



UNIVERSIDAD DE MURCIA
FACULTAD DE MEDICINA

**Análisis Electromiográfico de la
Musculatura Abdominal y Paravertebral
durante la Realización de Ejercicios
basados en el Método Pilates**

D^a. Ana Isabel Avellaneda Camarena
2013



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Facultad de Medicina

**Instituto Universitario de Investigación en
Envejecimiento**

“Análisis electromiográfico de la musculatura abdominal y paravertebral durante la realización de ejercicios basados en el Método Pilates”

Tesis Doctoral realizada por:

ANA ISABEL AVELLANEDA CAMARENA

Dirigida por:

Ignacio Martínez González-Moro

María Carrasco Poyatos

Murcia, Julio de 2013

AGRADECIMIENTOS

A mi director, Prof. Dr. D. Ignacio Martínez González-Moro, por trascender su calidad como docente en mi Diplomatura en Fisioterapia. Por su labor como consultor y asesor en lo académico y en lo personal durante mis estudios de postgrado. Por comprender mis circunstancias, mis objetivos y depositar su confianza en mis capacidades como pocos (incluida yo misma) antes, durante y confío en que después de mi etapa como doctorando. Por su impagable ayuda en la elaboración y corrección de esta tesis. Por concederme parte de sus días de 36 horas y convertir en hábiles todos las fechas de su calendario. Por su constante aliento y, en definitiva, por hacer siempre por mí más de lo necesario.

A mi codirectora, Prfa. Dra. Dña. María Carrasco Poyatos, por ser el germen de este estudio, por facilitarme el acceso a tanto material como le fue posible, por sus valoraciones, consejos y propuestas de mejora y por su permanente disponibilidad y cercanía.

A Marta Torres-Sobejano Romero, Delia Reche Orenes y Ester Cervantes Moreno, por su inestimable ayuda en la recogida de datos, selección de la población y obtención de material bibliográfico. Sin olvidar el agradable clima de trabajo generado, tomando como ejemplo a mis directores, entre todos los miembros del equipo de investigación.

Al Centro Deportivo La Flota de Murcia y al Centro de la Mujer Barrio Distrito Centro de Murcia por ceder sus instalaciones y a las voluntarias asistentes a los mismos, en especial a la monitora Arantza Barcos Calvo, por colaborar desinteresadamente en este proyecto.

A mi amigo José Luis Cantos Martínez por sus aportaciones a este estudio como diseñador gráfico.

A mis padres, por su labor como lectores y correctores de esta tesis, pero sobre todo por su eterna disposición. Por ser el único apoyo incondicional en los momentos más duros de mi vida, con la certeza absoluta de que seguirá siendo así. Y por hacer de mis alegrías las suyas propias.

Y a mi abuelo, D. Manuel Avellaneda Lucas, por hacerme ver que tomado un camino se debe llegar hasta el final (aunque yo prefiera simultanear varios).

A todos, MUCHÍSIMAS GRACIAS.

ABREVIATURAS

A/D	Analógico/Digital
C/C	Índice cintura/cadera
cm	Centímetros
CMRR	<i>Common-Mode Rejection Ratio</i>
CV	Coefficiente de variación
CVM	Contracción Voluntaria Máxima
dB	Decibelios
DDP	Distancia dedos planta
DE	Desviación estándar
EIAS	Espina iliaca anterosuperior
EMG	Electromiografía / electromiográfico/a
EMGS	Electromiografía de superficie
F1	Fase inicial del ejercicio; reposo
F2	Fase de ejecución del ejercicio; ejecución
F3	Fase final del ejercicio; retorno a la posición inicial
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
g	Gramos
GC	Grupo Control
GP	Grupo Pilates
HD-SEMG	Electromiografía de alta densidad
HSR-SEMG	Electromiografía de alta resolución espacial
Hz	Hertzios
IL	Músculo <i>iliocostalis lumborum</i> ;
IMC	Índice de Masa Corporal
Kg	Kilogramos
LD	Musculatura lumbar derecha
LI	Musculatura lumbar izquierda
m	Metros



Mín	Valor mínimo
Máx	Valor máximo
max	Valor electromiográfico pico
med	Valor electromiográfico de actividad media
mm	milímetros
MP	Método Pilates
ms	milisegundos
MU	Músculo transverso espinoso/multifidus
mV	Milivoltios
n	Tamaño poblacional
OE/OM	Músculo oblicuo externo/mayor
OI/Om	Músculo oblicuo interno/menor
OMD/I	Músculo oblicuo mayor derecho/izquierdo
OmD/I	Músculo oblicuo menor derecho/izquierdo
OMS	Organización Mundial de la Salud
p	Nivel de significación estadística
PBP	Posición básica de Pilates
QFCE	<i>Quantitative Functional Capacity Evaluation</i>
r	Coefficiente de correlación de Pearson
RA	Músculo recto anterior
RD/I	Músculo recto anterior derecho/izquierdo
RM	Repeticiones máximas
RMS	<i>Root Mean Square</i> o media cuadrática
SEEDO	Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad
SENIAM	<i>Surface Electromyography for the Non-invasive Assessment of Muscles</i>
Sig.	Significación estadística
T	Músculo transverso del abdomen
VMA	Valor medio absoluto

FIGURAS

Figura 1. a) *cadillac* b) *reformer*

Figura 2. Aparatos del Método Pilates. a) Barril b) Silla

Figura 3. a) *the Hundred* b) *the Double leg stretch* c) *the Criss-cross*
d) *the Roll up* e) *the Teaser*

Figura 4. a) Double leg kick b) Single leg kick c) Swimming

Figura 5. Ejercicio de flexo-extensión de cadera en *cadillac*.
a) Posición inicial b) Posición final

Figura 6. Ejercicios de estiramiento de rodilla.
a) Retroversión pélvica con flexión de tronco
b) Anteversión pélvica con extensión de tronco
c) Neutralidad pélvica con tronco oblicuo con respecto al suelo
d) Neutralidad pélvica con tronco paralelo al suelo

Figura 7. a) *Curl up* b) *Roll up* con *fitball* c) *Roll up* con banda elástica

Figura 8. 8.1. a) *the Hundred* b) *the Hundred* en el *reformer*

Figura 8. 8.2. a) *the Teaser* b) *the Teaser* en el *cadillac*

Figura 9. Colocación de los electrodos

Figura 10. Valoración funcional del RA

Figura 11. Valoración funcional de los músculos abdominales oblicuos

Figura 12. CVM de la musculatura Lumbar.

Figura 13a. Ejercicio del Rizo. Fase 1. PBP

Figura 13b. Ejercicio del Rizo. Posición final de la Fase 2. Retroversión pélvica

Figura 13c. Ejercicio del Rizo. Posición final de la Fase 3. Anteversión pélvica y retorno a PBP

Figura 14a. Ejercicio del *Curl up*. Fase 1. PBP con manos entrelazadas detrás de la cabeza

Figura 14b. Ejercicio del *Curl up*. Posición final de la Fase 2. Flexión dorsal

Figura 14c. Ejercicio del *Curl up*. Posición final de la Fase 3. Retorno a PBP

Figura 15a. Ejercicio del Gato. Fase 1. Cuadrupedia



Figura 15b. Ejercicio del Gato. Posición final de la Fase 2. Retroversión pélvica y flexión de columna vertebral

Figura 15c. Ejercicio del Gato. Posición final de la Fase 3. Retorno a cuadrupedia

Figura 16a. Ejercicio del Diamante. Fase1. Decúbito prono con manos bajo la frente

Figura 16b. Ejercicio del Diamante. Posición final de la Fase 2. Extensión de tronco

Figura 16c. Ejercicio del Diamante. Posición final de la Fase 3. Retorno a posición inicial

Figura 17. Báscula de precisión SECA

Figura 18. Tallímetro de precisión SECA

Figura 19. Cinta Métrica Holtain

Figura 20. Electrodo activo, cinta adhesiva de doble cara y electrodo de referencia

Figura 21. Electromiógrafo de superficie DataLog MWX8 de Biometrics®

Figura 22. Población. Distribución por grupos

Figura 23. Valores medios poblacionales por grupos

Figura 24. Perímetro de la cintura según la SEEDO. Clasificación por grupos

Figura 25. Índice C/C según la OMS. Clasificación por grupos

Figura 26. CVM del músculo Recto Anterior
a) Señal Cruda b) Señal filtrada

Figura 27. CVM de los músculos OMD y Oml
a) Señal cruda b) Señal filtrada

Figura 28. CVM de los músculos Lumbares
a) Señal cruda b) Señal filtrada

Figura 29. Contracción Voluntaria Máxima. Valores medios por grupo y músculo

Figura 30. Bipedestación. Señal EMGS cruda
a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 31. Bipedestación. Señal EMGS con filtro RMS

a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 32.Bipedestación. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 33.Bipedestación. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 34.Decúbito Supino. Señal EMGS cruda.

a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 35.Decúbito Supino. Señal EMGS con filtro RMS.

a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 36.Decúbito supino. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 37.Decúbito supino. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 38.Ejercicio del Rizo. Señal EMGS cruda.

a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 39. Ejercicio del Rizo. Señal EMGS con filtro RMS.

a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 40.Ejercicio del Rizo. Recto Anterior. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 41.Ejercicio del Rizo. Recto Anterior. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 42.Ejercicio del Rizo. Oblicuo Mayor. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 43.Ejercicio del Rizo. Oblicuo Mayor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 44.Ejercicio del Rizo. Oblicuo menor. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 45.Ejercicio del Rizo. Oblicuo menor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 46.Ejercicio del Rizo. Lumbar. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 47.Ejercicio del Rizo. Lumbar. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 48.Ejercicio del *Curl up*. Señal EMGS cruda.

a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 49.Ejercicio del *Curl up*. Señal EMGS con filtro RMS.

a) Grupo Pilates b) Grupo Control



Figura 50.Ejercicio del *Curl up*. Recto Anterior. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 51.Ejercicio del *Curl up*. Recto Anterior. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 52.Ejercicio del *Curl up*. Oblicuo Mayor. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 53.Ejercicio del *Curl up*. Oblicuo Mayor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 54.Ejercicio del *Curl up*. Oblicuo menor. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 55.Ejercicio del *Curl up*. Oblicuo menor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 56.Ejercicio del *Curl up*. Lumbar. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 57.Ejercicio del *Curl up*. Lumbar. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 58.Ejercicio del Gato. Señal EMGS cruda.
a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 59.Ejercicio del Gato. Señal EMGS con filtro RMS.
a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 60.Ejercicio del Gato. Recto Anterior. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 61.Ejercicio del Gato. Recto Anterior. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 62.Ejercicio del Gato. Oblicuo Mayor. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 63.Ejercicio del Gato. Oblicuo Mayor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 64.Ejercicio del Gato. Oblicuo menor. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 65.Ejercicio del Gato. Oblicuo menor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 66.Ejercicio del Gato. Lumbar. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 67.Ejercicio del Gato. Lumbar. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 68.Ejercicio del Diamante. Señal EMGS cruda. a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 69.Ejercicio del Diamante. Señal EMGS con filtro RMS. a) Grupo Pilates b) Grupo Control

Figura 70.Ejercicio del Diamante. Recto Anterior. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 71.Ejercicio del Diamante. Recto Anterior. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 72.Ejercicio del Diamante. Oblicuo Mayor. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 73.Ejercicio del Diamante. Oblicuo Mayor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 74.Ejercicio del Diamante. Oblicuo menor. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 75.Ejercicio del Diamante. Oblicuo menor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Figura 76.Ejercicio del Diamante. Lumbar. Valores pico normalizados (%CVM)

Figura 77.Ejercicio del Diamante. Lumbar. Valores de actividad media normalizados (%CVM)



TABLAS

- Tabla 1.** Descripción de la edad, peso, talla, Índice masa corporal (IMC), perímetro cintura, perímetro cadera, Índice cintura/cadera (C/C)
- Tabla 2.** Distribución del IMC por grupos
- Tabla 3.** Distribución del perímetro de la cintura, perímetro de la cadera y del índice C/C por grupos
- Tabla 4.** Valores de la Contracción Voluntaria Máxima (mV)
- Tabla 5.** Correlación entre los valores de CVM por músculo del Grupo Pilates
- Tabla 6.** Correlación entre los valores de CVM por músculo del Grupo Control
- Tabla 7.** Comparación entre variables antropométricas y señal electromiográfica en CVM. Grupo Pilates
- Tabla 8.** Comparación entre variables antropométricas y señal electromiográfica en CVM. Grupo Control
- Tabla 9.** Valores EMGS pico en Bipedestación (mV)
- Tabla 10.** Valores EMGS de actividad media en Bipedestación (mV)
- Tabla 11.** Valores EMGS pico en Bipedestación normalizados (%CVM)
- Tabla 12.** Valores EMGS de actividad media en Bipedestación normalizados (%CVM)
- Tabla 13.** Correlación entre los valores EMGS pico por músculo en Bipedestación. Grupo Pilates
- Tabla 14.** Correlación entre los valores EMGS pico por músculo en Bipedestación. Grupo Control
- Tabla 15.** Correlación entre los valores EMGS de actividad media por músculo en Bipedestación. Grupo Pilates
- Tabla 16.** Correlación entre los valores EMGS de actividad media por músculo en Bipedestación. Grupo Control
- Tabla 17.** Correlación entre variables antropométricas y señal EMGS en Bipedestación. Grupo Pilates



- Tabla 18.** Correlación entre variables antropométricas y señal electromiográfica en Bipedestación. Grupo Control
- Tabla 19.** Valores EMGS pico en Decúbito supino (mV)
- Tabla 20.** Valores EMGS de actividad media en Decúbito supino (mV)
- Tabla 21.** Valores EMGS pico en Decúbito supino normalizados (%CVM)
- Tabla 22.** Valores EMGS de actividad media en Decúbito supino normalizados (%CVM)
- Tabla 23.** Correlación entre los valores EMGS pico por músculo en Bipedestación. Grupo Pilates
- Tabla 24.** Correlación entre los valores EMGS pico por músculo en Decúbito supino. Grupo Control
- Tabla 25.** Correlación entre los valores EMGS de actividad media por músculo en Decúbito supino. Grupo Pilates
- Tabla 26.** Correlación entre los valores EMGS de actividad media por músculo en Decúbito supino. Grupo Control
- Tabla 27.** Correlación entre variables antropométricas y señal EMGS en Decúbito supino. Grupo Pilates
- Tabla 28.** Correlación entre variables antropométricas y señal electromiográfica en Decúbito supino. Grupo Control
- Tabla 29.** Recto anterior en el ejercicio del Rizo. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 30.** Recto anterior en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 31.** RA en el ejercicio del Rizo. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 32.** RA en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 33.** Oblicuo Mayor en el ejercicio del Rizo. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 34.** Oblicuo Mayor en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 35.** OM en el ejercicio del Rizo. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

- Tabla 36.** OM en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 37.** Oblicuo menor en el ejercicio del Rizo. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 38.** Oblicuo menor en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 39.** Om en el ejercicio del Rizo. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 40.** Om en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 41.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Rizo. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 42.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 43.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Rizo. Valores pico normalizados (%CVM)
- Tabla 44.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media normalizados (%CVM)
- Tabla 45.** Recto anterior en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 46.** Recto anterior en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 47.** RA en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 48.** RA en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 49.** Oblicuo Mayor en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 50.** Oblicuo Mayor en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 51.** OM en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 52.** OM en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo



- Tabla 53.** Oblicuo menor en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 54.** Oblicuo menor en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 55.** Om en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 56.** Om en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 57.** Musculatura lumbar en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 58.** Musculatura lumbar en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 59.** Musculatura lumbar en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico normalizados (%CVM)
- Tabla 60.** Musculatura lumbar en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media normalizados (%CVM)
- Tabla 61.** Recto anterior en el ejercicio del Gato. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 62.** Recto anterior en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 63.** RA en el ejercicio del Gato. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 64.** RA en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 65.** Oblicuo Mayor en el ejercicio del Gato. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 66.** Oblicuo Mayor en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 67.** OM en el ejercicio del Gato. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 68.** OM en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 69.** Oblicuo menor en el ejercicio del Gato. Valores pico por fase y grupo

- Tabla 70.** Oblicuo menor en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 71.** Om en el ejercicio del Gato. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 72.** Om en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 73.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Gato. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 74.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 75.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Gato. Valores pico normalizados (%CVM)
- Tabla 76.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media normalizados (%CVM)
- Tabla 77.** Recto anterior en el ejercicio del Diamante. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 78.** Recto anterior en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 79.** RA en el ejercicio del Diamante. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 80.** RA en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 81.** Oblicuo Mayor en el ejercicio del Diamante. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 82.** Oblicuo Mayor en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 83.** OM en el ejercicio del Diamante. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 84.** OM en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 85.** Oblicuo menor en el ejercicio del Diamante. Valores pico por fase y grupo



- Tabla 86.** Oblicuo menor en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 87.** Om en el ejercicio del Diamante. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 88.** Om en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo
- Tabla 89.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Diamante. Valores pico por fase y grupo
- Tabla 90.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media por fase y grupo
- Tabla 91.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Diamante. Valores pico normalizados (%CVM)
- Tabla 92.** Musculatura lumbar en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media normalizados (%CVM)
- Tabla 93.** Tabla resumen de la actividad muscular. Ejercicio del Rizo
- Tabla 94.** Tabla resumen de la actividad muscular. Ejercicio del *Curl up*
- Tabla 95.** Tabla resumen de la actividad muscular. Ejercicio del Gato
- Tabla 96.** Tabla resumen de la actividad muscular. Ejercicio del Diamante

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
ABREVIATURAS.....	iii
FIGURAS.....	v
TABLAS.....	xi
ÍNDICE.....	xvii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Método Pilates.....	1
1.1.1. Origen del Método Pilates.....	1
1.1.2. Descripción del Método Pilates.....	3
1.1.3. Principios básicos y fundamentos del Método Pilates.....	5
1.1.4. Beneficios y aplicaciones del Método Pilates.....	10
1.2. Electromiografía.....	13
1.2.1. Definición de electromiografía.....	13
1.2.2. Aplicaciones de la electromiografía de superficie.....	14
1.2.3. Metodología de la electromiografía de superficie.....	16
1.2.3.1. Fase previa.....	16
1.2.3.2. Fase de registro.....	17
1.2.3.3. Fase de procesado.....	17
1.2.4. Limitaciones de la electromiografía de superficie.....	20
1.3. Estudios sobre la activación muscular y el Método Pilates....	22
1.3.1. Actividad muscular del tronco y Método Pilates.....	23
1.3.2. Electromiografía de superficie y Método Pilates.....	26
2. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	35
2.1. Justificación e Hipótesis	35
2.2. Objetivos.....	36



3. MATERIAL Y MÉTODO.....	39
3.1. Procedimiento general.....	39
3.1.1. Valoraciones previas.....	40
3.1.2. Análisis electromiográfico de la actividad muscular abdominal y paravertebral en reposo.....	41
3.1.3. Análisis electromiográfico de la contracción voluntaria máxima de la musculatura abdominal y paravertebral.....	42
3.1.4. Análisis electromiográfico de la actividad muscular abdominal y paravertebral durante la realización de cuatro ejercicios basados en el MP.....	45
3.1.5. Descripción de los ejercicios del Método Pilates.....	46
3.2. Material.....	50
3.2.1. Población.....	50
3.2.2. Material antropométrico.....	51
3.2.2.1. Báscula.....	51
3.2.2.2. Tallímetro.....	51
3.2.2.3. Cinta métrica.....	51
3.2.3. Material electromiográfico.....	52
3.2.3.1. Electrodo.....	52
3.2.3.2. Electromiógrafo de superficie.....	53
3.3. Registro electromiográfico.....	54
3.4. Análisis de la señal electromiográfica.....	55
3.5. Método estadístico.....	55
4. RESULTADOS.....	59
4.1. Población.....	59
4.2. Contracción voluntaria máxima.....	65
4.3. Actividad eléctrica en reposo.....	75
4.3.1. Actividad eléctrica en bipedestación	75

4.3.2. Actividad eléctrica en decúbito supino.....	87
4.4. Actividad eléctrica durante el ejercicio del rizo.....	97
4.4.1. Ejercicio del rizo. Músculo recto anterior.....	101
4.4.2. Ejercicio del rizo. Músculo oblicuo mayor.....	105
4.4.3. Ejercicio del rizo. Músculo oblicuo menor.....	109
4.4.4. Ejercicio del rizo. Musculatura lumbar.....	113
4.5. Actividad eléctrica durante el ejercicio del <i>curl up</i>.....	117
4.5.1. Ejercicio del curl up. Músculo recto anterior.....	121
4.5.2. Ejercicio del curl up. Músculo oblicuo mayor.....	127
4.5.3. Ejercicio del curl up. Músculo oblicuo menor.....	131
4.5.4. Ejercicio del curl up. Musculatura lumbar.....	135
4.6. Actividad eléctrica durante el ejercicio del gato.....	139
4.6.1. Ejercicio del gato. Músculo recto anterior.....	143
4.6.2. Ejercicio del gato. Músculo oblicuo mayor.....	147
4.6.3. Ejercicio del gato. Músculo oblicuo menor.....	151
4.6.4. Ejercicio del gato. Musculatura lumbar.....	155
4.7. Actividad eléctrica durante el ejercicio del diamante.....	159
4.7.1. Ejercicio del diamante. Músculo recto anterior.....	163
4.7.2. Ejercicio del diamante. Músculo oblicuo mayor.....	167
4.7.3. Ejercicio del diamante. Músculo oblicuo menor.....	171
4.7.4. Ejercicio del diamante. Musculatura lumbar.....	175
4.8. Interpretación Global de la actividad muscular por ejercicio....	179
5. DISCUSIÓN.....	187
5.1. Limitaciones del estudio.....	201
5.2. Nuevas líneas de investigación.....	203
6. CONCLUSIONES.....	207
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	211



ANEXOS.....	221
Anexo 1. Hoja de Recogida de Datos.....	221
Anexo 2. Consentimiento informado.....	222
Anexo 3. Ejercicios basados en el Método Pilates. Hojas explicativas..	223

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MÉTODO PILATES

1.1.1. ORIGEN DEL MÉTODO PILATES

Diseñado por Joseph Pilates, de quien recibe su denominación, el Método Pilates (MP) es una técnica de acondicionamiento físico dirigida al desarrollo tanto del cuerpo como de la mente que ha ido evolucionado hasta convertirse en un método de preparación muscular, mental y postural para afrontar las actividades de la vida diaria de la forma más eficaz.

