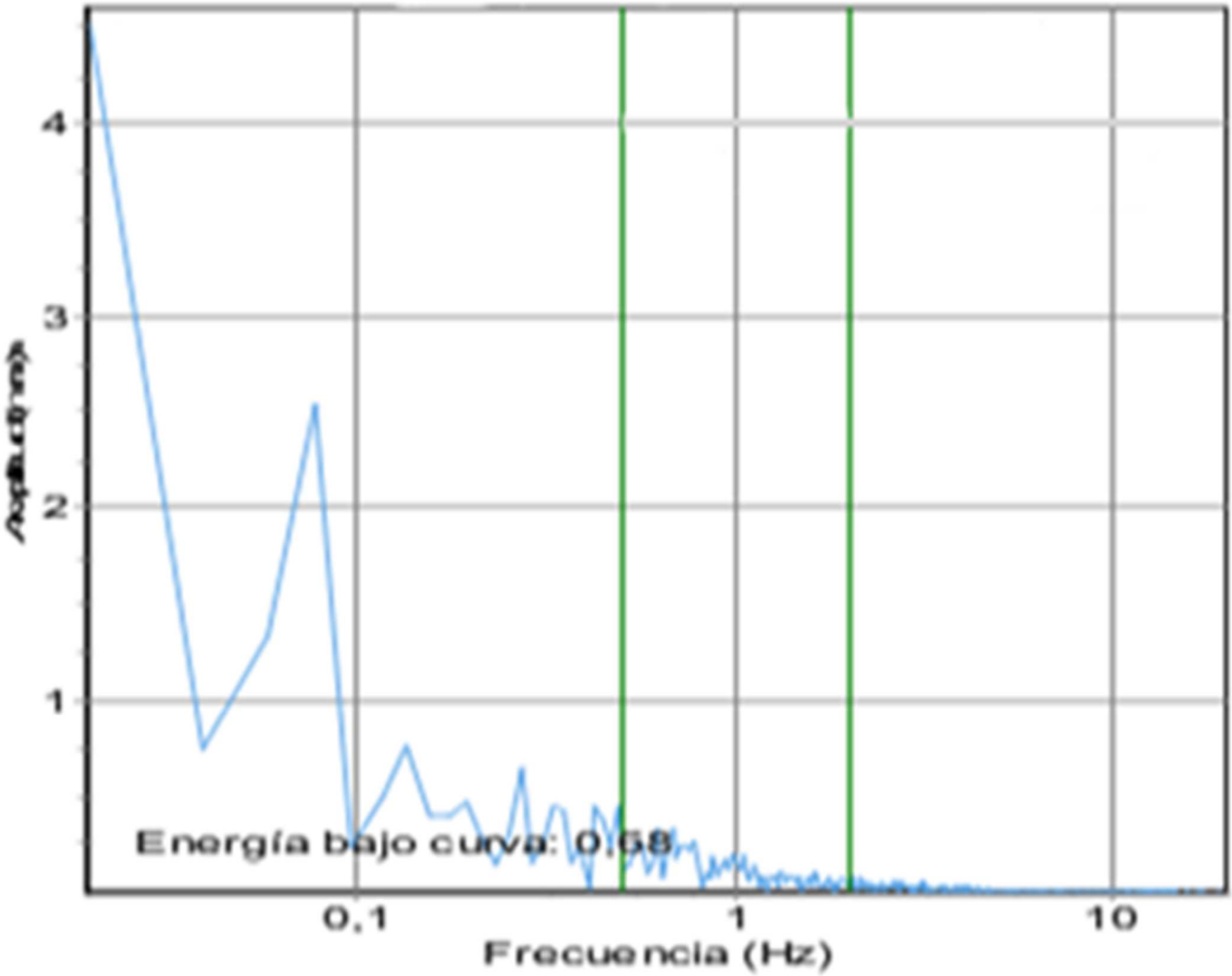


INTRODUCCIÓN

El análisis de la frecuencia de la señal posturográfica

- ✓ El análisis espectral de la señal posturográfica permite valorar aspectos en el contenido energético del comportamiento oscilatorio característico de sujetos normales o en situaciones patológicas que afectan el control del equilibrio.
- ✓ La energía espectral (EE) de las oscilaciones está distribuida en tres zonas de frecuencias:
 - ✓ **Frecuencias bajas (0-0.5 Hz) distribuidas en la Zona 1.**
 - ✓ Representa la implicación del sistema visuo-vestibular.
 - ✓ **Frecuencias medias (0.5-2 Hz) distribuidas en la Zona 2.**
 - ✓ Representa la implicación del troncoencefálico y cerebelo.
 - ✓ **Frecuencias altas (2-20 Hz) en la Zona 3.**
 - ✓ Representa la participación propioceptiva.







INTRODUCCIÓN

El análisis en frecuencia de la señal posturográfica

- ✓ La FFT (transformada rápida de Fourier) es una técnica NO PARAMÉTRICA que permite transformar una señal desde el **dominio del tiempo** en el **dominio de la frecuencia (espectro de la señal)** estimando la densidad espectral de potencia de la señal.
- ✓ El análisis en frecuencia:
 - ✓ Nos permite conocer el contenido en frecuencia de una señal (densidad espectral de potencia).