Joseph Hubertus Pilates (1880-1967), originario de Alemania, tuvo continuas necesidades asistenciales durante su infancia, al padecer asma, raquitismo e incluso tuberculosis. Influenciado por la enseñanza de la educación para la gimnasia (movimiento controlado del cuerpo) y de la gimnasia médica (aliviar molestias físicas a través del ejercicio), se aficionó a actividades deportivas como el boxeo, la defensa personal, así como a la meditación y el Yoga. En su estudio del cuerpo humano de manera integral, llegó a la conclusión de que estar físicamente en forma le ayudaba a llevar una vida normal. Sostenía que el equilibrio entre el cuerpo y la mente era la única manera de adquirir y mantener una buena salud (Latey 2001).

Trabajó en Inglaterra como boxeador y entrenador de defensa personal, pero al comienzo de la I Guerra Mundial fue apresado por las autoridades inglesas debido a su nacionalidad. Los reclusos del campo de concentración participaron de su programa de ejercicios de suelo (*mat work*), hecho que se relaciona con la supervivencia de los mismos a la pandemia de gripe de 1918 (Latey 2001). Finalizada la guerra, Pilates fue trasladado a la isla de Man donde comenzó a experimentar con los muelles de las camas durante la



rehabilitación de los heridos, añadiendo resistencia adicional a sus ejercicios al colocarlos en los cabeceros y permitiendo así mayor velocidad de recuperación del tono muscular. Esto le llevó a construir el *cadillac* y el *reformer* (figura 1) y, tras ellos, otros aparatos para complementar los ejercicios de suelo.

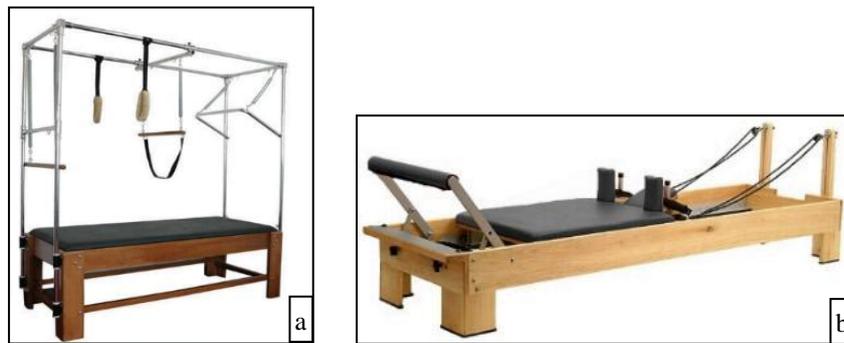


Figura 1. a) *cadillac* b) *reformer* (www.redmetodopilates.com)

Su vuelta a Alemania fue muy fructífera por la introducción de su método en el campo de la danza gracias a su colaboración con la bailarina Martha Graham y los coreógrafos Rudolf Von Laban y George Balanchine, entre otros.

En 1926 emigra a E.E.U.U. para trabajar con el boxeador alemán Max Schmeling, quien utilizando su método como parte de su preparación física fue campeón del mundo en 1932. Fue en Nueva York donde Pilates creó su primer estudio, el Drago Studio, en el mismo edificio que el New York City Ballet y denominó a su método *Contrology*, definiéndolo como “la completa coordinación de cuerpo, mente y espíritu” (Lange et al. 2000). En 1934 publica *Your Health* y en 1945 *Return to life through contrology*, obras que incluyen algunos de sus ejercicios y en las que destaca la importancia de realizar ejercicio físico con posturas correctas que ayudaran a realizar las actividades de la vida cotidiana. Tras su muerte, su esposa Clara continuó la enseñanza de su método en el Drago Studio hasta su fallecimiento en 1977.

1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO PILATES

Tras el fallecimiento de Pilates, Eisen y Friedman escribieron *The Pilates method of physical and mental conditioning*. El número de ejercicios (inicialmente 32) fue incrementado y fueron introduciéndose cambios en su metodología, destacando la importancia del centro o *core* como pieza fundamental en el movimiento, la relevancia de la estabilización de la pelvis, la cintura escapular y la alineación postural, y la coordinación con los patrones respiratorios.

Actualmente el Método consiste en una serie de ejercicios que trabajan el cuerpo de forma integrada de modo que cada movimiento realizado implicará a más de una articulación que se mueve en diferentes planos de movimiento. Los gestos se realizan de forma consciente, centrándose en el entrenamiento conjunto de la mente y el cuerpo y se busca la economía del movimiento, reclutando sólo la musculatura implicada y repartiendo el trabajo entre varios grupos musculares. Estas características le dan el carácter de ejercicio funcional, es decir, dirigido a las actividades de la vida cotidiana y lo diferencian de otras técnicas que se aplican en el mundo del Fitness.

Se han descrito más de 500 ejercicios de Pilates que se dividen en dos categorías con tres niveles de dificultad: básico, intermedio y avanzado (Cárceles y Cos 2009): ejercicios de suelo y ejercicios con aparatos. Los ejercicios de suelo se realizan sobre una esterilla y se puede utilizar material complementario como *chi-ball*, *fitball*, aro, pica, banda elástica o mancuernas para facilitar su ejecución o generar una resistencia adicional. Los aparatos son: cadillac, reformer, barril y silla. Mostramos los dos últimos en la figura 2.



Figura 2. Aparatos del Método Pilates. a) Barril b) Silla (www.redmetodopilates.com)

Hoy en día, el Método Pilates se ha convertido en una forma de movimiento que está aumentando su popularidad tanto en el mundo del *fitness* como el clínico (Lange et al. 2000).

1.1.3. PRINCIPIOS BÁSICOS Y FUNDAMENTOS DEL MÉTODO PILATES

Conocer los principios sobre los que se fundamenta el Método resulta esencial para su buena praxis. Destacan los tres últimos, sobre los cuales se fundamenta la estructura de la ejecución; el movimiento en sí.

1. Concentración; prestar atención tanto a las partes del cuerpo en movimiento como a las que permanecen estáticas para conectar cuerpo y mente.
2. Control y corrección de cada elemento corporal basado en la propiocepción.
3. Fluidez de movimientos adaptando su velocidad y amplitud.
4. Precisión en la ejecución para asegurar una progresión eficaz.
5. Respiración adecuada y coordinada con los ejercicios, realizando los ejercicios durante la exhalación forzada y empleando la inspiración forzada como preparación o para mantener la postura alcanzada.

La respiración es controlada por el sistema nervioso simpático, a través del centro respiratorio del bulbo raquídeo. Es por esto que los acontecimientos vitales a través del sistema simpático modifican el patrón respiratorio y viceversa, motivo por el cual se utiliza la respiración para mejorar estados de ansiedad y, en el MP, para dotar a los movimientos de un *carácter pausado, sosegado y controlado*.

Diferenciamos varios tipos de respiración: espontánea o diafragmática y consciente o forzada. Dentro de los tipos de respiración forzada, la abdominal y la torácica son las más conocidas. En la primera, al contraerse la musculatura abdominal formada por rectos anteriores (RA), oblicuos mayores (OM), oblicuos menores (Om) y transversal abdominal



(T) desplaza cranealmente las vísceras que elevan pasivamente al diafragma favoreciendo la espiración. En la ejecución de los ejercicios de Pilates, esta respiración se utilizará para realizar los movimientos durante la exhalación, estabilizando el tronco y facilitando la ejecución de los mismos. Por otro lado, los responsables de realizar la respiración torácica son los músculos intercostales externos asistidos, si es necesario, por los esternocleidomastoideos, escalenos y serratos anteriores. Cuando se contraen elevan las costillas y el esternón, ensanchan anteroposterior y lateralmente la cavidad torácica y favorecen así la inspiración. Este tipo de inspiración se utiliza en los ejercicios de Pilates para no modificar la posición que se ha adoptado, facilitando la ejecución de los movimientos.

En definitiva, el patrón respiratorio ideal en el Pilates es aquél que logra el equilibrio entre el uso del diafragma, los músculos abdominales y los accesorios de la respiración, sincronizando el ritmo respiratorio para que la inspiración y la exhalación sean uniformes, y ayudando a controlar la postura de fondo.

6. Centralización, que permita movimientos periféricos eficaces. El control de la musculatura que compone la parte central del cuerpo manteniendo el núcleo corporal estable y activando la musculatura fijadora tónica es lo que permitirá al resto de segmentos corporales moverse con éxito. Este principio debe mantenerse en todos los ejercicios para conseguir la estabilidad lumbar (Gladwel et al. 2006).

De acuerdo con las ideas de Joseph Pilates, la zona sobre la que se debe hacer más énfasis a la hora de ejercitarse es el centro del cuerpo,

también llamado *core* o *powerhouse*. Para situarlo seguiremos las directrices de Winsor, que indica que está en el punto central entre el suelo pélvico y el límite inferior de la caja torácica (Muscolino y Cipriani 2004). En él se encuentran la pelvis, el abdomen y la parte baja de la espalda, englobando las articulaciones de la columna lumbosacra, y las coxofemorales y cinco grupos musculares: abdominales (flexores y estabilizadores de tronco), lumbares (extensores y estabilizadores de tronco), flexores de cadera, extensores de cadera y periné/suelo pélvico. Al trabajar el centro corporal se consigue una posición de la pelvis correcta, que influirá sobre la posición de la zona lumbar, fortaleciendo, alargando y estirando la musculatura relativa a la zona pelvis-columna vertebral, y favoreciendo el tono y la integridad estructural de la cavidad abdominal (Muscolino y Cipriani 2004). Concretamente, la contracción del transversal abdominal resulta en una rigidificación dinámica del eje pelvis-columna vertebral, lo que propicia un centro corporal estable. Pero es necesario alcanzar la posición neutra de la pelvis, unión entre el tren superior y el tren inferior, ya que la anteversión pélvica provoca hiperlordosis lumbar e hiperextensión de rodilla, mientras que la retroversión produce rectificación lumbar y tendencia a la flexión de rodilla (Busquets 2005). Esto permite la adopción de posturas más eficaces en bipedestación y sedestación tanto en estático como en movimiento. Se considera que la pelvis está en posición neutra cuando la sínfisis púbica y las espinas ilíacas anterosuperiores (EIAS) se encuentran en el mismo plano coronal (Isacowitz y Clippinger 2011). De igual modo, es recomendable trabajar la elongación axial consciente que



alivie la presión interdiscal, favorecida de por sí por la posición pélvica neutra.

Para conseguir esto, es fundamental que haya un equilibrio entre la musculatura abdominal, lumbar, y extensora y flexora de la cadera, de ahí la importancia que se le da en Pilates al trabajo de dicha musculatura.

7. Mantener la alineación durante la ejecución partiendo de una postura correcta, esto es, la columna vertebral, la cintura escapular y la pelvis en posición neutra, elongando y fortaleciendo tanto la musculatura tónica como la dinámica, buscando un equilibrio entre la musculatura antagonista, y estableciendo a su vez transferencia con las actividades de la vida cotidiana, de tal forma que el practicante sea capaz de detectar sus posturas incorrectas y modificarlas. Cuando las escápulas se vean implicadas en los ejercicios, se deben mantener abajo y hacia la columna, respetando siempre una ligera movilidad. Se debe evitar que se eleven los hombros, y por tanto la excesiva tensión en el cuello, así como hiperflexiones o hiperextensiones, especialmente en la zona lumbar y cervical.

El sistema postural es considerado como un todo estructurado que desempeña varias funciones: situarnos en el espacio-tiempo que nos rodea, luchar contra la gravedad y mantener la posición erecta, oponerse a otras fuerzas exteriores, o buscar el equilibrio durante el movimiento. Por tanto, todo movimiento intencionado va precedido, acompañado y seguido por fenómenos posturales. Tanto es así que los malos hábitos posturales ocasionan patología músculo-esquelética. Sin embargo es

necesario conocer el funcionamiento del sistema muscular para encontrar la postura más adecuada para cada persona (Valenzuela 2006), cómoda, no forzada, y que no implique el sufrimiento del aparato locomotor.

La interconexión muscular trae consigo que si existe una alteración en uno de los músculos que componen la cadena muscular, se producirá una compensación en algún otro punto de la cadena, o en un antagonista, produciéndose cambios posturales. Estas deformaciones morfológicas son debidas a anomalías de tensión entre músculos tónicos (Souchard 2010), sea cual sea el estado de los músculos dinámicos, y se hacen más evidentes en bipedestación. Por tanto, uno de los objetivos para la reeducación postural consiste en relajar la musculatura tónica responsable de la deformación, potenciando los grupos musculares tónicos antagonistas. Esta musculatura tónica está compuesta por los músculos antigravitatorios: tríceps sural, recto anterior, isquiotibiales, pelvitrocantéreos y espinales; los músculos que desarrollan la función de suspensión de la cintura escapular y el tórax, además de los escalenos, la porción superior del trapecio, los intercostales y el sistema músculo fibroso del mediastino; y los músculos rotadores internos y externos, abductores y adductores, que mantienen el equilibrio de las tensiones, alineando los segmentos dentro de su eje. Debido a las exigencias de la vida cotidiana del trabajo, o del deporte, es muy común encontrar a personas con desequilibrios posturales que, en algunos casos, acarrear dolores y molestias constantes.



1.1.4. BENEFICIOS Y APLICACIONES DEL MÉTODO PILATES

Si revisamos la literatura relativa al Método Pilates, se pueden encontrar diversas indicaciones sobre los beneficios que éste aporta, que estarán siempre en función del programa, los ejercicios, su corrección y su periodización. En cuanto al aprendizaje motor, el Método Pilates trabaja el control del centro del cuerpo (el ya mencionado *core*), la postura estática y dinámica, la coordinación segmentaria, el movimiento consciente y el equilibrio estático y dinámico, además de dar gracilidad a los movimientos.

No obstante, hay que ser cautos en cuanto a las indicaciones que se hacen sobre sus beneficios (Bernardo 2007; La Touche, Escalante, y Linares 2008; Tinoco y Jiménez 2010, Soriano Segarra 2011, Posadzki, Lizis y Hagner-Derengowska 2011). Es necesario llevar a cabo más estudios experimentales en los que se especifique el programa y tipo de ejercicios que se han utilizado para que se pueda replicar en otras muestras y así poder constatar dichos beneficios. Señala Bernardo en una revisión bibliográfica del método de artículos publicados entre 1990 y 2006 que de 227 artículos encontrados sólo 10 de ellos eran estudios experimentales y sólo tres de ellos con población adulta sana.

A pesar de esto, recientes artículos de investigación empírica demuestran que éste ayuda a:

- Mejorar la autonomía personal, el tiempo de reacción, la densidad ósea, el número de caídas, la calidad de vida y el equilibrio tanto estático como dinámico en personas mayores (Gladwel et al. 2006, Donzelli et al. 2006, Johnson et al. 2007, Kaesler et al. 2007, Írez 2009, Guedes de Siqueira et al. 2010, Martínez-González-Moro 2013).

- Reducir la intensidad del dolor de espalda (Muscolino y Cipriani 2004, Donzelli et al. 2006, Rydeard, Leger y Smith 2006, La Touche, Escalante y Linares 2008, Curnow et al. 2009, Lim et al. 2011, Soriano Segarra 2011, Aladro-Gonzalvo et al. 2013, Da Luz et al. 2013).

- Reclutar las fibras musculares durante el movimiento (Silva et al. 2009).
- Reducir el desequilibrio entre la musculatura flexora y extensora de tronco (García, De Barros, y Saldanha 2004) y proporcionar estabilidad (Marques et al. 2012)

- Mejorar la fuerza de la zona abdominal y lumbar (Sekendiz et al. 2007, Rogers y Gibson 2009)

- Mejora la flexibilidad de la zona abdominal y lumbar (Segal, Hein y Basford 2004, Sekendiz et al. 2007, Keays et al. 2008).

- Mejorar la postura corporal (Johnson et al. 2007, García Pastor 2009, Caldwell et al. 2009, Emery et al., 2010)

- Prevenir lesiones, mejorar el rendimiento deportivo y puede ser utilizado como trabajo de rehabilitación (Latey 2001, Levine, Kaplanek y Jaffe 2009, Da Silva y Mannrich 2009, Ickes 2009, Emery et al. 2010, Fernández, Santana y Merino 2011, Bosco 2012, Martínez-González-Moro 2013)

- Son necesarios estudios con un diseño adecuado para valorar sus efectos sobre la composición corporal (Aladro-Gonzalvo et. al 2012)

Debido a los efectos que el Método Pilates tiene sobre el organismo, especialistas de diversos campos se han interesado por su aplicación para mejorar y complementar su trabajo, destacando la fisioterapia, la educación física y la danza.



Considerando esta expansión del MP en el ámbito fisioterapéutico, del acondicionamiento físico y la preparación de atletas y bailarines, se hace necesario determinar los medios de control y establecimiento de cargas, caracterización de la implicación y acción muscular en cada ejercicio, efectos de un programa básico, medio y avanzado sobre parámetros de aptitud física y reeducación postural. Uno de los diversos métodos de registro y valoración de la actividad muscular es la electromiografía.

1.2. ELECTROMIOGRAFÍA

1.2.1. DEFINICIÓN DE ELECTROMIOGRAFÍA

Se define la electromiografía (EMG) como el registro y análisis del electromiograma, de la actividad eléctrica muscular, estática o postural, constituyendo una extensión de la exploración física y prueba la integridad del sistema motor. La finalidad de esta técnica es conocer la activación muscular, la cual implica una difusión iónica de concentración proporcional al campo eléctrico que genera en la fibra muscular y la consecuente respuesta mecánica debida a la contracción muscular. Permite determinar si el músculo está activo, el grado de actividad y el tipo de coordinación intermuscular que presenta.

El electromiograma puede realizarse directamente mediante la inserción de electrodos de aguja en el tejido muscular o indirectamente mediante electromiografía de superficie (EMGS). Ésta es una técnica no invasiva para medir la actividad muscular que emplea electrodos de superficie de 10 mm de diámetro colocados en la piel suprayacente al área muscular a evaluar, con una banda de frecuencia entre 15 y 400 Hz. La EMGS puede registrar actividad muscular voluntaria, involuntaria y estimulada externamente. Sus principales limitaciones son la emisión de señales de baja resolución y presentar una gran susceptibilidad a la introducción de artefactos en la imagen. Es una técnica muy popular entre los científicos del deporte por no ser invasiva. Obtiene información relativa a la activación muscular como, por ejemplo, la intensidad de la contracción muscular, la manifestación mioeléctrica de la fatiga muscular (Singh et al. 2007) y el reclutamiento de unidades motoras (Cavalcanti y Vieira 2011) a través del registro de los potenciales de acción musculares (Bellas, Aguirre y Duque 2006).



1.2.2. APLICACIONES DE LA ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE

Actualmente existen programas cerrados para analizar la marcha como acción cíclica y compleja, incluso de forma intraindividual comparando los tiempos de activación y la coordinación intermuscular de una extremidad con la otra. Posibilita así valoraciones diagnósticas y posquirúrgicas (Frigo y Crenna 2009; Bonell, Cherniz y Tabernig 2007).

En el campo de la medicina del deporte, medicina laboral y ergonomía, reviste especial interés la evaluación de la fatiga muscular y las modificaciones observables en los trazados electromiográficos (Singh et al. 2007)

La EMGS es un método muy útil en el estudio inicial y seguimiento de los procesos de recuperación valorando el grado de activación muscular, la coordinación muscular o la relación agonista-antagonista. Facilita las técnicas de *biofeedback* y permite trabajar la propiocepción y la reeducación postural al informar al paciente y al terapeuta sobre los momentos de activación de los músculos a tratar (Bolek 2006).

Esta técnica nos facilita tareas como la de definir la participación muscular en un determinado gesto deportivo (Monfort et al. 2009) u observar la activación de la musculatura de un segmento en respuesta a la movilización de otros segmentos y así mejorar la eficacia de dicho gesto en los procesos de entrenamiento. En especial, se puede mejorar la ejecución de una tarea en términos de activación muscular y/o en términos de fatiga muscular. Hay que tener presente que la EMG no nos aporta parámetros de fuerza muscular, ya que la señal eléctrica detectada está en función de la concentración iónica muscular, aunque sí es un indicador del esfuerzo muscular realizado en una determinada acción. En este sentido, es importante remarcar que la relación

existente entre la actividad EMG y la fuerza es únicamente una apreciación cualitativa.

La resolución de la señal en la EMGS es menor que la obtenida mediante electrodo de aguja y por tanto se pierde información. Por este motivo, con el fin de analizar la actividad eléctrica de unidades motoras individuales en la valoración de trastornos neuromusculares, desde hace algunos años se han llevado a cabo estudios mediante sistemas multielectrodo como la HSR-SEMG (electromiografía de alta resolución espacial) o la HD-SEMG (electromiografía de alta densidad) (Cavalcanti y Vieira 2011).

Aunque de momento existe controversia y diversidad de resultados, hay evidencias de que la EMGS puede colaborar en la detección de problemas de carácter neuromuscular, así como estudiar la fatiga asociada a algunos trastornos como el síndrome post-polio o la distrofia miotónica. Sin embargo, no está clara su utilidad real a la hora de distinguir entre un proceso neuropático y/o miopático. Hay experiencias incluso en la valoración de algunas neuropatías por atrapamiento mediante EMGS. Podemos decir que este campo de aplicación es muy interesante y requiere una ampliación y contrastación de resultados (Massó et al. 2010).