 - ✓ Nos permite poder definir el límite del contenido útil para poder elegir la frecuencia de muestreo que nos permita conservar toda la información de una señal (Teorema del muestreo de Nyquist-Shannon).

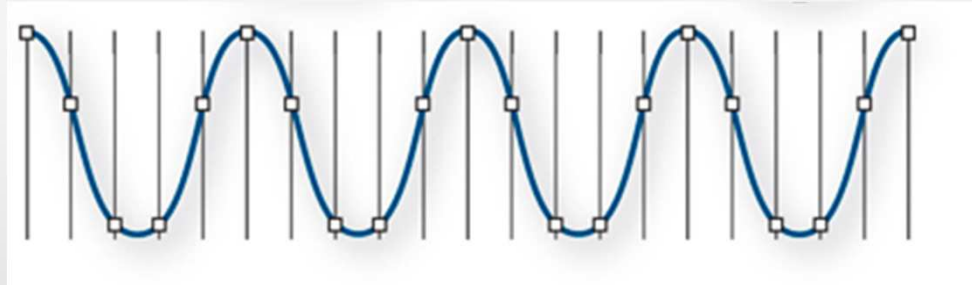


INTRODUCCIÓN

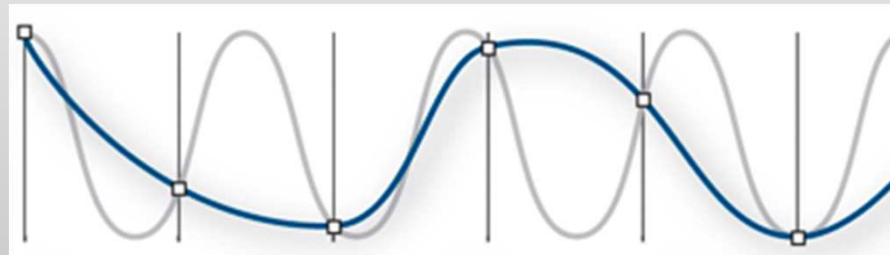
Teorema de muestreo de Nyquist-Shannon

- ✓ Según, **el Teorema de Nyquist-Shannon**, la reconstrucción exacta de una señal a partir de sus muestras es matemáticamente posible si la señal está limitada en una banda y la tasa de muestreo es superior al doble de su ancho de banda.
- ✓ El contenido útil de una señal posturográfica está incluido en los **10 Hz** (observado con el análisis espectral).
- ✓ La frecuencia de muestreo mínima para poder obtener una reconstrucción exacta de la señal es **20 Hz**.

Frecuencia de muestreo correcta:



Frecuencia de muestreo incorrecta:





OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo de este estudio es establecer una base de datos de normalidad en la distribución del contenido energético del comportamiento oscilatorio registrado con el sistema SPS® (*Synapsis Posturography System*) y la transformada de Fourier (FFT) en la población sana española.