1.2.3. METODOLOGÍA DE LA ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE

Para asegurar un registro de los datos eficaz y fiable, se deben tener en cuenta una serie de pautas para el registro electromiográfico de superficie:

1.2.3.1. Fase previa

1. Información. Es preciso informar al individuo sobre los objetivos, la utilidad y posibles aplicaciones del registro así como del procedimiento a seguir durante el mismo, siendo igualmente necesario obtener su consentimiento informado firmado. Conviene recoger información sobre hábitos tóxicos, ingesta de medicamentos, existencia de patología neuromuscular, musculoesquelética o cualquier otra que pueda afectar la función muscular. Según el estudio, también será necesario obtener parámetros antropométricos como el peso, la talla y el Índice de masa corporal (IMC).

2. Preparación de la piel. Hay que reducir la impedancia existente con el fin de obtener una señal eléctrica de calidad. Para ello, es aconsejable eliminar el sudor y la capa de piel seca o células muertas mediante una limpieza con alcohol. En su caso, será necesario eliminar el vello.

3. Colocación de los electrodos. Según el proyecto SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-invasive Assessment of Muscles*), acción concertada perteneciente al programa europeo de salud biomédica e investigación de la Unión Europea, la ubicación adecuada es en la línea media del vientre muscular, entre la unión miotendinosa y el punto motor, separados por una distancia de uno o dos centímetros entre ellos. Para ello, existen guías publicadas en las que conviene basarse para asegurar una correcta metodología. Es fundamental mantener siempre la misma localización en los diferentes individuos y en los diferentes registros practicados a un mismo

individuo, dado que la señal registrada varía en función de la zona del músculo sobre la que colocamos los electrodos. Asimismo, deben evitarse zonas adyacentes a otros músculos para que no contaminen la señal que se pretende registrar (fenómeno denominado *cross-talk*).

Adicionalmente, hay que colocar un electrodo de referencia lejos de la zona de registro y en un tejido eléctricamente neutro. Se suelen escoger zonas próximas a un plano óseo, como por ejemplo la diáfisis tibial o la apófisis estiloides cubital en la muñeca.

1.2.3.2. Fase de registro

1. Obtención de la contracción voluntaria máxima (CVM). Es necesaria para la normalización de los trazados obtenidos respecto a la actividad máxima de aquel músculo y en aquel individuo. De esta forma, nos permite comparar diferentes registros de sujetos distintos.

2. Registro. Es la fase de adquisición de la señal electromiográfica correspondiente a la acción o gesto a estudiar.

La actividad mioeléctrica aparece en la superficie de la piel a modo de potenciales eléctricos de escaso ancho de banda (de 15-20 a 400-500 Hz) y pequeña amplitud desde algunos microvoltios a unos pocos milivoltios pico. Por esto los sistemas de detección deben ser extremadamente sensibles.

1.2.3.3. Fase de procesado

Se debe preparar la señal obtenida directamente (señal bruta o *raw signal*) con el fin de que sea fácilmente observable y analizable.

El tipo de procesado dependerá del tipo de análisis que nos interese hacer del trazado. Esencialmente se realizan dos tipos de análisis: el de amplitudes y el de frecuencias.



El análisis de amplitudes pretende convertir una señal electromiográfica de valores alternos positivos y negativos y de elevada variabilidad en un gráfico que se aproxime al nivel de activación muscular. Para ello, se realiza en primer lugar el filtrado de la señal eliminando potenciales de amplitudes y/o frecuencias fuera del espectro habitual y que suelen corresponder a artefactos o a cualquier tipo de contaminación del registro. A continuación se lleva a cabo la rectificación de la señal, tomando el valor absoluto de la señal, sin tener en cuenta el signo. El siguiente paso es la aplicación de un algoritmo de suavizado (*smoothing*) con el objetivo de obtener una imagen más próxima a la activación muscular y más fácil de observar. Bonell, Cherniz y Tabernig (2007) señalan como mejor estimador de la potencia de la señal el RMS (*root mean square* o media cuadrática) cuando la distribución de la señal es modelada como Gaussiana, indicando la cantidad de unidades motoras activas; mientras que el VMA (valor medio absoluto) estima mejor si la distribución se aproxima a Laplaciana. Y por último, se normalizan los datos dividiendo los valores numéricos de amplitud resultantes del algoritmo de suavizado por el valor de la contracción voluntaria máxima, obteniendo valores en porcentaje relativos a este último.

En el análisis de frecuencias, tras el filtrado, se aplica la *Fast Fourier Transform* (FFT) o sistema de descomposición de la señal, con el fin de determinar su espectro de frecuencias, que informa de las frecuencias que conforman esta señal y de la intensidad con que participan. La FFT es un procesado ideal para acciones estáticas, pues supone que el espectro de frecuencias no varía en el tiempo. En acciones dinámicas, este hecho no es esperable y en consecuencia se están imponiendo otros métodos de análisis

frecuencial que muestran la variación del espectro en el tiempo, como por ejemplo la *wavelet*.



1.2.4. LIMITACIONES DE LA ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE

Las ventajas de los electrodos de superficie sobre los intramusculares son que permiten un registro global del músculo sin límite de tiempo de registro ni superficie estudiada y no son invasivos. Sin embargo presentan como inconvenientes la imposibilidad del estudio de la musculatura profunda, la obtención de trazados con un espectro más bajo de frecuencias y la necesidad de una correcta preparación de la piel. Por su parte, los electrodos intramusculares permiten un registro más localizado del músculo, con independencia de su profundidad y el grado de preparación de la piel, captando un espectro de frecuencias más alto, pero son invasivos.

La EMGS nos permite, por las características de los electrodos utilizados, estudiar distintos músculos a la vez, sin que ello suponga una molestia para el individuo, con la ventaja que también supone el hecho de que la mayoría de equipos de EMGS cuentan con la capacidad de entrada de distintos canales simultáneamente (correspondientes a músculos distintos). También nos permite una mayor reproducibilidad de los trazados obtenidos en diferentes registros.

Por otro lado, el registro adquirido es más representativo del músculo en conjunto y no de una zona determinada, lo que supone una limitación en aquellos casos en que interesa este tipo de examen en concreto. Otra limitación es el hecho de que, en algunas acciones dinámicas, puede existir desplazamiento relativo entre músculo y electrodos que provoca modificación en el volumen del músculo analizado y afecta a la intensidad de la señal registrada. Por ello, las mejores condiciones para la EMGS, son las de un trabajo isométrico. Por último, cuando lo que interesa es describir y/o comparar

un patrón motor, se aconseja sobre todo el estudio de acciones que sean cíclicas, lo que permite comparar periodos idénticos de diferentes ciclos.



1.3. ESTUDIOS SOBRE LA ACTIVIDAD MUSCULAR Y EL MÉTODO PILATES

De la revisión de los estudios científicos publicados sobre el MP se desprende que la mayoría de ellos son estudios de intervención, destacando los que han empleado el tratamiento del dolor como ámbito de aplicación, seguidos de los estudios que utilizan el Método Pilates para la mejora de la capacidad aeróbica y el IMC, la mejora de la flexibilidad y la mejora de la estabilidad postural (González-Gálvez et al. 2012).

No obstante, son igualmente destacables los estudios centrados en el análisis de los efectos del MP sobre la musculatura abdominal y/o vertebral dirigidos en su mayoría a una población adulta sana valiéndose para ello los investigadores de diversos procedimientos de valoración muscular.

1.3.1. ACTIVIDAD MUSCULAR DEL TRONCO Y MÉTODO PILATES

García, De Barros, y Saldanha (2004) observaron mediante dinamometría isocinética un resultado positivo tras un programa de MP en la relación de la flexión y la extensión del tronco, obteniendo un menor desequilibrio muscular y una mejora en el trabajo total y la potencia muscular.

Herrington y Davies (2005) emplearon una unidad de *biofeedback* de presión para evaluar la capacidad de aislamiento del transverso del abdomen y la estabilidad abdominopélvica tras la aplicación de un programa de ejercicio físico, observando una mayor puntuación en el grupo que había practicado el MP.

Sekendiz et al. (2007) valoraron los cambios en la fuerza de mujeres adultas sedentarias asignadas al azar a un grupo control y a otro que practicó MP tres veces a la semana durante 5 semanas. Los dos grupos fueron testados pre y post intervención y valoraron: la fuerza concéntrica de flexión y extensión de la columna en 60° y 120° con un dinamómetro isocinético y la fuerza resistencia en la ejecución de abdominales, realizando el máximo número de repeticiones sin descanso en un minuto. Encontraron diferencias significativas en el grupo experimental entre pre y post en flexión y extensión en 60°, en flexión a los 120° y en la fuerza resistencia abdominal.

En 2007, Donahoe-Fillmore et al. estudiaron, mediante contracciones isométricas, el efecto de 10 semanas de entrenamiento con el MP. No encontró diferencias en el grupo control ni en la fuerza abdominal, pero sí en la fuerza resistencia de los flexores y extensores del tronco.

Endleman y Critchley (2008) emplearon ultrasonidos para evaluar la capacidad de aislamiento del transverso del abdomen y la estabilidad



abdominopélvica tras la aplicación de un programa de ejercicio físico, observando una mayor puntuación en el grupo que había practicado el MP. Indican que el grosor de las fibras del transverso del abdomen y del oblicuo interno aumentó durante los ejercicios y presentó una correlación moderada.

García Pastor defiende su tesis doctoral por compendio de publicaciones en 2009 y en dos de sus artículos analiza los efectos del MP en la fuerza de los músculos de las regiones de la espalda y abdominal. Emplea para ello el *Quantitative Functional Capacity Evaluation* (QFCE) de Yeomans y Liebeson (1996), que valora la fuerza funcional e incluye el test de Sorensen y las repeticiones máximas (RM) de un abdominal convencional. En el primero de dichos artículos compara la fuerza funcional de practicantes de Pilates con la de practicantes de *Fitness* y sedentarios. García Pastor encuentra mayor fuerza funcional en la espalda en el grupo practicante de Pilates que en el grupo de sedentarios. En el segundo fue un estudio de intervención, en el que obtuvo un incremento en la fuerza funcional tanto de la musculatura de la espalda como de la abdominal tras 20 semanas de práctica del MP.

Coelho et al. estudiaron en 2010 los efectos del MP sobre diversas características de la musculatura lumbar en individuos sanos. Emplearon la distancia dedos-planta (DDP) para valorar la flexibilidad, una plataforma de fuerza para el equilibrio, un dinamómetro analógico para la fuerza y el test de Sorensen para la resistencia en individuos sanos. Estos autores encontraron una mejora en la función de la musculatura del tronco con la práctica del MP.

Critchley, Pierson y Battersby (2011) repite el uso de ultrasonidos para el estudio del grosor del músculo transverso y el oblicuo interno en la práctica del MP, en comparación con un programa de entrenamiento de la fuerza.

Encuentran que el Pilates produce un aumento del grosor en el transverso. Pero en el oblicuo interno, el entrenamiento de la fuerza consigue un mayor grosor, mientras el Pilates produce su disminución.

Por último, Dorado et al. (2012) estudian mediante resonancia magnética nuclear los efectos de la práctica del MP por mujeres inactivas sobre el recto anterior y sobre el transverso y los oblicuos considerados un todo. Muestran que el MP hipertrofia dicha musculatura compensando las asimetrías previas encontradas en esta población.



1.3.2. ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE Y MÉTODO PILATES

De igual modo son varios los estudios que emplean la electromiografía de superficie para analizar el efecto de la práctica del Método Pilates sobre la musculatura, principalmente del tronco.

Olson y Smith, en 2005, pretendieron estudiar la efectividad del MP sobre el área abdominal. Para ello valoraron la activación del recto anterior y el oblicuo externo mediante EMGS, mientras los 12 integrantes del estudio realizaban 10 repeticiones de cinco ejercicios de flexión de tronco del MP dirigidos al trabajo de la musculatura abdominal y de un abdominal convencional como control. En la figura 3 se muestran los ejercicios seleccionados; *the Hundred*, *the Double leg stretch*, *the Crisscross*, *the Roll up* y *the Teaser*. Estos autores encontraron una mayor activación en ambos músculos durante la realización de los cinco ejercicios de Pilates que al realizar el abdominal clásico.

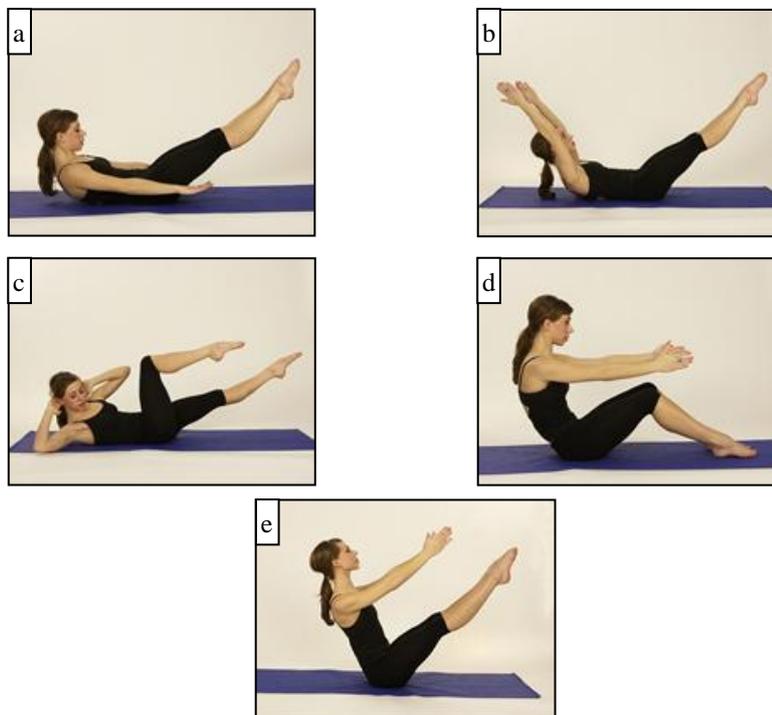


Figura 3. a) *the Hundred* b) *the Double leg stretch* c) *the Criss-cross*
d) *the Roll up* e) *the Teaser* (tomado de www.kcpilates.com)

Con el objetivo de determinar qué programa de ejercicio (Pilates, gimnasia abdominal hipopresiva o programa tradicional) desarrolla más la fuerza muscular y la flexibilidad de columna lumbar y miembros inferiores en pacientes con lumbalgia mecanopostural, Torres y Salido analizan en 2009 la flexibilidad, la fuerza y la actividad EMG de los músculos recto anterior (RA), oblicuo externo (OE), oblicuo interno (OI) y Transverso del abdomen (T). Las 16 mujeres y 14 hombres diagnosticados de lumbalgia mecanopostural crónica que participaron en el estudio fueron divididos en tres grupos no aleatorios de 10 integrantes cada uno, que recibieron terapia física de cada una de las modalidades objetivo del trabajo. En sus valoraciones señalan que no encontraron diferencias en la fuerza muscular pre y post intervención en ninguno de los tres métodos, según la escala de Lowett. No obstante, se observó una mejoría significativa en la flexibilidad en todos los grupos, siendo mayor la flexibilidad de los grupos Pilates e hipopresiva que la del grupo tradicional. La flexibilidad fue valorada mediante maniobras para contractura de flexores de cadera, soleo, gemelos, isquiotibiales y para columna lumbar. Por otro lado, el análisis electromiográfico de superficie mostró que el tiempo de activación y amplitud mejoraron significativamente los tres grupos con mayor significancia en los grupos Pilates e hipopresiva.

En ese mismo año (2005), Petrofsky et al. estudiaron la actividad muscular de, entre otros, la musculatura abdominal y paravertebral de seis sujetos, cuatro varones y dos mujeres, durante tres tipos de ejercicio; levantamiento de peso convencional, Método Pilates sin elementos de resistencia y MP con elementos de resistencia. Concluyeron que la actividad electromiográfica era superior en el levantamiento de peso convencional, pero



que con el MP se coactivaban un mayor número de músculos proporcionando así mayor eficiencia al ejercicio.

Por su parte, Menacho et al. estudian en 2010 la actividad de los erectores de la espalda en 11 mujeres sin experiencia durante la realización de tres ejercicios de Pilates en suelo que se realizan en prono e implican extensión de tronco. En el *single leg kick* se mantienen tres extremidades apoyadas en el suelo, en el *double leg kick* no se apoya ninguna de las cuatro extremidades y en el *swimming* las cuatro extremidades tampoco se apoyan, pero los brazos se sitúan extendidos a los lados de la cabeza aumentando la resistencia a vencer por los músculos paravertebrales. Las posiciones finales de dichos ejercicios se muestran en la figura 4. Al comparar los ejercicios denotan una mayor actividad muscular al realizar el *swimming* y al comparar los dos ejercicios de *leg kick*, Menacho et al. señalan una mayor activación de la musculatura erectora espinal con el *double*.

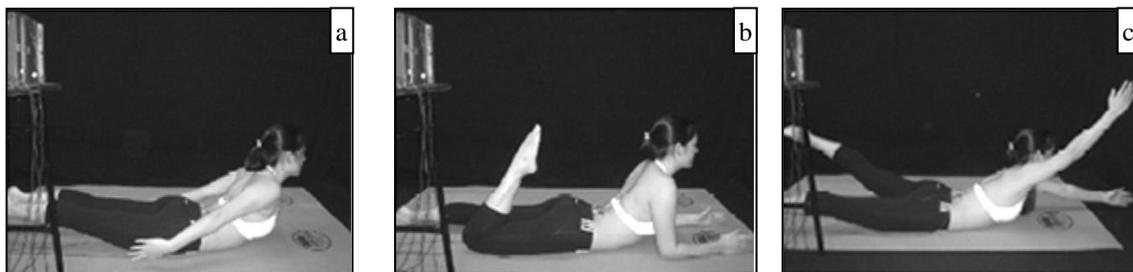


Figura 4. a) Double leg kick (Menacho et al. 2010)

b) Single leg kick

c) Swimming

Loss et al. en 2010 verifican la influencia de los ajustes en los resortes y la posición del individuo en la actividad electromiográfica de los músculos oblicuo externo (OE) y transverso espinoso/multifidus (MU). Para ello valoraron la ejecución de un ejercicio de flexión-extensión de la cadera en el *cadillac* tal y como muestra la figura 5. Los resortes se colocaron en dos posiciones: a 30 cm



ejercicio de retroversión pélvica condujo a un mayor incremento de la actividad en OE y glúteo mayor, el de anteversión pélvica aumentó significativamente la del MU y la neutralidad pélvica conllevó un descenso significativo en la actividad de todos los músculos estudiados.

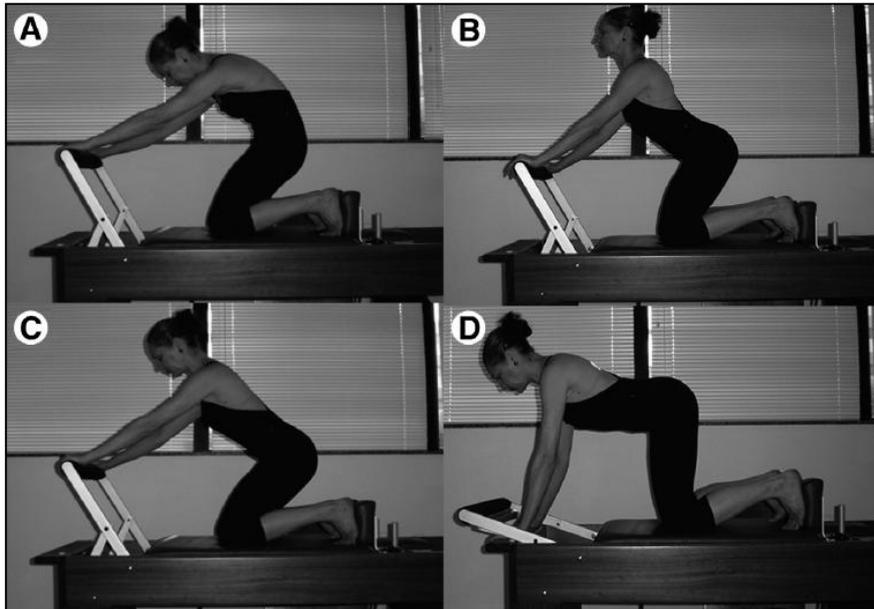


Figura 6. Ejercicios de estiramiento de rodilla (Queiroz et al. 2010).

- a) Retroversión pélvica con flexión de tronco
- b) Anteversión pélvica con extensión de tronco
- c) Neutralidad pélvica con tronco oblicuo con respecto al suelo
- d) Neutralidad pélvica con tronco paralelo al suelo

En el mismo año (2010) Emery et al. llevaron a cabo un estudio sobre la fuerza abdominal, el rango de movimiento del hombro y la flexión máxima de hombro. Valoraron a 10 sujetos experimentales y 9 sujetos control antes y después de un periodo de 12 semanas, durante las cuales el grupo experimental recibió una hora semanal de Pilates. Registraron la actividad electromiográfica de 16 músculos y la cinemática del cuello, del hombro y del tronco. Entre los músculos estudiados se encontraban el RA, el OE y el erector espinal a nivel cervical y lumbar. Los resultados mostraron un aumento de la fuerza abdominal, más actividad del erector espinal cervical y menos del erector espinal lumbar tras esas 12 semanas de práctica del MP.

Souza et al. (2012) estudian la actividad de RA y Recto Femoral durante la realización por 11 mujeres practicantes de Pilates de dos ejercicios de flexión de tronco partiendo de decúbito. Los ejercicios, mostrados en la figura 8, se realizaron tanto en suelo como en aparatos. Al comparar los ejercicios no encuentran diferencias significativas en la actividad muscular, sin embargo al comparar los grupos musculares obtienen una mayor activación del RA en la realización del *teaser* en el *cadillac* (ejercicio en el que todo el tronco se eleva totalmente del suelo) y una activación mayor del recto femoral en el *hundred* (en el que las piernas se eleven escasamente del suelo, por lo que su peso ejerce mayor resistencia al recto femoral como flexor de cadera). En todos los casos el nivel de actividad muscular es suficiente como para su empleo en el acondicionamiento físico según Souza et al.

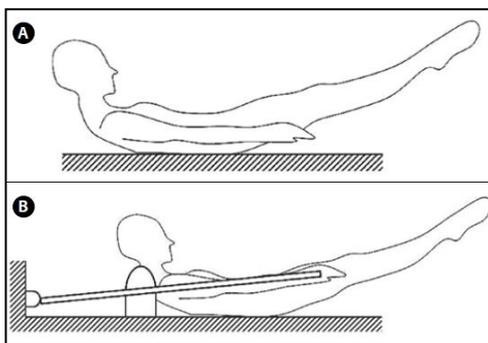


Figura 8.1. a) *the Hundred*
b) *the Hundred* en el *reformer*
(Souza et al. 2012)

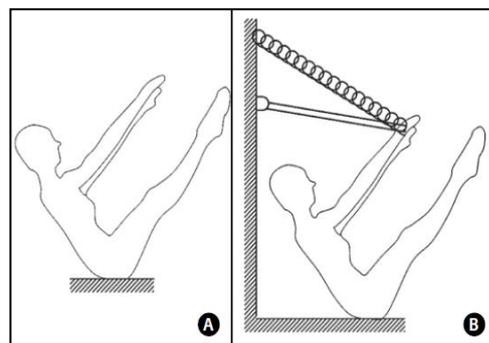


Figura 8.2. a) *the Teaser*
b) *the Teaser* en el *cadillac*

Marques et al. (2012) analizan la actividad electromiográfica de los músculos estabilizadores del tronco; oblicuo interno (OI), región lumbar del iliocostal (*iliocostalis lumborum*; IL) y el transverso espinoso (*multifidus*; MU), así como de la co-contracción antagonista (OI/IL y OI/MU) durante la realización del Principio de Centralización del Método Pilates por un total de 18 mujeres. Fueron divididas en dos grupos, esto es, un grupo control de 10



mujeres sanas y un grupo de 8 mujeres con antecedentes de lumbalgia en los 6 meses previos al registro. En su estudio señalan una mayor activación del MU, OI y cocontracción OI/MU en el grupo control, comparado con el grupo con lumbalgia.

Recientemente, Silva et al. (2013) compara mediante EMGS la actividad eléctrica de RA y OE durante la realización por 10 mujeres no practicantes de Pilates de tres ejercicios; un abdominal convencional, el *roll up* o abdominal basado en el MP con pelota de Bobath (*Fitball*) y con banda elástica. Encuentran una mayor activación muscular durante la realización del abdominal convencional al comparar los tres ejercicios. En la comparación entre los dos músculos, obtiene una mayor actividad del RA en el abdominal convencional y del OE en el *roll up* con pelota (figura 7).

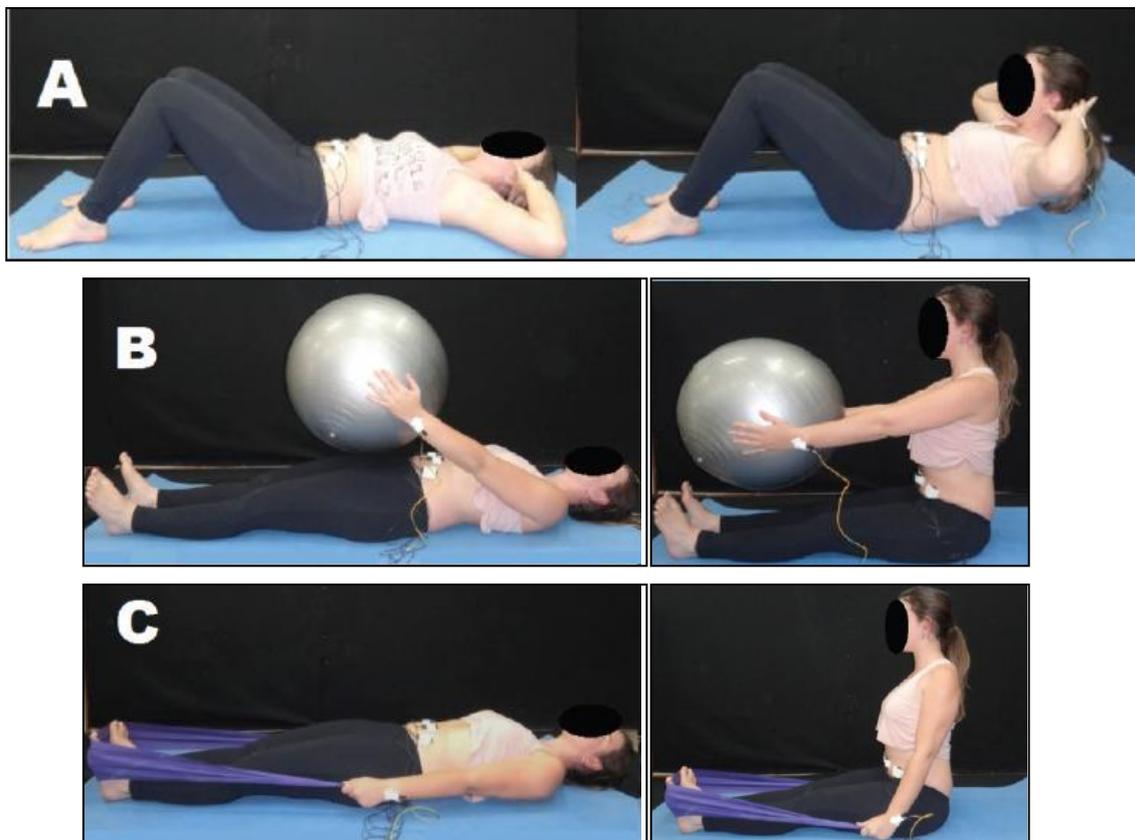


Figura 7. a) *Curl up* b) *Roll up con fitball* c) *Roll up con banda elástica* (Silva et al. 2013)

2. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Justificación e Hipótesis

El Método Pilates (MP) es una técnica de entrenamiento conjunto de la mente y el cuerpo que ha ido evolucionado desde su creación en la primera mitad del s. XX, ganando cada vez más adeptos tanto en el campo del *Fitness* como a nivel clínico. Por su carácter de ejercicio funcional, se dirige a la realización de las actividades de la vida cotidiana de la forma más eficaz, diferenciándose así de otras técnicas aplicadas en el campo del *Fitness*.

El número de ejercicios se ha ido incrementando y en su metodología ha ido cobrando importancia del centro o *core* como pieza fundamental en el movimiento. Este principio de la centralización del MP focaliza la atención en el trabajo de la musculatura abdominal.

Dentro de las técnicas de valoración de la actividad muscular, cabe destacar la electromiografía y, en especial, la consolidación de la electromiografía de superficie como uno de los medios más empleados para analizar la función muscular. Con ella podemos registrar y analizar la actividad neuromuscular de una forma no invasiva.

Por todo lo anteriormente expuesto, la hipótesis del presente trabajo es la siguiente:

La práctica continuada de ejercicios del Método Pilates puede provocar cambios electromiográficos en la musculatura abdominal y paravertebral.



2.1. Objetivos

Los objetivos planteados en este estudio son:

1. Determinar la influencia de las variables antropométricas en la actividad electromiográfica de los músculos paravertebrales y abdominales.
2. Establecer las diferencias electromiográficas asociadas a la bilateralidad en ejercicios basados en el Método Pilates que trabajan la musculatura abdominal y paravertebral.
3. Analizar las diferencias electromiográficas a nivel abdominal y paravertebral entre practicantes y no practicantes del Método Pilates.
4. Describir los cambios electromiográficos en las diferentes fases de cuatro ejercicios del Método Pilates.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. PROCEDIMIENTO GENERAL

El proyecto del presente estudio cuenta con el informe positivo de la Comisión de Ética de la Investigación de la Universidad de Murcia.

Para su realización se ha utilizado una población de mujeres activas dividida en dos grupos: uno con practicantes habituales de ejercicios del Método Pilates y otro, que actuó como grupo control, con mujeres que nunca habían realizado ejercicios de Pilates.

La actuación en ambos grupos fue la misma: recopilación de información general a partir de unas valoraciones previas, obtención de medidas antropométricas y realización de varios registros electromiográficos de superficie.

La obtención de registros electromiográficos fue estructurada en tres secciones:

- Análisis electromiográfico de la actividad muscular abdominal y paravertebral en reposo.
- Análisis electromiográfico de la contracción voluntaria máxima (CVM) de la musculatura abdominal y paravertebral.
- Análisis electromiográfico de la actividad muscular abdominal y paravertebral durante la realización de cuatro ejercicios basados en el MP.



3.1.1. VALORACIONES PREVIAS

Previamente y de forma voluntaria, la población a estudiar cumplimentó un cuestionario con la recogida de datos personales, antecedentes patológicos y antecedentes deportivos y firmó un consentimiento informado acerca de los objetivos, características y posibles molestias de las exploraciones a realizar (Anexos 1 y 2).

Así mismo, se recogieron como variables antropométricas el peso (Kg), la talla (m) y los contornos de cintura y cadera de las participantes (cm).

Los registros electromiográficos se obtuvieron de los músculos recto anterior (RA), oblicuo externo (OE), oblicuo interno (OI) y musculatura paravertebral (Lumbar) de ambos hemicuerpos. El electrodo de referencia fue colocado en la apófisis estiloides del cúbito derecho (Massó et al. 2010, Silva et al. 2013) y los electrodos activos (figura 9) lo fueron sobre el vientre muscular y en el sentido longitudinal de las fibras musculares (proyecto SENIAM 2013).

- Recto del abdomen (RA): a cuatro centímetros del orificio umbilical.
- Oblicuo externo (OE): en el punto medio de la línea vertical que une la espina ilíaca anterosuperior (EIAS) con la parrilla costal (Drysdale et al. 2004, Ekstrom, Donatelli y Carp 2007, Loss et al. 2010, Silva et al. 2013)
- Oblicuo interno (OI): sobre el centro geométrico del triángulo formado por el ligamento inguinal, el borde externo de la vaina del *rectus abdominis* y la línea imaginaria que une la espina ilíaca anterosuperior y el ombligo (Vera et al. 2005b, Urquhart et al. 2005, Escamilla et al. 2006).
- Lumbar: a un través de dedo por encima de la articulación sacroilíaca.

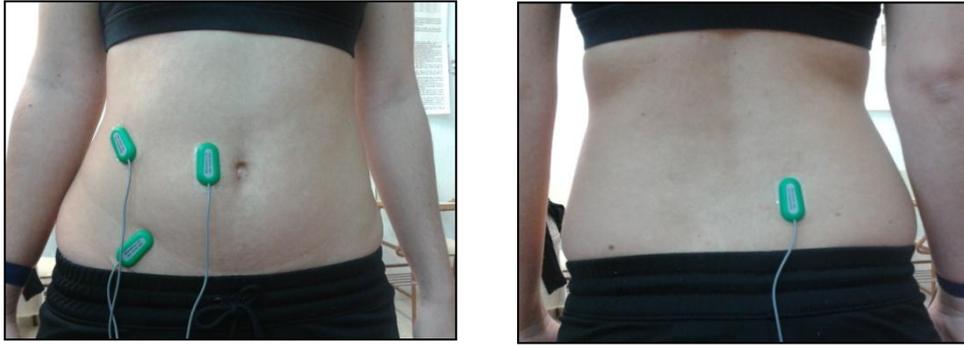


Figura 9. Colocación de los electrodos

Tras ello y antes de la ejecución de los ejercicios dispusieron de un periodo de aprendizaje y familiarización en el que se les explicó la forma, el ritmo de la ejecución y las características de cada uno de ellos.

3.1.2. ANÁLISIS ELECTROMIOGRÁFICO DE LA ACTIVIDAD MUSCULAR ABDOMINAL Y PARAVERTEBRAL EN REPOSO

Se realizó registro electromiográfico en reposo en las posiciones de bipedestación y decúbito supino durante 10 segundos respectivamente. Se solicitó a los sujetos que se abstuvieran de realizar movimiento alguno así como de hablar.



3.1.3. ANÁLISIS ELECTROMIOGRÁFICO DE LA CONTRACCIÓN VOLUNTARIA MÁXIMA DE LA MUSCULATURA ABDOMINAL Y PARAVERTEBRAL

Con el fin de obtener un registro máximo, que nos sirviera para relativizar los valores en cada uno de los ejercicios, se registró la actividad eléctrica durante la contracción voluntaria máxima (CVM) de cada uno de los grupos musculares estudiados.

Para ello se seleccionaron tres variantes de las pruebas funcionales propuestas para estos músculos por Hislop y Montgomery (1999) y Kendall, McCreary y Provance (2005):

- Flexión anterior de tronco: Para valorar el recto anterior (RA) de ambos lados.

Partiendo de decúbito supino con las manos entrelazadas por detrás de la cabeza, se solicita la flexión del tronco hasta despegar las escápulas del suelo, sin llegar a incorporarse. Para conseguir que la contracción fuera máxima, se aplicó resistencia a nivel de la cintura escapular (figura 10).

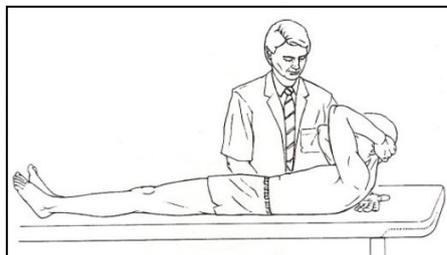


Figura 10. Valoración funcional del RA (Hislop y Montgomery 1999)

- Flexión-rotación de tronco: Para valorar el músculo oblicuo interno o menor (Om) del lado de la rotación y oblicuo externo o mayor (OM) contralateral.

Partiendo de decúbito supino con las manos entrelazadas por detrás de la cabeza se solicita la flexión-rotación de tronco llevando el hombro derecho hacia la cadera izquierda (aplicando resistencia a nivel de la articulación del hombro derecho) para evaluar el OM derecho y el Om izquierdo y viceversa (figura 11).

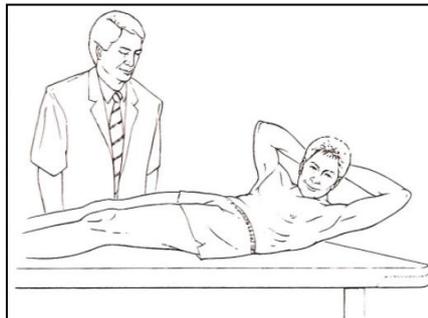


Figura 11. Valoración funcional de los músculos abdominales oblicuos (Hislop y Montgomery 1999)

- Extensión de tronco. Para valorar la musculatura Lumbar.

Desde la posición de decúbito prono con las manos entrelazadas por detrás de la cabeza, se solicita la extensión del tronco hasta el máximo rango de movimiento mientras el examinador fija los miembros inferiores a la superficie de apoyo. En este caso no se aplicó resistencia, pues la realización del mismo ya implica una contracción máxima de la musculatura lumbar (figura 12).

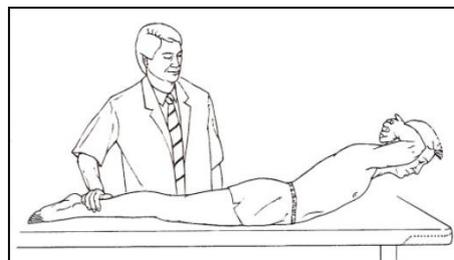


Figura 12. CVM de la musculatura Lumbar (Hislop y Montgomery 1999)



Todos los sujetos realizaron estas contracciones voluntarias máximas contrarresistencia de 5 segundos de duración mientras eran estimulados, verbalmente, de forma continua por los examinadores (Vera et al. 2005b).

Como se ha dicho, las CVM se obtuvieron con el objeto de obtener un valor de referencia con el que normalizar o relativizar la EMGS de los músculos referidos, siguiendo las sugerencias de numerosos autores (Ng et al. 2002, Drysdale et al. 2004, Petrofsky et al. 2005, Olson y Smith 2005, Silva et al. 2009, Monfort et al. 2009, Loss et al. 2010, Menacho et al. 2010, Queiroz et al. 2010, Souza et al. 2012, Bouillon et al. 2012).

3.1.4. ANÁLISIS ELECTROMIOGRÁFICO DE LA ACTIVIDAD MUSCULAR ABDOMINAL Y PARAVERTEBRAL DURANTE LA REALIZACIÓN DE CUATRO EJERCICIOS BASADOS EN EL MP

Previamente se analizaron diversos ejercicios del MP y seleccionamos para este estudio los siguientes: “el rizo de pelvis”, “el *curl up*”, “el gato” y “el diamante” (figuras 13, 14, 15 y 16 respectivamente).

Cada uno de ellos se realizó de forma continua, sin embargo, para su análisis se recurrió a la división en fases. La primera fase (fase inicial) hace referencia al estado en reposo mientras el sujeto aplica los principios del MP de respiración y centralización. La fase central o de ejecución, inmediatamente después, consistió en la realización propiamente dicha del ejercicio. La tercera fase o de retorno se corresponde con la vuelta a la posición inicial.

Todos los ejercicios se realizaron con los pies descalzos y ropa cómoda. En todos ellos se les dio la indicación de que focalizaran su atención en la contracción abdominal, es decir, en la centralización del movimiento. La metodología de los ejercicios se desarrolla a continuación:

Para la descripción y enseñanza de los ejercicios, nos basamos en las indicaciones de Carrasco-Poyatos (2013). A partir de ellas se elaboró un documento en el que se adaptó el lenguaje técnico que describe cada ejercicio y sus puntos clave, al lenguaje coloquial con el fin de facilitar su comprensión a las mujeres participantes y que dichas explicaciones fueran las mismas para todas ellas (Anexo 3).



3.1.5. DESCRIPCIÓN DE LOS EJERCICIOS DEL MÉTODO DE PILATES

EJERCICIO DEL RIZO DE PELVIS

Partiendo de la posición básica de Pilates o PBP (decúbito supino con caderas y rodillas flexionadas a 45° y miembros superiores extendidos a los lados del cuerpo), se solicita el mantenimiento de la posición durante cinco segundos al tiempo que se inhala.



Figura 13a. Ejercicio del Rizo. Fase 1. PBP

Durante los siguientes cinco segundos se solicita la retroversión pélvica, extensión de cadera y flexión de columna lumbar mientras el sujeto exhala.



Figura 13b. Ejercicio del Rizo. Posición final de la Fase 2. Retroversión pélvica

La fase final consiste en la extensión de la columna vertebral, flexión de cadera y anteversión pélvica hasta la neutralidad mientras se produce la inhalación durante otros cinco segundos.



Figura 13c. Ejercicio del Rizo. Posición final de la Fase 3. Anteversión pélvica y retorno a PBP

EJERCICIO DEL *CURL UP*

Partiendo de posición básica de Pilates (PBP) y con las manos entrelazadas por detrás de la cabeza, se solicita un periodo de cinco segundos de inhalación mientras se mantiene la posición.



Figura 14a. Ejercicio del Curl up. Fase 1. PBP con manos entrelazadas tras la cabeza

Durante los siguientes cinco segundos, pertenecientes a la fase de ejecución, se procede a la flexión de la columna vertebral sin flexión total cervical (el mentón no debe contactar con el esternón) al tiempo que el sujeto exhala.



Figura 14b. Ejercicio del Curl up. Posición final de la Fase 2. Flexión dorsal

La extensión de columna vertebral hasta llegar a la posición inicial, manteniendo la neutralidad pélvica mientras se inhala durante cinco segundos supone la fase final.



Figura 14c. Ejercicio del Curl up. Posición final de la Fase 3. Retorno a PBP



EJERCICIO DEL GATO

Partiendo de cuadrupedia se solicita mantener la posición durante siete segundos mientras se inhala.



Figura 15a. Ejercicio del Gato. Fase 1. Cuadrupedia

Durante la exhalación se persigue la flexión progresiva y ascendente de toda la columna vertebral comenzando por una retroversión pélvica. Esto dura otros siete segundos.



Figura 15b. Ejercicio del Gato. Posición final de la Fase 2. Retroversión pélvica y flexión de columna vertebral

La última fase consiste en la extensión progresiva y ascendente de toda la columna partiendo en este caso de la anteversión pélvica mientras el sujeto exhala durante siete segundos.



Figura 15c. Ejercicio del Gato. Posición final de la Fase 3. Retorno a cuadrupedia

EJERCICIO DEL DIAMANTE

Partiendo de decúbito prono con las manos apoyadas en el suelo y su dorso en contacto con la frente, se solicita inhalar y mantener la posición durante cinco segundos.



Figura 16a. Ejercicio del Diamante. Fase1. Decúbito prono con manos bajo la frente

A continuación se extiende la columna dorsal (pero no la cervical) sin bascular la pelvis mientras se exhala durante cinco segundos más.



Figura 16b. Ejercicio del Diamante. Posición final de la Fase 2. Extensión de tronco

El ejercicio termina con el retorno a la posición inicial mientras se inhala durante los cinco últimos segundos.



Figura 16c. Ejercicio del Diamante. Posición final de la Fase 3. Retorno a posición inicial



3.2. MATERIAL

3.2.1. POBLACIÓN

En el estudio participaron 58 mujeres voluntarias sanas separadas en dos grupos; Grupo Pilates (GP) y Grupo Control (GC). El grupo Pilates se obtuvo a partir de las asistentes habituales al Centro Deportivo La Flota de Murcia y el grupo control se obtuvo de las asistentes al Centro de la Mujer Barrio Distrito Centro de Murcia.

Planteamos como criterios de exclusión el padecimiento de enfermedades neuromusculares, lumbalgias recientes y otras patologías del raquis. Del mismo modo, se excluyeron del estudio todos aquellos sujetos sometidos a cirugía abdominal y/o raquídea previa y a las embarazadas, ya que estas circunstancias alteran la anatomía de la pared abdominal.