MATERIAL Y MÉTODOS

- ✓ N inicio: 80 sujetos sanos donde 7 sujetos fueron excluidos. N final: 73.
 - ✓ Hombres: 38.
 - ✓ Mujeres: 35.

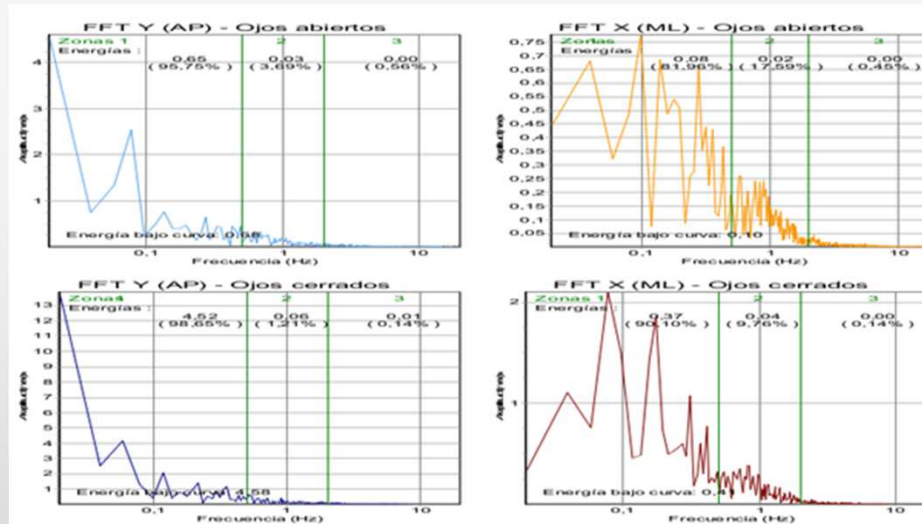
N=73	PROMEDIO	RANGO
Edad (años)	32.3	19-58
Peso (Kgrs)	69.6	42-125
Altura (cm)	169.6	154-190
IMC (Kgrs/m ²)	24.09	16.41-38.76

- ✓ Metodología del estudio:
 - ✓ Valoración estática. En dos condiciones: ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC).
 - ✓ Valoración dinámica. Bajo dos condiciones de inestabilidad: eje antero-posterior (AP) y eje medio-lateral (ML) ambas con OA y OC.



MATERIAL Y MÉTODOS

- ✓ Para la valoración estática con los OA y OC se calculan los siguientes parámetros:
- ✓ Se ha calculado la densidad espectral Transformada Rápida de Fourier (FFT) de las oscilaciones espontáneas del centro de presión (CoP) en los ejes AP y ML con OA y OC.
- ✓ Se ha calculado la EE como integral de la FFT.



- ✓ Se han calculado las correlaciones entre EE y el Test de Organización Sensorial modificado (m-TOS) y las diferencias entre OA y OC.



RESULTADOS

- ✓ Cada valor (sujeto) está representado por la mediana.
- ✓ Se considera el rango de normalidad el que está incluido entre los límites inferiores (VAI) y los superiores (VAS) y, que están definidos por las fórmulas:
 - $VAI = Q1 - 1.5 * RIC$
 - $VAS = Q3 + 1.5 * RIC$
 - Q1 = primer cuartil
 - Q3 = tercer cuartil
 - RIC (rango intercuartílico) = $Q3 - Q1$
- ✓ Se divide la población estudiada en 4 grupos definidos por cuartiles de peso (Kgrs):
 - Primer cuartil: 57 Kgrs
 - Segundo cuartil: 67 Kgrs
 - Tercer cuartil: 77 Kgrs

N=73	G1 ≤57 Kgrs	G2 57-67 Kgrs	G3 67-77 Kgrs	G4 >77 Kg
Edad (años)	29 (20-54)	26 (19-48)	29 (19-47.8)	37 (23-58)
Peso (Kg)	54 (42.3-57)	62.5 (58-67)	73 (69-77)	88 (78-125)
Altura (cm)	163 (155-171)	168 (160-176)	175 (154-184)	177 (159-190)
IMC (Kg/m ²)	19.7 (16.4-22.3)	22.1 (19.5-27.3)	24.5 (21.8-28.7)	29.8 (22.8-38.8)