Como ya se dijo, a todas ellas se les explicó los fines del trabajo y su metodología obteniéndose el correspondiente consentimiento informado. Ninguna de las participantes abandonó el estudio una vez iniciado, de todas ellas se pudo obtener toda la información requerida y se pudieron realizar todos los ejercicios previstos, siendo el grado de cumplimentación del 100%.

3.2.2. MATERIAL ANTROPOMÉTRICO

3.2.2.1. BÁSCULA

Empleamos la báscula con 100 g de precisión mostrada en la figura 17 (SECA[®], Alemania) para establecer el peso corporal de los sujetos.



Figura 17. Báscula de precisión SECA

3.2.2.2. TALLÍMETRO

Empleamos el tallímetro de 1 mm de precisión mostrado en la figura 18 (SECA[®], Alemania) para determinar la altura de las participantes.



Figura 18. Tallímetro de precisión SECA

3.2.2.3. CINTA MÉTRICA

Utilizamos una cinta métrica flexible pero inextensible de 1 mm de precisión (HOLTAIN[®], Reino Unido) para tomar los perímetros tanto de la cintura como de la cadera y posteriormente calcular en Índice cintura/cadera (C/C). La mostramos en la figura 19.



Figura 19. Cinta Métrica Holtain



3.2.3. MATERIAL ELECTROMIOGRÁFICO

3.2.3.1. ELECTRODOS

Empleamos electrodos activos bipolares con una distancia interelectrodo de dos centímetros (modelo SX230) con las cintas adhesivas de doble cara hipoalergénicas (modelo T350). El electrodo de referencia empleado fue el modelo R506 (Biometrics[®], Reino Unido). Todos ellos se ven en la figura 20.

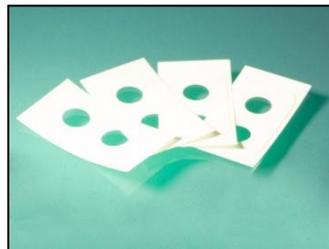
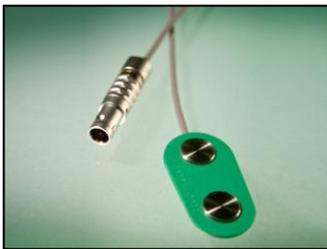


Figura 20. Electrodo activo, cinta adhesiva de doble cara y electrodo de referencia

Previo a la colocación de los electrodos activos y en concordancia con la recomendaciones del proyecto SENIAM, se eliminaron las cremas y restos de sudor que hubiera en la piel a fin de reducir la impedancia de la interfase electrodo-piel (Cavalcanti y Vieira 2011, Vera et al. 2005a).

3.2.3.2. ELECTROMIÓGRAFO DE SUPERFICIE

Para el registro electromiográfico empleamos el sistema portátil PS850 (Biometrics[®], Reino Unido) que incluye el electromiógrafo de superficie DataLOG MWX8 (Figura 21). Se trata de un microordenador portátil de 8 canales con una conversión analógica/digital (A/D) de 13 bit, un *Common-Mode Rejection Ratio* (CMRR) de 110 dB y un filtro de banda de 8–500 Hz. La frecuencia de muestreo se programó a 1.000 Hz. La señal fue transferida a un ordenador vía *bluetooth* para su almacenaje y posterior análisis.

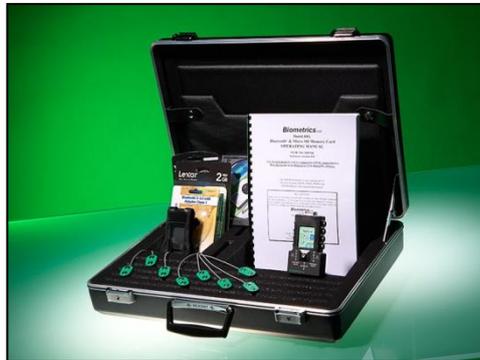


Figura 21. Electromiógrafo de superficie DataLog MWX8 de Biometrics[®]



3.3. REGISTRO ELECTROMIOGRÁFICO

Previamente a la colocación de los electrodos activos, se marcaron las referencias anatómicas y los puntos de colocación de los mismos y se situó el electrodo de referencia según lo indicado en el apartado de valoraciones previas.

Los electrodos activos con su preamplificador fueron colocados en los puntos indicados anteriormente de los músculos recto anterior (RA), oblicuo mayor (OM), oblicuo menor (Om) y Lumbares (L) de ambos lados. Se fijaron en posición longitudinal a las fibras musculares utilizando la cinta adhesiva de doble cara.

La información de todos los preamplificadores se dirigió al sistema de adquisición de datos DataLOG (MWX8) que actuó como interfaz con el ordenador. La señal se transmitió vía *bluetooth* y se almacenó para su análisis con el *DataLog PC Software* (Versión 8.0) de Biometrics®.

Todas las fases de los ejercicios duraron cinco segundos, excepto las correspondientes al gato que fueron de siete segundos. El explorador que manejaba el electromiógrafo contaba en voz alta el tiempo ayudado por el cronómetro que incluye el programa DataLOG. Otro explorador daba las instrucciones a las participantes y controlaba que la ejecución fuera correcta.

3.4 ANÁLISIS DE LA SEÑAL ELECTROMIOGRÁFICA

Para el análisis de amplitud se utilizó un filtro constante de media cuadrática o RMS (*Root Mean Square*) de 100 ms y para filtrar las frecuencias se usó el filtro de 64 Hz.

Los ejercicios se dividieron en tres fases:

F1: Fase inicial del ejercicio; reposo

F2: Fase de ejecución del ejercicio; ejecución

F3: Fase final del ejercicio; retorno a la posición inicial

De cada una de ellas se obtuvo el pico de amplitud máxima durante la fase y la amplitud media en el tiempo analizado, descartando las partes inicial y final de cada registro de señales con el fin de evitar interferencias en su análisis.

Dichas amplitudes se expresaron en milivoltios (mV) y fueron normalizadas con el valor de la contracción voluntaria máxima (CVM) expresándose como porcentaje de CVM (%CVM) para cada ejercicio, músculo y fase.

3.5 MÉTODO ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó mediante el paquete SPSS 19.0 para Windows (SPSS® Inc., Chicago, IL), a partir de los datos introducidos mediante la hoja de cálculo EXCEL, empleando como unidades de actividad muscular los milivoltios (mV).

Previamente a la realización de los estudios se comprobó la normalidad de los valores mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.



En las variables que seguían una distribución normal se emplearon pruebas paramétricas para su análisis.

Se ha realizado la descripción de cada variable cualitativa con la distribución de frecuencias y el cálculo de los parámetros característicos. En las variables cuantitativas se determinaron la media, desviación típica y el rango (valores máximos y mínimos). También se determina el coeficiente de variación (CV) de cada variable mediante la ecuación $CV = \text{desviación típica} / \text{media} \times 100$.

Para comparar los valores bilaterales medios obtenidos se realizó una prueba T de Student para datos pareados. Para las comparaciones intergrupo se realizó una prueba T de Student para muestras independientes. El grado de relación entre variables cualitativas se realizó mediante el coeficiente de correlación de *Pearson* (r). La relación entre variables cuantitativas se estudió mediante correlación lineal simple. El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0.05$, $p < 0.01$ y $p < 0.001$.

4. RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1. POBLACIÓN

Este estudio se realizó sobre una población de 58 mujeres sanas, físicamente activas, divididas en dos grupos: 34 practicantes del Método Pilates (grupo pilates: GP) y 24 no practicantes (grupo control: GC) como muestra la figura 22.

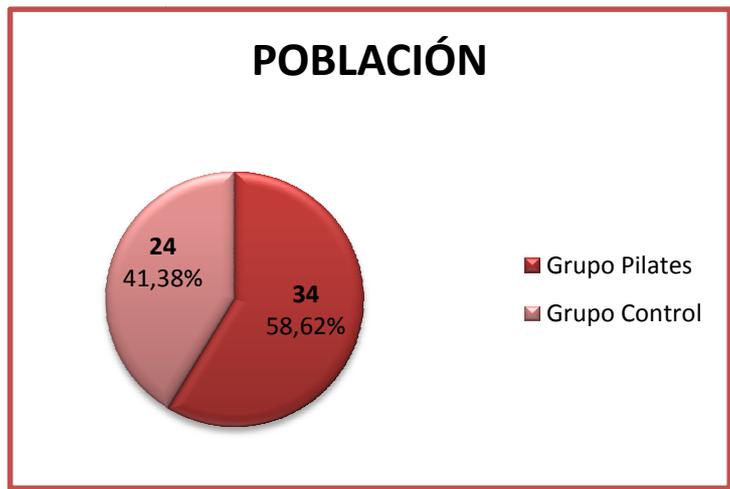


Figura 22. Población. Distribución por grupos

En la tabla 1 mostramos los valores medios, desviación típica y rango de edad, peso, talla, índice de masa corporal (IMC), perímetro de la cintura, perímetro de la cadera e índice cintura/cadera (C/C) de las mujeres participantes. Presentamos también los valores medios por grupo de cada variable en la figura 23 donde se puede apreciar la similitud de la población.



Tabla 1. Descripción de la edad, peso, talla, Índice masa corporal (IMC), perímetro cintura, perímetro cadera, Índice cintura/cadera (C/C)

Grupo	Variable antropométrica	Media	D.E.	CV%	Mín.	Máx.
Grupo Pilates (n=34)	Edad (años)	46.68	7.46	15.99	34	67
	Peso (Kg)	59.90	7.05	11.87	48.80	73.00
	Talla (cm)	162.70	6.23	3.83	150.95	178.00
	IMC (Kg/m ²)	22.65	2.62	11.57	17.89	28.60
	Perímetro cintura (cm)	75.02	7.22	9.62	62.60	93.00
	Perímetro cadera (cm)	94.19	6.98	7.41	83.80	111.20
	Índice Cintura/Cadera	0.80	0.04	5.35	0.72	0.90
Grupo Control (n=24)	Edad (años)	50.75	11.12	21.91	30	62
	Peso (Kg)	61.58	9.62	15.62	45.30	77.20
	Talla (cm)	161.85	6.21	3.84	150.70	172.60
	IMC (Kg/m ²)	23.55	3.90	16.56	18.50	33.51
	Perímetro cintura (cm)	75.81	8.30	10.95	65.00	96.90
	Perímetro cadera (cm)	92.68	9.61	10.37	79.00	112.00
	Índice Cintura/Cadera	0.82	0.04	5.07	0.74	0.87

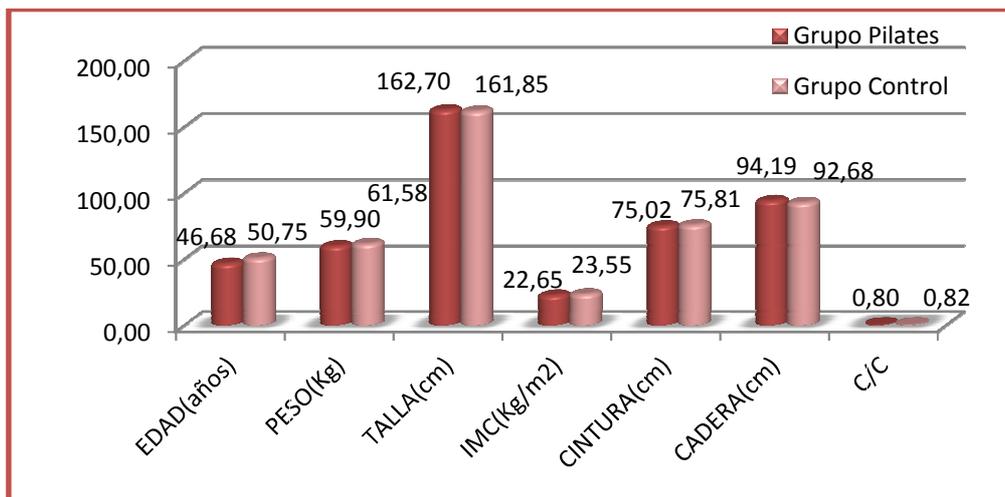


Figura 23. Valores medios poblacionales por grupos

La edad de la población oscilaba entre 30 y 67 años no apreciándose diferencias significativas entre los grupos.

Las voluntarias del grupo Control tenían un rango de peso más amplio que las del grupo Pilates, sin embargo los pesos medios de ambos grupos no fueron significativamente diferentes, a pesar de ser ligeramente superior el del GC. Tampoco fueron significativas las diferencias observadas en la talla de las voluntarias.

En la tabla 2 mostramos la clasificación según el Índice de masa corporal (IMC) por grupos. La mayoría de nuestra población presentaba normopeso. Sin embargo, dos de las 58 mujeres presentaban un IMC superior a 30Kg/m², considerado indicativo de obesidad (OMS 1997), y ambas pertenecían al grupo Control.

Tabla 2. Distribución del IMC por grupos

Grupo	IMC	Frecuencia	Porcentaje
Grupo Pilates (n=34)	Infrapeso (<18.5)	1	2.94%
	Normopeso (18.5-24.99)	27	79.41%
	Sobrepeso (≥25)	6	17.65%
	Obesidad	0	0%
Grupo Control (n=24)	Infrapeso (<18.5)	2	8.33%
	Normopeso (18.5-24.99)	14	58.34%
	Sobrepeso (≥25)	6	25.00%
	Obesidad	2	8.33%

En la tabla 3 se muestra, en primer lugar, la clasificación de la población en función del perímetro de la cintura según las directrices de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO 2000) y, a continuación, la clasificación según el Índice cintura/cadera (C/C) siguiendo los criterios de la OMS.

Al considerar la medida del contorno de la cintura, vemos que más del 80% de la población en ambos grupos está dentro de los valores de la normalidad establecidos para la población española por la SEEDO. No obstante el porcentaje de sujetos en situación de riesgo metabólico aumentado o muy aumentado es superior en el GC.

En lo referente al C/C, las cifras menos saludables por su implicación en el aumento del riesgo metabólico (OMS 1997) los presenta el GC, con un



índice medio de 0,82 frente al 0,80 del GP. Se observa, al igual que en las figuras 24 y 25, la mayor parte de nuestra población tiene un C/C dentro de la normalidad. Sin embargo, el grupo Control, a pesar de presentar mejores cifras con respecto al perímetro de la cintura, muestra un porcentaje de obesas (25,00%) superior al del grupo Pilates (8,82%) al considerar el índice C/C.

Estos valores referentes al perímetro de la cintura también se muestran en las figuras 24 y 25.

Tabla 3. Distribución del perímetro de la cintura, perímetro de la cadera y del índice C/C por grupos

Grupo	Variable	Cifras en mujeres	Frecuencia	Porcentaje
Grupo Pilates (n=34)	Perímetro cintura (cm)	Normal ≤ 82 cm	29	85,29%
		Riesgo metabólico aumentado (>82 cm)	3	8,82%
		Riesgo metabólico muy aumentado (>90 cm)	2	5,88%
	Índice C/C	Normal (<0.85)	31	91,18%
		Obesidad (≥ 0.85)	3	8,82%
Grupo Control I (n=24)	Perímetro cintura (cm)	Normal <82 cm	20	83,34%
		Riesgo metabólico aumentado (>82 cm)	2	8,33%
		Riesgo metabólico muy aumentado (>90 cm)	2	8,33%
	Índice C/C	Normal (<0.85)	18	75,00%
		Obesidad (≥ 0.85)	6	25,00%

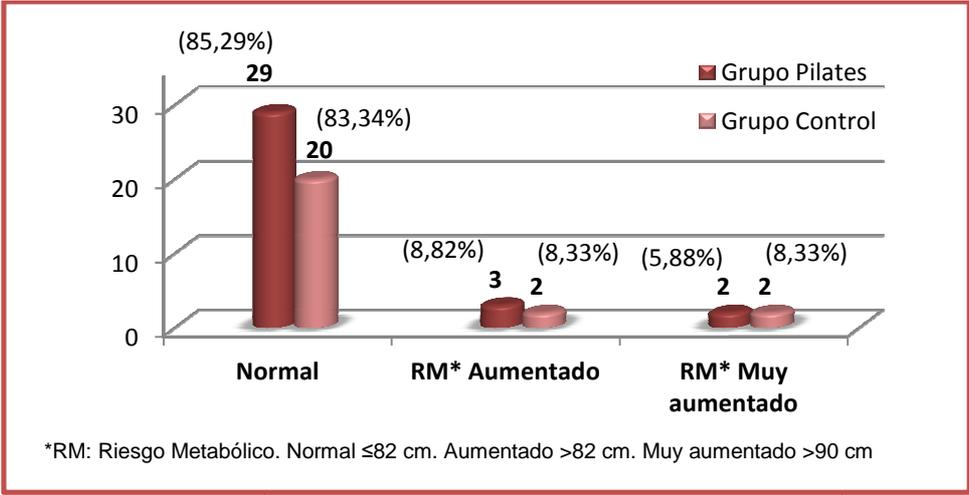


Figura 24. Perímetro de la cintura según la SEEDO. Clasificación por grupos

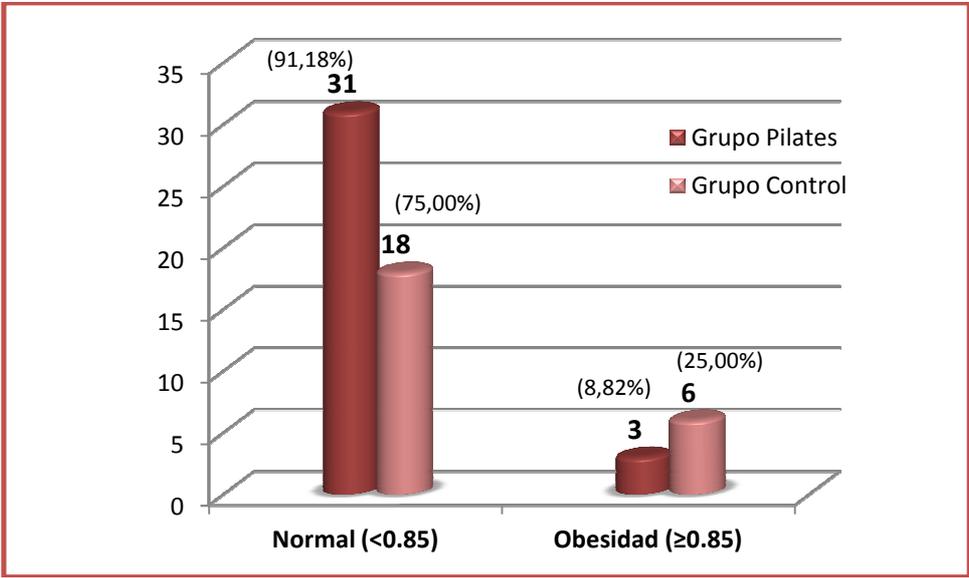


Figura 25. Índice C/C según la OMS. Clasificación por grupos

Podemos señalar que los valores antropométricos menos saludables pertenecen al Grupo Control, aunque las diferencias observadas entre ambos grupos no son estadísticamente significativas.



4.2. CONTRACCIÓN VOLUNTARIA MÁXIMA

Para cada grupo muscular se planteó un ejercicio en el que se solicitaba a las voluntarias un esfuerzo máximo de la musculatura implicada y se recogía la actividad eléctrica durante diez segundos de los que posteriormente se seleccionaban cinco carentes de artefactos para su análisis estadístico. Ello daba lugar al registro electromiográfico en bruto (figuras 26a, 27a y 28a), al que se le aplicaba el filtro RMS (*root mean square* o media cuadrática) para obtener el registro corregido (figuras 26b, 27b y 28b).

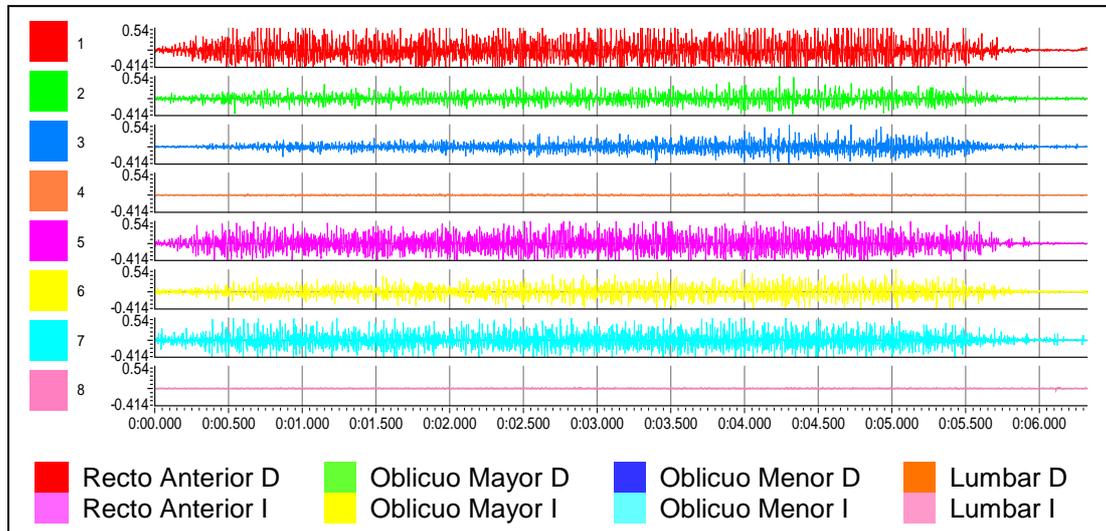
La figura 26 muestra los registros electromiográficos tipo de las contracciones voluntarias máximas (CVM) de los músculos rectos anteriores (canales 1 y 5), la figura 27 los de los oblicuos mayores (canales 2 y 6) y menores contralaterales (canales 3 y 7) y en la figura 28 presentamos los registros tipo de la CVM de la musculatura lumbar (canales 4 y 8).

Los registros de las CVM se obtuvieron al realizar los ejercicios contrarresistencia de flexión, flexión-rotación y extensión de tronco mostrados en las figuras 10, 11 y 12 respectivamente.

Se observa (figura 26) la participación de toda la musculatura abdominal, sobre todo la del RA (canales 1 y 5), en el patrón de activación tipo para la CVM del RA, mientras la actividad lumbar es nula (canales 4 y 8).



a) Registro tipo de la señal cruda



b) Registro tipo de la señal con filtro RMS

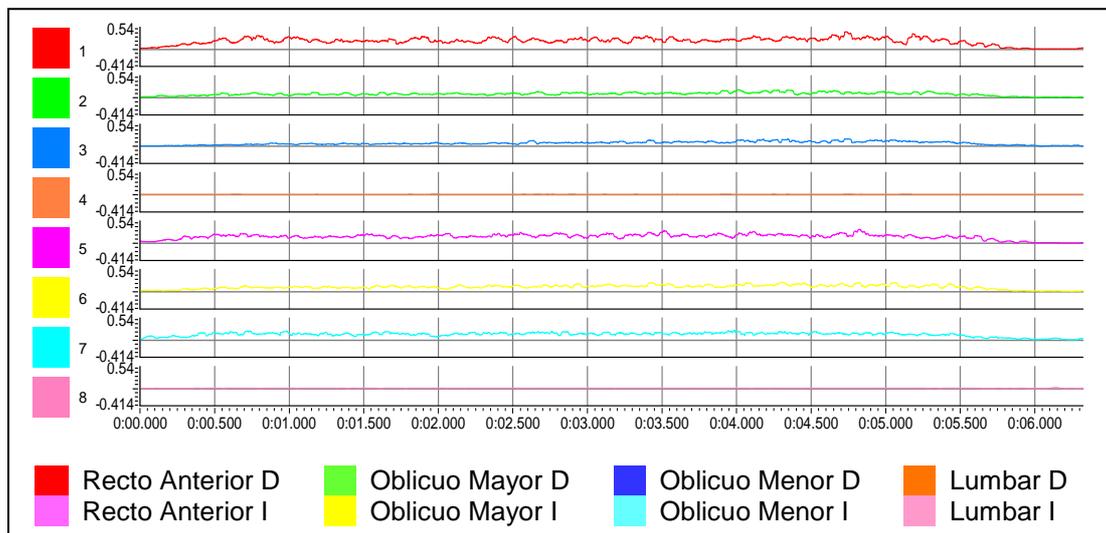


Figura 26. CVM del músculo Recto Anterior a) Señal Cruda b) Señal filtrada

En el ejercicio de flexión-rotación contrarresistencia (figura 27) mostramos el patrón tipo con rotación del tronco hacia el lado izquierdo. En él vemos cómo ambos rectos anteriores participan con la misma intensidad (canales 1 y 5). Sin embargo en el lado derecho, contralateral al sentido de la rotación, participa más el OE (canal 2), mientras que en el lado izquierdo, homolateral al sentido de la rotación, la activación del OI es mayor (canal 7). Vemos también que la actividad lumbar está muy reducida en comparación.

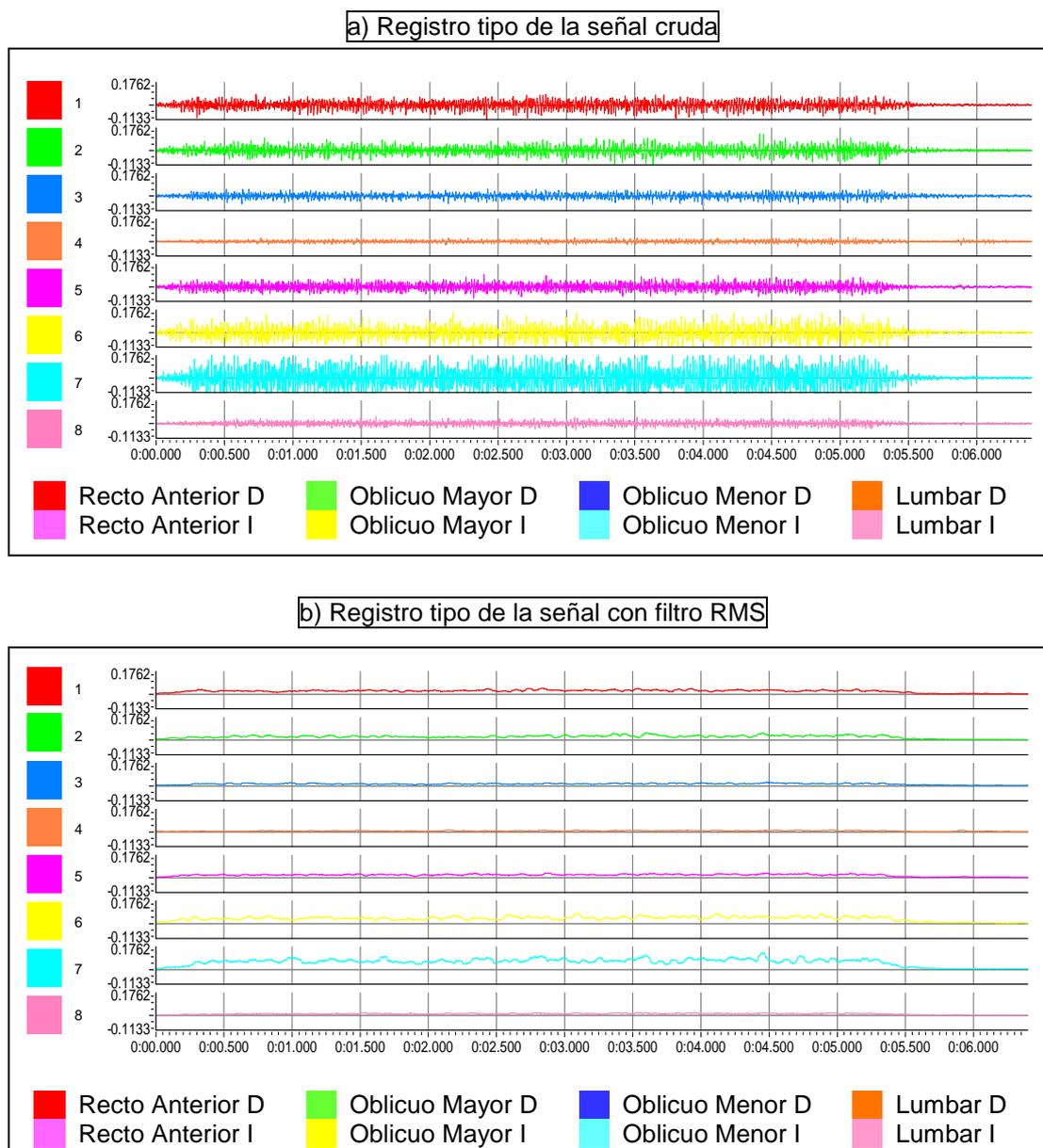
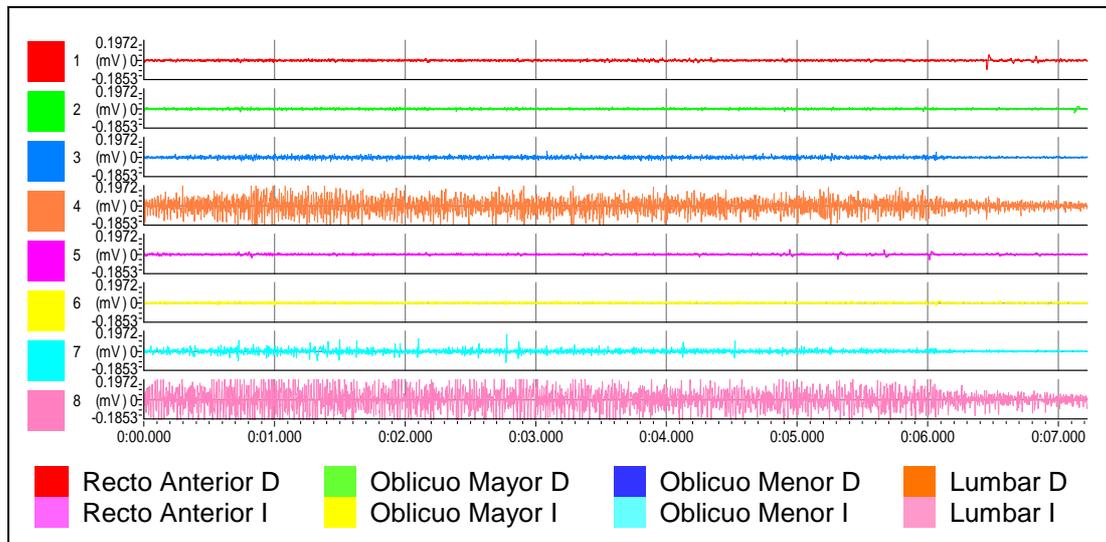


Figura 27. CVM de los músculos OMD y Oml a) Señal cruda b) Señal filtrada



En el trazado tipo obtenido en el ejercicio de extensión de tronco (figura 28) podemos ver cómo la actividad lumbar (canales 4 y 8) supera ampliamente la de la musculatura abdominal.

a) Registro tipo de la señal cruda



b) Registro tipo de la señal con filtro RMS

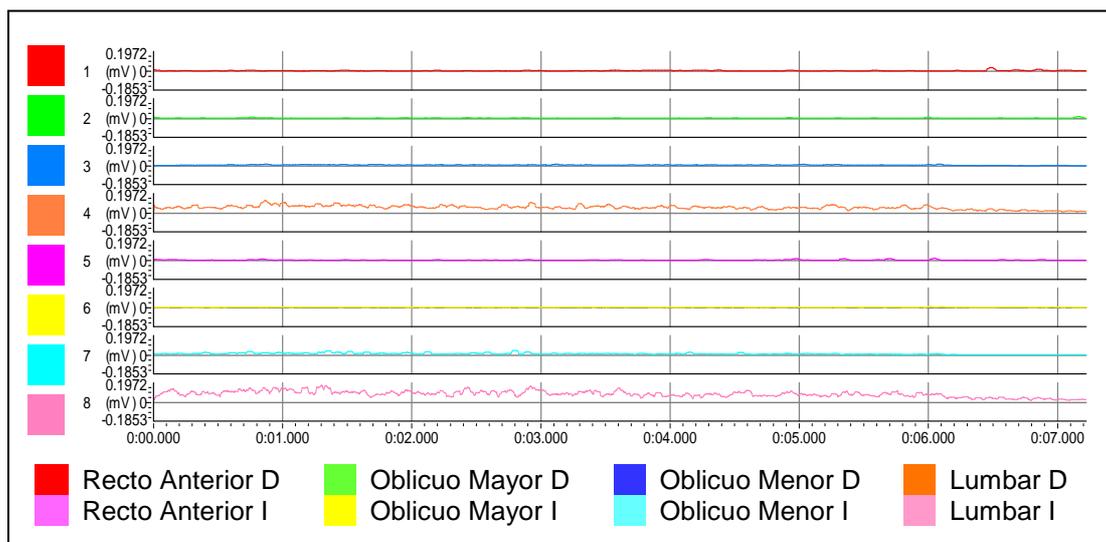


Figura 28. CVM de los músculos Lumbares a) Señal cruda b) Señal filtrada

Mostramos los valores electromiográficos en mV obtenidos en cada una de las CVM separados por grupo y por músculo (tabla 4 y figura 29). En ella se muestran su media, desviación típica y rango junto a su coeficiente de variación (CV).

Destaca que la actividad eléctrica en CVM es del orden de décimas de milivoltio cuando en reposo era del orden de microvoltios. Observamos que el grupo Pilates (GP) presenta valores de actividad media durante la CVM mayores, sobre todo a nivel lumbar, que los del grupo Control (GC) en el que destaca el oblicuo mayor (. Así mismo, vemos una considerable heterogeneidad de los datos, con casi todos los CV por encima del 60%.

Al comparar cada músculo con su homónimo contralateral no encontramos diferencias significativas en ninguno de los dos grupos y los coeficientes de correlación son superiores a 0,8 en todos los pares ($p < 0,001$).

Tabla 4. Valores de la Contracción Voluntaria Máxima (mV)

GRUPO	Músculo	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RD	0,2011 ± 0,1443	71,75	0,0382 - 0,5647
	OMD	0,1553 ± 0,1023	65,89	0,0262 - 0,4440
	OmD	0,2037 ± 0,1510	74,12	0,0382 - 0,7000
	LD	0,2291 ± 0,1010	44,10	0,0675 - 0,4740
	RI	0,2119 ± 0,1809	85,36	0,0315 - 0,6795
	OMI	0,1654 ± 0,1073	64,85	0,0225 - 0,4387
	Oml	0,2167 ± 0,1951	90,04	0,0285 - 0,7702
	LI	0,2385 ± 0,1159	48,61	0,0577 - 0,5062
Grupo Control (n=24)	RD	0,1592 ± 0,1924	72,88	0,0300 - 0,6500
	OMD	0,1883 ± 0,1506	79,99	0,0400 - 0,5300
	OmD	0,1783 ± 0,1736	97,34	0,0400 - 0,7100
	LD	0,1775 ± 0,1222	68,82	0,0400 - 0,4000
	RI	0,1750 ± 0,1271	72,61	0,0300 - 0,4200
	OMI	0,1892 ± 0,1680	88,80	0,0300 - 0,6000
	Oml	0,1850 ± 0,1571	84,90	0,0200 - 0,6500
	LI	0,1700 ± 0,1241	72,98	0,0300 - 0,4600

RD: Recto anterior Derecho OMD: Oblicuo Mayor Derecho OmD: Oblicuo menor Derecho LD: Lumbar Derecho RI: Recto anterior Izquierdo OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo Oml: Oblicuo menor Izquierdo LI: Lumbar Izquierdo

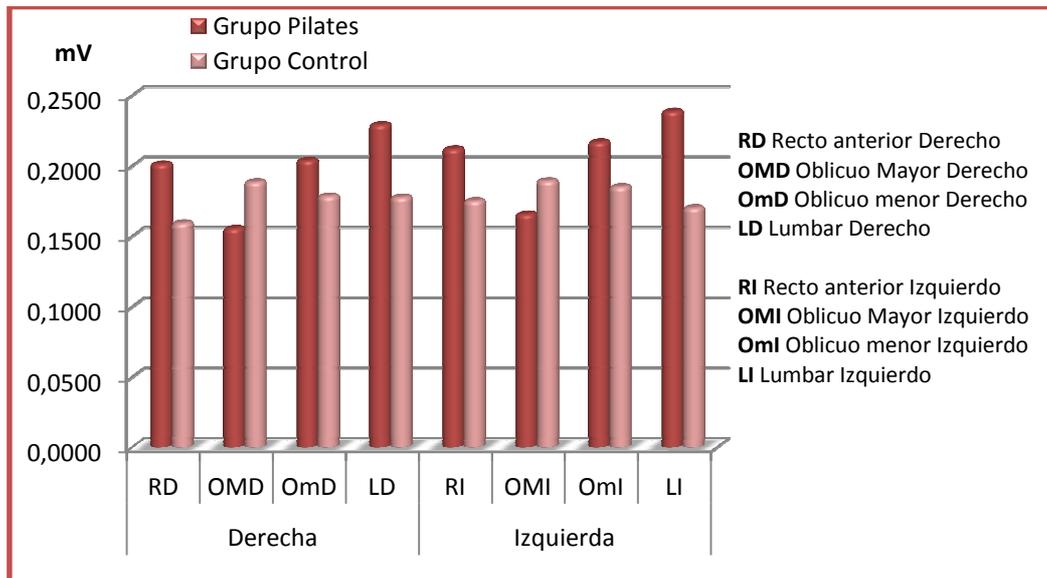


Figura 29. Contracción Voluntaria Máxima. Valores medios por grupo y músculo

Al analizar la correlación entre los valores de CVM de cada músculo y los de los otros siete estudiados encontramos lo mostrado en las tablas 5 y 6, en las que se destacan en gris las correlaciones estadísticamente significativas y superiores a 0,6.

En el GP encontramos un coeficiente de correlación elevado ($>0,6$) entre los rectos anteriores (RA) y músculos oblicuos homolaterales, tanto mayor como menor. Al comparar músculos contralaterales encontramos que los valores de los oblicuos mayores y menores de un lado, se correlacionan con los de los oblicuos menores y mayores del otro lado, respectivamente. También es estadísticamente significativa la correlación entre los valores de los músculos lumbares derechos y los de los izquierdos, sin embargo, no existe correlación entre la actividad muscular abdominal y lumbar.

Tabla 5. Correlación entre los valores de CVM por músculo del Grupo Pilates

Grupo Pilates (n=34)	RD							
Correlación de Pearson	0,642	OMD						
Sig. (bilateral)	0,000							
Correlación de Pearson	0,667	0,546	OmD					
Sig. (bilateral)	0,000	0,001						
Correlación de Pearson	0,230	0,233	0,547	LD				
Sig. (bilateral)	0,190	0,184	0,001					
Correlación de Pearson	0,896	0,575	0,597	0,231	RI			
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,188				
Correlación de Pearson	0,768	0,682	0,734	0,343	0,641	OMI		
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,047	0,000			
Correlación de Pearson	0,668	0,712	0,837	0,395	0,623	0,685	Oml	
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,021	0,000	0,000		
Correlación de Pearson	0,426	0,284	0,597	0,825	0,324	0,497	0,465	LI
Sig. (bilateral)	0,012	0,104	0,000	0,000	0,062	0,003	0,006	

Se destacan en gris las correlaciones superiores a 0,6 estadísticamente significativas (p<0.001)

Mientras, en el GC, las cifras del recto anterior derecho (RD) sólo se correlacionan con los del recto anterior izquierdo (RI), que sí presenta una elevada correlación con los músculos lumbares (cosa que no ocurre en el GP).

En este grupo destaca también el hecho de que los valores de la musculatura lumbar sí se correlacionan con los de los rectos anteriores contralaterales, excluyendo el oblicuo menor (Om).

Cabe señalar que en ambos grupos se observa una correlación más elevada entre la actividad muscular de los músculos del lado izquierdo que en la de los del lado derecho.



Tabla 6. Correlación entre los valores de CVM por músculo del Grupo Control

Grupo Control (n=24)	RD							
Correlación de Pearson	0,325	OMD						
Sig. (bilateral)	0,122							
Correlación de Pearson	0,150	0,843	OmD					
Sig. (bilateral)	0,483	0,000						
Correlación de Pearson	0,562	0,606*	0,330	LD				
Sig. (bilateral)	0,004	0,002	0,115					
Correlación de Pearson	0,682	0,763	0,413	0,852	RI			
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,045	0,000				
Correlación de Pearson	0,278	0,976	0,898	0,601	0,690	OMI		
Sig. (bilateral)	0,189	0,000	0,000	0,002	0,000			
Correlación de Pearson	0,165	0,830	0,917	0,399	0,472	0,834	Oml	
Sig. (bilateral)	0,442	0,000	0,000	0,054	0,020	0,000		
Correlación de Pearson	0,389	0,564	0,231	0,935	0,785	0,527	0,306	LI
Sig. (bilateral)	0,060	0,004	0,278	0,000	0,000	0,008	0,146	

Se destacan en gris las correlaciones superiores a 0,6 estadísticamente significativas ($p < 0,001$) (* $p < 0,01$)

En las tablas 7 y 8 marcamos, si las hay, las correlaciones significativas (Pearson $> 0,6$) entre la señal EMGS en CVM y las variables antropométricas.

En ellas observamos que la edad, talla e índice C/C no guardan correlación con la intensidad de la señal registrada por EMGS.

Sin embargo, en el GP observamos una tendencia hacia una correlación negativa entre peso, IMC o contorno de cadera con la señal electromiográfica.

Por su parte, en el GC sí se encuentra una correlación negativa ($p < 0,001$ ó $< 0,01$), más acusada en la musculatura lumbar, al comparar la señal con las variables peso, IMC, perímetro de la cintura y perímetro de la cadera. Es decir, cuando mayor sea el peso, el IMC, el contorno de la cintura, el de la cadera y/o el índice C/C, menor será la activación de la musculatura.

Por último, al analizar las diferencias halladas entre los dos grupos, sólo fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en la musculatura lumbar.