RESULTADOS

- ✓ La mayoría de la EE (82.4-92.24%) está distribuida en la **Zona 1**.
- ✓ El resto de la energía (6.83-16.93%) se distribuye en la **Zona 2**.
- ✓ Sólo existe un mínimo de energía que se distribuye en frecuencias superiores a 2 Hz.

- ✓ En general, en las Zonas 1 y 2, la EE con los OC aumenta tanto en eje AP como ML, obteniéndose diferencias estadísticamente significativas en Zona 1 en eje AP ($p=0.001$).
- ✓ La EE con los OC en las tres zonas presenta una correlación negativa estadísticamente significativa con el m-TOS Propioceptivo.
 - ✓ Se observan correlaciones altamente significativas entre:
 - ✓ Zona 1 en el eje AP con OC y m-TOS-Propioceptivo en eje AP ($r=-0.73$; $p<0.001$)
 - ✓ Zona 1 en el eje ML con OC y m-TOS-Propioceptivo en eje ML ($r=-0.67$; $p<0.001$).



CONCLUSIONES

- ✓ El control postural de sujetos sanos opera a **bajas frecuencias (Zona 1: 0-0,5 Hz)** que representa la participación del **sistema visuo-vestibular**.
- ✓ En general, la energía espectral de la señal posturográfica en el componente AP es **más alta** que en el componente ML.

	G1 ≤57 Kgrs	G2 57-67 Kgrs	G3 67-77 Kgrs	G4 >77 Kgrs
Zona 1 AP OA	93,5	92,8	89,7	93,8
Zona 1 AP OC	89,6	93,6	88,6	87,8
Zona 1 ML OA	81,4	85,7	83,9	81,7
Zona 1 ML OC	81,8	85,1	81,4	85,4

- ✓ Se observa un aumento de contenido energético en condiciones con los OC que demuestra la importancia de los «inputs» visuales en el mantenimiento del control del equilibrio.
- ✓ Las correlaciones negativas entre el m-TOS Propioceptivo y la EE inferior a 2 Hz pueden confirmar este aspecto fisiológico.
- ✓ En base a la normalidad estudiada, serían necesarios otros estudios para definir los parámetros posturales característicos de sujetos con patologías que afectan el control del equilibrio.



BIBLIOGRAFÍA

- ✓ User Manual 2.7 Static & Dynamic Posturography.
- ✓ Association Francaise de Posturologie NORMES 85. Etudes statistiques des mesures faites sur l'home normal à l'aide de la plate-forme de stabilométrie clinique normalisée. Par Pierre-Marie Gagey, René Gentaz, Jean-Louis Guillamon, Guy Bizzo, Claudine Bodot-Brégerd, Calire Debruille et Josine Baudry. Paris 1988.
- ✓ Krempf and Dobie. (1998) "Evaluation of posturography in the detection of malingering subjects." American Journal of Otology 19: 619-627.
- ✓ Goebel, et al. (1997) "Posturographic evidence of non-organic sway patterns in normal subjects, patients, and suspected malingerers." Otolaryn Head-Neck Surg 117 (4): 293-302.
- ✓ Cevette, et al. (1995) "Aphysiologic performance on dynamic posturography." Head and Neck Surgery 112: 676-688.
- ✓ Mallinson AI and Longridge NS (2005). "A new set of criteria for evaluating malingering in work-related vestibular injury." Otol Neurotol 26: 686-690.
- ✓ Gianoli, et al. (2000) "Posturographic performance in pacientes con the potential for secondary gain." Otolaryngology - Head and Neck Surgery 122 (1): 11-18.

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!



Societat Catalana de Medicina Física i Rehabilitació

SOCIETAT CATALANA DE MEDICINA FÍSICA I REHABILITACIÓ