Tabla 7. Comparación entre variables antropométricas y señal electromiográfica en CVM. Grupo Pilates

Grupo Pilates			MÚSCULO							
			RD	OMD	OmD	LD	RI	OMI	Oml	LI
VARIABLE ANTROPOMÉTRICA	Edad	Pearson	-0,314	-0,251	-0,318	-0,452	-0,239	-0,453	-0,196	-0,438
		Sig.	0,071	0,153	0,067	0,007	0,174	0,007	0,267	0,010
	Peso	Pearson	-0,367	-0,262	-0,477	-0,433	-0,374	-0,479	-0,455	-0,487
		Sig.	0,033	0,134	0,004	0,010	0,029	0,004	0,007	0,003
	Talla	Pearson	0,053	0,177	-0,047	-0,002	0,077	0,000	0,127	-0,055
		Sig.	0,765	0,317	0,792	0,990	0,664	0,999	0,473	0,757
	IMC	Pearson	-0,406	-0,382	-0,454	-0,455	-0,422	-0,491	-0,542	-0,478
		Sig.	0,017	0,026	0,007	0,007	0,013	0,003	0,001	0,004
	Cintura	Pearson	-0,576	-0,490	-0,551	-0,426	-0,575	-0,597	-0,537	-0,478
		Sig.	0,000	0,003	0,001	0,012	0,000	0,000	0,001	0,004
	Cadera	Pearson	-0,463	-0,399	-0,523	-0,445	-0,439	-0,569	-0,514	-0,518
		Sig.	0,006	0,019	0,001	0,008	0,009	0,000	0,002	0,002
	C/C	Pearson	-0,423	-0,308	-0,279	-0,149	-0,450	-0,284	-0,264	-0,144
		Sig.	0,013	0,076	0,110	0,401	0,008	0,104	0,132	0,417

Tabla 8. Comparación entre variables antropométricas y señal electromiográfica en CVM. Grupo Control

Grupo Control			MÚSCULO							
			RD	OMD	OmD	LD	RI	OMI	Oml	LI
VARIABLE ANTROPOMÉTRICA	Edad	Pearson	0,047	-0,124	-0,396	-0,120	0,046	-0,194	-0,467	-0,061
		Sig.	0,826	0,563	0,055	0,578	0,832	0,364	0,021	0,779
	Peso	Pearson	-0,367	-0,630*	-0,461	-0,791	-0,740	-0,673	-0,372	-0,706
		Sig.	0,077	0,001	0,023	0,000	0,000	0,000	0,073	0,000
	Talla	Pearson	0,063	-0,367	-0,145	-0,156	-0,397	-0,284	-0,243	-0,103
		Sig.	0,769	0,077	0,498	0,466	0,054	0,179	0,253	0,631
	IMC	Pearson	-0,355	-0,433	-0,382	-0,705	-0,512	-0,525	-0,236	-0,655*
		Sig.	0,088	0,035	0,065	0,000	0,011	0,008	0,267	0,001
	Cintura	Pearson	-0,412	-0,506	-0,443	-0,732	-0,548	-0,604	-0,295	-0,629*
		Sig.	0,046	0,012	0,030	0,000	0,006	0,002	0,161	0,001
	Cadera	Pearson	-0,349	-0,539	-0,503	-0,777	-0,621*	-0,624*	-0,437	-0,665
		Sig.	0,095	0,007	0,012	0,000	0,001	0,001	0,033	0,000
	C/C	Pearson	-0,215	0,047	0,114	0,009	0,083	0,015	0,274	0,020
		Sig.	0,313	0,828	0,595	0,965	0,701	0,945	0,196	0,925

Se destacan en gris las correlaciones superiores a 0,6 estadísticamente significativas (p<0,001)(*p<0,01)



4.3. ACTIVIDAD ELÉCTRICA EN REPOSO

Para determinar la actividad eléctrica de los músculos estudiados en reposo se registró dicha actividad tanto en bipedestación como en decúbito supino.

4.3.1. ACTIVIDAD ELÉCTRICA EN BIPEDESTACIÓN

Solicitamos a cada voluntaria que permaneciera en bipedestación sin moverse ni hablar durante 10 segundos. Ello daba lugar al registro electromiográfico en bruto al que, al igual que en caso de la CVM y el resto de registros de este estudio, se le aplicaba el filtro RMS (*root mean square* o media cuadrática) para obtener las medidas corregidas. Del registro electromiográfico obtenido se seleccionaron 5 segundos para su análisis estadístico.

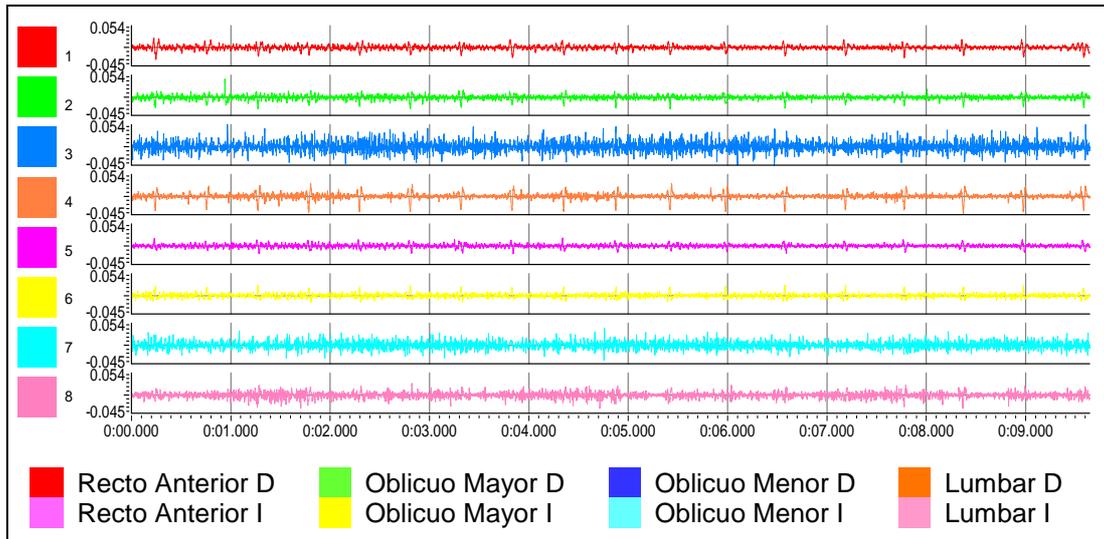
Presentamos a continuación el registro electromiográfico tipo del GP durante la bipedestación (se da en el 75% de las voluntarias del GP y en el 40% de las del GC) y el del GC. Mostramos, en primer lugar, un registro de la señal bruta (figura 30) en ambos grupos y a continuación otro de la señal obtenida tras aplicar el filtrado con RMS (figura 31), también en ambos grupos. Seguiremos este esquema para la presentación de los resultados a lo largo del presente estudio.

El análisis visual de los trazados muestra más facilidad de interpretación en las gráficas de la señal bruta que en las filtradas. Se observa que en el registro tipo del GP aparece una activación del oblicuo interno o menor (canales 3 y 7) durante la bipedestación, similar a la de los músculos oblicuos mayores y lumbares pero superándola en el 60% de los registros estudiados en este grupo. Por el contrario, en el GC podemos apreciar que este patrón de



activación de los músculos oblicuos menores (Om) también ocurre, pero supera a la del resto de músculos implicados en un porcentaje menor de casos (50%). En ambos grupos se aprecia la escasa participación del recto anterior y la musculatura lumbar en el mantenimiento de esta posición.

a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

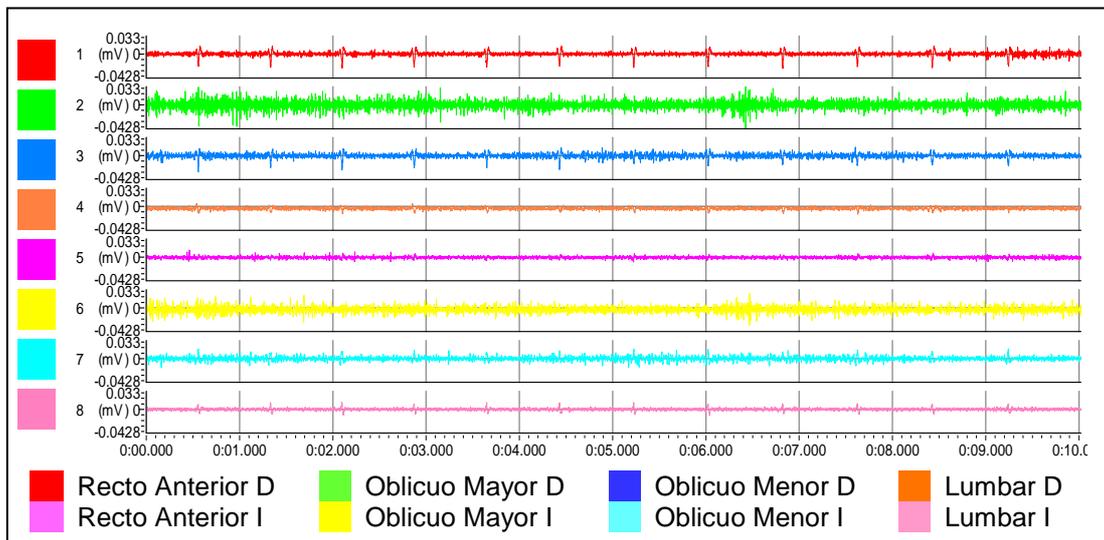
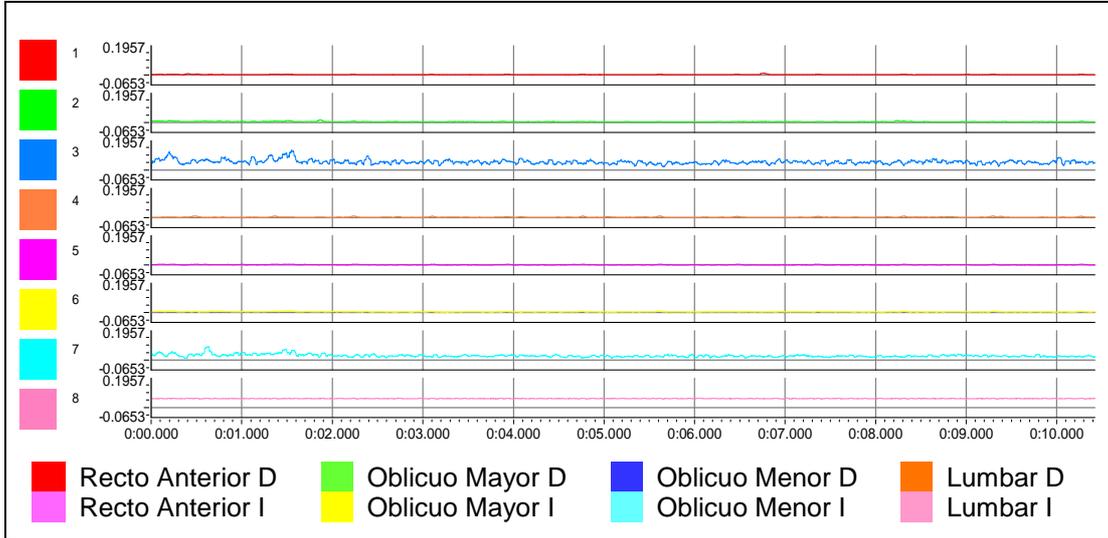


Figura 30. Bipedestación. Señal EMGS cruda a) Grupo Pilates b) Grupo Control

a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

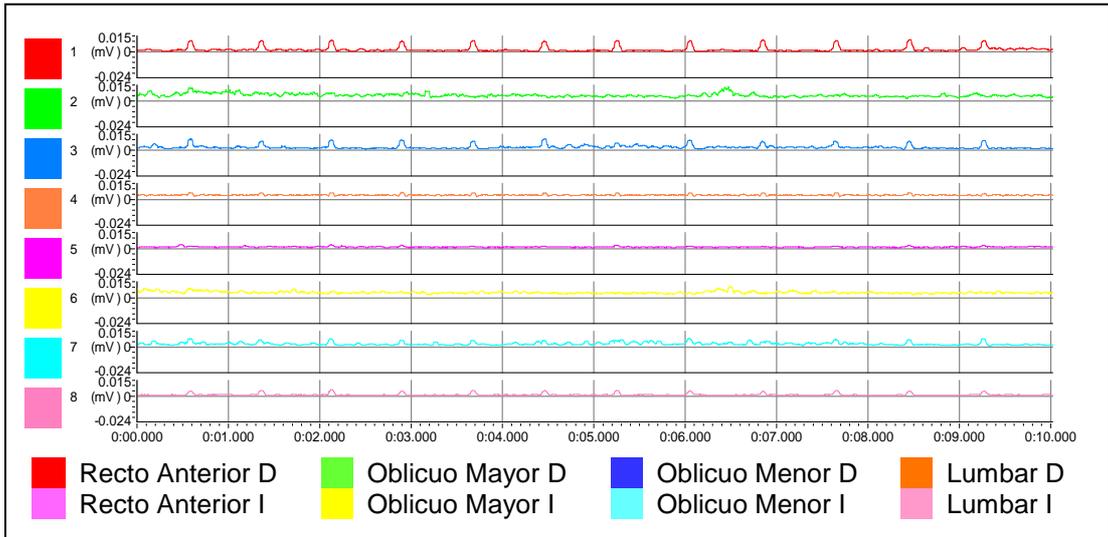


Figura 31. Bipedestación. Señal EMGS con filtro RMS a) Grupo Pilates b) Grupo Control



En las tablas 9 y 10 mostramos los valores estadísticos descriptivos para los valores absolutos en mV, obtenidos durante cinco segundos, de la actividad eléctrica media y actividad eléctrica pico durante la bipedestación. En ella vemos la distribución por grupo y músculos de la media, la desviación típica, el CV y el rango de los dichos valores.

La actividad muscular durante la bipedestación oscila entre valores del orden de microvoltios, pero no es nula. Los elevados coeficientes de variación indican la variabilidad intragrupo de los datos obtenidos.

Tabla 9. Valores EMGS pico en Bipedestación (mV)

GRUPO	Músculo	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	0,0085 \pm 0,0041	49,23	0,0037 - 0,0246
	OMDmax	0,0133 \pm 0,0057	42,79	0,0060 - 0,0255
	OmDmax	0,0201 \pm 0,0139	69,42	0,0052 - 0,0787
	LDmax	0,0141 \pm 0,0088	62,23	0,0020 - 0,0487
	RImax	0,0099 \pm 0,0055	55,28	0,0045 - 0,0300
	OMImax	0,0189 \pm 0,0116	61,38	0,0090 - 0,0585
	Omlmax	0,0216 \pm 0,0159	73,54	0,0045 - 0,0772
	LImax	0,0174 \pm 0,0152	87,33	0,0052 - 0,0712
Grupo Control (n=24)	RDmax	0,0083 \pm 0,0036	43,61	0,0038 - 0,0217
	OMDmax	0,0168 \pm 0,0071	42,52	0,0075 - 0,0345
	OmDmax	0,0169 \pm 0,0072	42,71	0,0075 - 0,0355
	LDmax	0,0176 \pm 0,0096	54,96	0,0067 - 0,0397
	RImax	0,0151 \pm 0,0110	72,91	0,0037 - 0,0345
	OMImax	0,0265 \pm 0,0191	72,06	0,0060 - 0,0735
	Omlmax	0,0304 \pm 0,0237	77,78	0,0082 - 0,0712
	LImax	0,0248 \pm 0,0160	64,44	0,0060 - 0,0450

max: Valor pico

RD: Recto anterior Derecho OMD: Oblicuo Mayor Derecho OmD: Oblicuo menor Derecho LD: Lumbar Derecho RI: Recto anterior Izquierdo OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo Oml: Oblicuo menor Izquierdo LI: Lumbar Izquierdo

Tabla 10. Valores EMGS de actividad media en Bipedestación (mV)

GRUPO	Músculo	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	0,0032 ± 0,0019	58,87	0,0015 - 0,0090
	OMDmed	0,0066 ± 0,0034	50,64	0,0022 - 0,0135
	OmDmed	0,0117 ± 0,0069	58,98	0,0030 - 0,0302
	LDmed	0,0049 ± 0,0017	34,34	0,0017 - 0,0082
	RImed	0,0047 ± 0,0036	77,50	0,0013 - 0,0150
	OMImed	0,0097 ± 0,0065	67,33	0,0037 - 0,0315
	Omlmed	0,0122 ± 0,0107	87,94	0,0015 - 0,0442
	LImed	0,0073 ± 0,0045	62,25	0,0015 - 0,0192
Grupo Control (n=24)	RDmed	0,0033 ± 0,0017	51,26	0,0022 - 0,0097
	OMDmed	0,0069 ± 0,0030	43,06	0,0030 - 0,0120
	OmDmed	0,0142 ± 0,0105	73,74	0,0037 - 0,0315
	LDmed	0,0049 ± 0,0022	45,32	0,0012 - 0,0092
	RImed	0,0071 ± 0,0054	76,74	0,0022 - 0,0220
	OMImed	0,0111 ± 0,0074	66,35	0,0033 - 0,0330
	Omlmed	0,0150 ± 0,0092	61,18	0,0030 - 0,0322
	LImed	0,0073 ± 0,0053	72,13	0,0030 - 0,0197

med: Valor de actividad media

RD: Recto anterior Derecho OMD: Oblicuo Mayor Derecho OmD: Oblicuo menor Derecho LD: Lumbar Derecho
RI: Recto anterior Izquierdo OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo Oml: Oblicuo menor Izquierdo LI: Lumbar Izquierdo

En la tabla 11 mostramos los valores pico normalizados (%CVM) registrados durante cinco segundos en bipedestación. En la figura 32 se presenta la media de estos valores por grupo y músculo.

El grupo que presenta mayores cifras de actividad muscular es el GC, destacando en ambos grupos los músculos oblicuos. De hecho los valores más elevados se encuentran en OMD y OmD. Por el contrario, los músculos lumbares y el recto anterior son los que menor activación presenta en los dos grupos estudiados.

En bipedestación encontramos diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los valores pico de ambos grupos en OMD y RI. En ambos casos, las cifras del GC superan las del GP.



Tabla 11. Valores EMGS pico en Bipedestación normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	8,31% ± 5,35%	64,36%	2,12% - 23,39%
	OMDmax	10,16% ± 5,52%	54,37%	2,67% - 22,90%
	OmDmax	10,61% ± 4,36%	41,09%	2,68% - 18,88%
	LDmax	2,65% ± 1,41%	53,12%	1,09% - 7,07%
	RImax	3,24% ± 2,03%	62,49%	1,09% - 8,80%
	OMImax	7,21% ± 3,84%	53,33%	1,09% - 15,63%
	Omlmax	7,65% ± 4,57%	59,75%	1,75% - 16,42%
	LImax	3,47% ± 2,12%	61,16%	1,02% - 7,85%
Grupo Control (n=24)	RDmax	9,99% ± 5,61%	56,12%	3,74% - 20,81%
	OMDmax	10,71% ± 5,20%	48,54%	4,01% - 21,67%
	OmDmax	12,02% ± 4,93%	41,01%	3,39% - 21,45%
	LDmax	2,81% ± 1,53%	54,28%	1,09% - 5,78%
	RImax	3,92% ± 1,92%	48,91%	0,85% - 8,48%
	OMImax	5,48% ± 3,40%	62,09%	0,94% - 11,41%
	Omlmax	8,87% ± 5,00%	56,37%	1,47% - 16,58%
	LImax	4,31% ± 2,45%	56,77%	1,29% - 8,89%

max: Valor pico

RD: Recto anterior Derecho OMD: Oblicuo Mayor Derecho OmD: Oblicuo menor Derecho LD: Lumbar Derecho RI: Recto anterior Izquierdo OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo Oml: Oblicuo menor Izquierdo LI: Lumbar Izquierdo

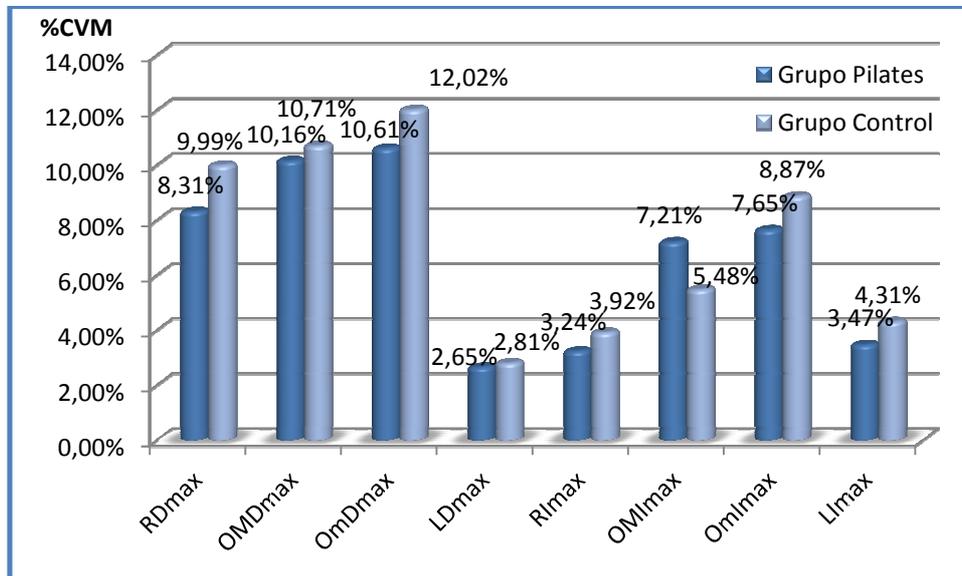


Figura 32. Bipedestación. Valores pico normalizados (%CVM)

En la tabla 12 se presentan los valores medios registrados durante cinco segundos en bipedestación normalizados con respecto a la CVM (%CVM). Sus medias se muestran en la figura 33.

Al comparar ambos grupos vemos un predominio de la actividad de los oblicuos, sobre todo de los menores, y una escasa participación de lumbares y rectos anteriores en ambos grupos. Sólo fueron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) las halladas entre los valores de actividad media normalizados del RI en ambos grupos, donde el GC vuelve a superar al GP.

Tabla 12. Valores EMGS de actividad media en Bipedestación normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	3,05% \pm 1,77%	57,96%	1,05% - 6,87%
	OMDmed	4,92% \pm 2,68%	54,58%	1,47% - 11,45%
	OmDmed	6,47% \pm 3,58%	55,36%	2,27% - 17,14%
	LDmed	2,65% \pm 1,41%	53,12%	1,09% - 7,07%
	RImed	3,24% \pm 2,03%	62,49%	1,09% - 8,80%
	OMImed	7,21% \pm 3,84%	53,33%	1,09% - 15,63%
	Omlmed	7,65% \pm 4,57%	59,75%	1,75% - 16,42%
	LImed	3,47% \pm 2,12%	61,16%	1,02% - 7,85%
Grupo Control (n=24)	RDmed	4,03% \pm 2,38%	59,04%	1,37% - 9,32%
	OMDmed	4,36% \pm 2,04%	46,79%	1,60% - 8,00%
	OmDmed	9,19% \pm 5,64%	61,36%	1,86% - 18,10%
	LDmed	2,81% \pm 1,53%	54,28%	1,09% - 5,78%
	RImed	3,92% \pm 1,92%	48,91%	0,85% - 8,48%
	OMImed	5,48% \pm 3,40%	62,09%	0,94% - 11,41%
	Omlmed	8,87% \pm 5,00%	56,37%	1,47% - 16,58%
	LImed	4,31% \pm 2,45%	56,77%	1,29% - 8,89%

med: Valor de actividad media

RD: Recto anterior Derecho OMD: Oblicuo Mayor Derecho OmD: Oblicuo menor Derecho LD: Lumbar Derecho RI: Recto anterior Izquierdo OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo Oml: Oblicuo menor Izquierdo LI: Lumbar Izquierdo

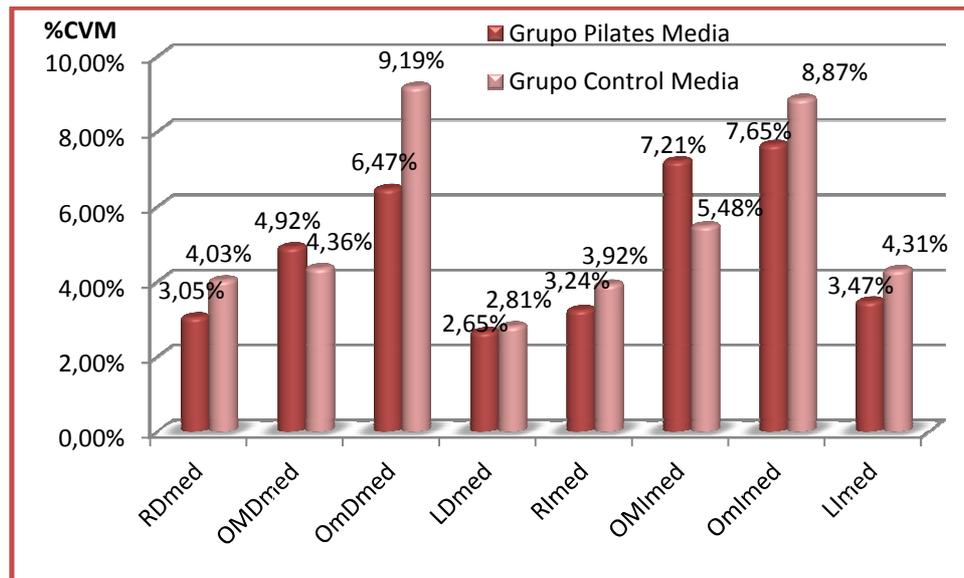


Figura 33. Bipedestación. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

En el estudio de correlación entre los valores de cada músculo con los de los otros siete, en cada grupo, encontramos los valores que presentamos en las tablas 13 a la 16, según los cuales no existe una correlación estadísticamente significativa entre ninguno de los pares de músculos. No obstante, atendiendo a los valores pico, se aprecia cierta tendencia en el GP a presentar una correlación positiva entre lumbares y oblicuos menores, así como entre Om entre sí, o lo que es lo mismo, que a mayor actividad lumbar, mayor activación de los Om en bipedestación. Por su parte, en el GC no encontramos esta correlación entre oblicuos internos y lumbares.

Cuando analizamos los valores de actividad media, se repite la tendencia a la correlación positiva entre Om y L, pero en este caso en ambos grupos del estudio, y sí encontramos una correlación positiva en el GC entre OM y Om; cuanto mayor sea la contracción de uno de ellos, mayor será la del otro.

Tabla 13. Correlación entre los valores EMGS pico por músculo en Bipedestación. Grupo Pilates

Grupo Pilates (n=34)	RD							
Correlación de Pearson	-0,010							
Sig. (bilateral)	0,954	OMD						
Correlación de Pearson	0,203	-0,015						
Sig. (bilateral)	0,249	0,935	OmD					
Correlación de Pearson	0,193	0,177	0,159					
Sig. (bilateral)	0,274	0,317	0,369	LD				
Correlación de Pearson	0,017	0,018	0,204	0,052				
Sig. (bilateral)	0,923	0,918	0,247	0,770	RI			
Correlación de Pearson	0,125	0,170	-0,028	-0,146	0,136			
Sig. (bilateral)	0,481	0,336	0,874	0,411	0,444	OMI		
Correlación de Pearson	0,109	0,040	0,510	0,042	0,374	0,226		
Sig. (bilateral)	0,541	0,824	0,002	0,812	0,029	0,198	Oml	
Correlación de Pearson	0,179	-0,194	0,523	-0,133	0,012	0,412	0,237	
Sig. (bilateral)	0,312	0,271	0,002	0,453	0,945	0,016	0,178	LI

Tabla 14. Correlación entre los valores EMGS pico por músculo en Bipedestación. Grupo Control

Grupo Control (n=24)	RD							
Correlación de Pearson	-0,143							
Sig. (bilateral)	0,507	OMD						
Correlación de Pearson	0,326	0,374						
Sig. (bilateral)	0,120	0,072	OmD					
Correlación de Pearson	-0,313	0,374	0,076					
Sig. (bilateral)	0,136	0,072	0,724	LD				
Correlación de Pearson	0,279	-0,012	-0,008	0,058				
Sig. (bilateral)	0,187	0,956	0,972	0,789	RI			
Correlación de Pearson	-0,196	0,315	0,489	0,382	0,136			
Sig. (bilateral)	0,359	0,133	0,015	0,065	0,526	OMI		
Correlación de Pearson	0,294	0,434	0,526	0,256	0,469	0,553		
Sig. (bilateral)	0,163	0,034	0,008	0,226	0,021	0,005	Oml	
Correlación de Pearson	-0,347	0,295	-0,116	0,436	0,334	-0,082	0,008	
Sig. (bilateral)	0,096	0,161	0,589	0,033	0,111	0,705	0,969	LI



Tabla 15. Correlación entre los valores EMGS de actividad media por músculo en Bipedestación. Grupo Pilates

Grupo Pilates (n=34)	RD										
Correlación de Pearson	0,128	OMD									
Sig. (bilateral)	0,472										
Correlación de Pearson	0,352	0,239	OmD								
Sig. (bilateral)	0,041	0,174									
Correlación de Pearson	0,322	0,227	0,160	LD							
Sig. (bilateral)	0,063	0,196	0,367								
Correlación de Pearson	0,149	-0,022	-0,046	-0,059	RI						
Sig. (bilateral)	0,402	0,902	0,795	0,740							
Correlación de Pearson	0,354	0,111	0,246	0,095	0,457	OMI					
Sig. (bilateral)	0,040	0,532	0,161	0,594	0,007						
Correlación de Pearson	0,190	0,295	0,466	0,058	-0,102	0,188	Oml				
Sig. (bilateral)	0,283	0,090	0,006	0,744	0,566	0,287					
Correlación de Pearson	0,280	-0,076	0,522	-0,048	0,378	0,339	0,349	LI			
Sig. (bilateral)	0,109	0,669	0,002	0,787	0,027	0,050	0,043				

Tabla 16. Correlación entre los valores EMGS de actividad media por músculo en Bipedestación. Grupo Control

Grupo Control (n=24)	RD										
Correlación de Pearson	0,141	OMD									
Sig. (bilateral)	0,511										
Correlación de Pearson	-0,076	0,616*	OmD								
Sig. (bilateral)	0,724	0,001									
Correlación de Pearson	-0,024	-0,005	-0,071	LD							
Sig. (bilateral)	0,910	0,983	0,740								
Correlación de Pearson	0,360	-0,088	0,107	0,380	RI						
Sig. (bilateral)	0,084	0,682	0,618	0,067							
Correlación de Pearson	0,009	0,538	0,233	0,209	-0,121	OMI					
Sig. (bilateral)	0,967	0,007	0,272	0,327	0,574						
Correlación de Pearson	0,069	0,340	0,539	0,057	0,157	0,041	Oml				
Sig. (bilateral)	0,750	0,104	0,007	0,790	0,463	0,849					
Correlación de Pearson	-0,170	0,431	0,503	0,020	-0,040	0,156	-0,032	LI			
Sig. (bilateral)	0,428	0,036	0,012	0,925	0,854	0,467	0,883				

Se destacan en gris las correlaciones estadísticamente significativas (*p<0,01) con Coeficiente de Pearson >0,6.

Mostramos en las tablas 17 y 18 el coeficiente de correlación de Pearson y su nivel de significación estadística al comparar la señal electromiográfica en bipedestación con las variables antropométricas.

Señalamos de nuevo en gris los pares de correlación que muestran diferencias significativas y correlación elevada (>0,6). No encontramos ninguna correlación entre estas variables y los valores registrados con EMGS en bipedestación en el GP. Sin embargo, en el GC podemos ver una correlación negativa ($p < 0,01$) entre la talla de las voluntarias y las cifras de activación de sus oblicuos menores en bipedestación.

Tabla 17. Correlación entre variables antropométricas y señal EMGS en Bipedestación. Grupo Pilates

Grupo Pilates			MÚSCULO							
			RD	OMD	OmD	LD	RI	OMI	Oml	LI
VARIABLE ANTROPOMÉTRICA	Edad	Pearson	-0,043	0,250	-0,212	0,350	0,334	0,225	0,120	0,110
		Sig.	0,807	0,155	0,228	0,043	0,054	0,201	0,500	0,535
	Peso	Pearson	-0,121	0,226	-0,109	0,337	0,162	0,160	0,162	0,398
		Sig.	0,496	0,198	0,538	0,051	0,359	0,365	0,360	0,020
	Talla	Pearson	0,208	0,015	0,385	0,042	-0,257	0,053	0,313	0,089
		Sig.	0,238	0,932	0,025	0,812	0,142	0,764	0,071	0,618
	IMC	Pearson	-0,252	0,218	-0,377	0,332	0,354	0,134	-0,048	0,371
		Sig.	0,150	0,216	0,028	0,055	0,040	0,449	0,787	0,031
	Cintura	Pearson	-0,128	0,457	-0,102	0,374	0,468	0,249	0,243	0,332
		Sig.	0,470	0,007	0,567	0,029	0,005	0,156	0,166	0,055
	Cadera	Pearson	-0,180	0,186	-0,261	0,384	0,358	0,130	-0,063	0,341
		Sig.	0,307	0,293	0,135	0,025	0,038	0,465	0,724	0,049
	C/C	Pearson	-0,002	0,537	0,178	0,133	0,340	0,245	0,509	0,117
		Sig.	0,991	0,001	0,313	0,454	0,049	0,162	0,002	0,510



Tabla 18. Correlación entre variables antropométricas y señal electromiográfica en Bipedestación. Grupo Control

Grupo Control			MÚSCULO							
			RD	OMD	OmD	LD	RI	OMI	Oml	LI
VARIABLE ANTROPOMÉTRICA	Edad	Pearson	-0,354	-0,061	0,219	0,280	-0,072	-0,097	0,044	-0,165
		Sig.	0,089	0,777	0,303	0,185	0,738	0,652	0,839	0,442
	Peso	Pearson	-0,009	0,022	-0,165	0,368	-0,094	0,227	-0,248	0,254
		Sig.	0,966	0,918	0,441	0,077	0,661	0,285	0,242	0,231
	Talla	Pearson	0,131	-0,414	-0,620*	-0,125	-0,251	-0,088	-0,649*	0,056
		Sig.	0,540	0,044	0,001	0,559	0,236	0,682	0,001	0,793
	IMC	Pearson	-0,095	0,230	0,187	0,465	0,034	0,237	0,085	0,201
		Sig.	0,660	0,280	0,383	0,022	0,876	0,264	0,694	0,347
	Cintura	Pearson	-0,160	0,013	0,188	0,460	-0,170	0,041	0,087	-0,008
		Sig.	0,454	0,953	0,380	0,024	0,426	0,849	0,685	0,971
	Cadera	Pearson	-0,119	0,118	-0,014	0,413	-0,086	0,218	-0,095	0,269
		Sig.	0,579	0,583	0,948	0,045	0,689	0,306	0,660	0,203
	C/C	Pearson	-0,093	-0,173	0,405	0,115	-0,187	-0,343	0,396	-0,519
		Sig.	0,665	0,420	0,050	0,592	0,381	0,101	0,055	0,009

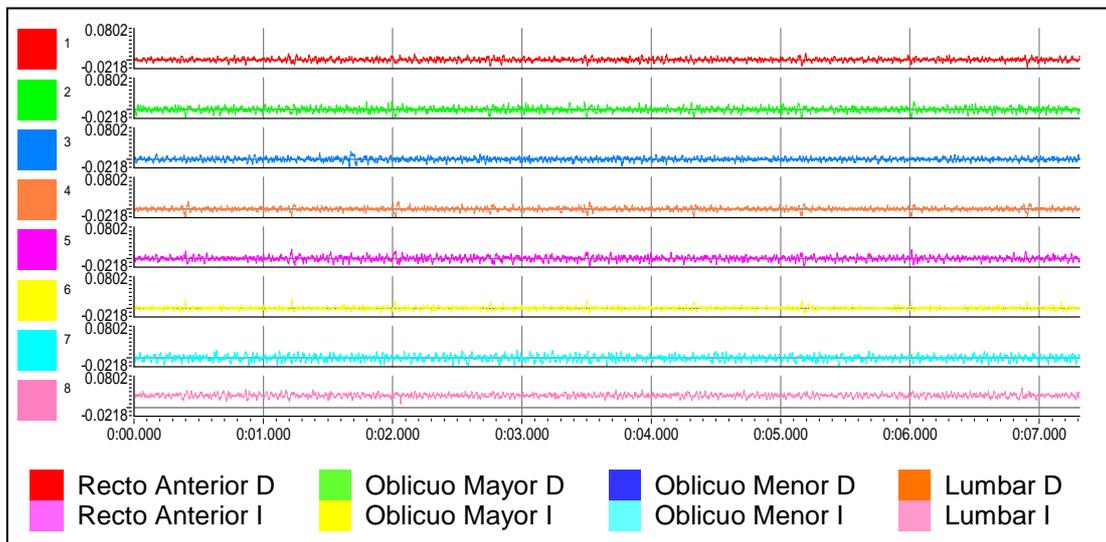
Se destacan en gris las correlaciones estadísticamente significativas (* $p < 0,01$) con Coeficiente de Pearson $> 0,6$.

4.3.2. ACTIVIDAD ELÉCTRICA EN DECÚBITO SUPINO

Con la voluntaria en decúbito supino, se registra su actividad muscular 10 segundos, seleccionando cinco para el estudio estadístico. Esto dio lugar a un registro de señal bruta corregido posteriormente con el filtro RMS.

Mostramos un registro EMGS tomado en el GP acompañado de otro tomado en el GC, correspondiendo la figura 34 al registro de la señal bruta y la 35 al filtrado. En este caso observamos que no existe en ningún grupo un patrón tipo propio ni un músculo más activo eléctricamente que el resto.

a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

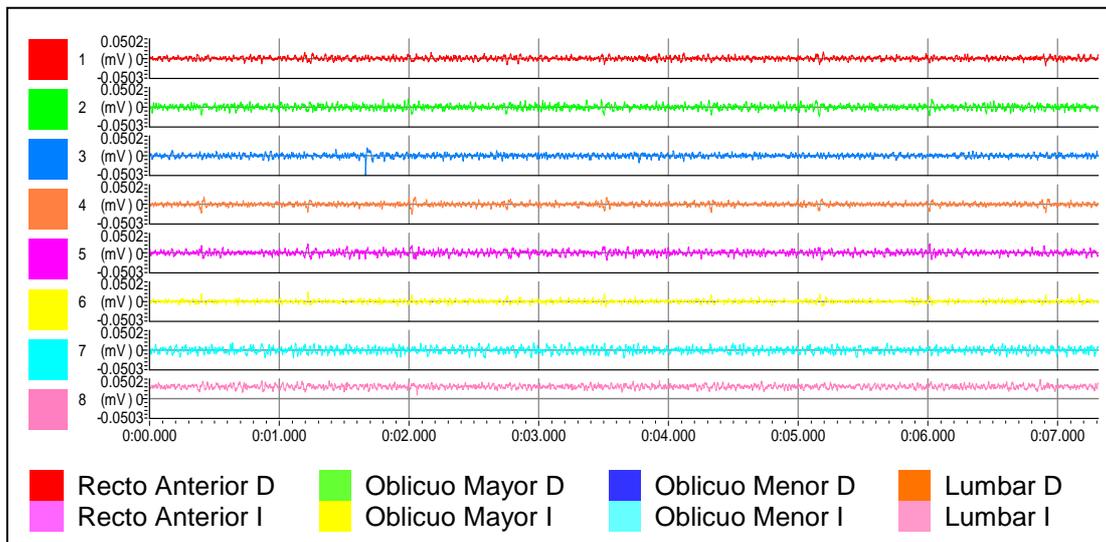
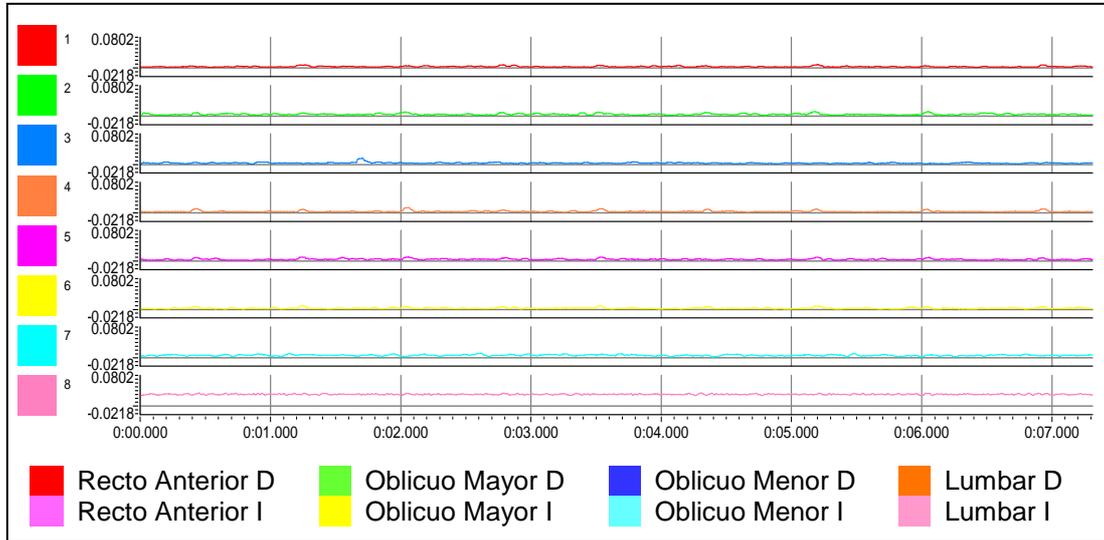


Figura 34. Decúbito Supino. Señal EMGS cruda. a) Grupo Pilates b) Grupo Control



a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

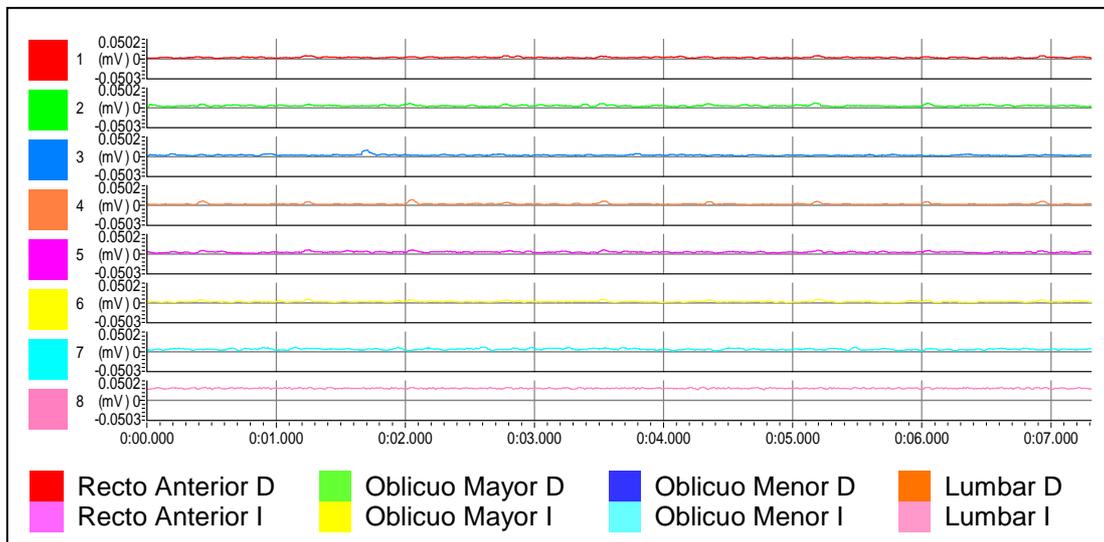


Figura 35. Decúbito Supino. Señal EMGS con filtro RMS. a) Grupo Pilates b) Grupo Control

En la tabla 19 mostramos los valores electromiográficos pico en mV obtenidos durante cinco segundos en decúbito supino de separados por grupo y por músculo. En ella se muestran la media, la desviación típica y el rango de los valores estudiados junto a su coeficiente de variación (CV).

Tal y como ocurría en bipedestación, se observa que la actividad de la musculatura durante el decúbito oscila entre valores del orden de microvoltios, pero no es nula. El GC presenta más actividad que el GP, siendo la musculatura lumbar la de mayor actividad en esta posición.

Tabla 19. Valores EMGS pico en Decúbito supino (mV)

GRUPO	Músculo	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	0,0094 ± 0,0076	76,03	0,0030 - 0,0385
	OMDmax	0,0084 ± 0,0043	50,91	0,0037 - 0,0232
	OmDmax	0,0074 ± 0,0044	59,13	0,0022 - 0,0217
	LDmax	0,0138 ± 0,0085	72,24	0,0037 - 0,0567
	RIImax	0,0096 ± 0,0052	53,88	0,0037 - 0,0307
	OMImax	0,0107 ± 0,0047	43,86	0,0045 - 0,0259
	Omlmax	0,0092 ± 0,0061	66,53	0,0007 - 0,0285
	LIImax	0,0160 ± 0,0089	73,14	0,0022 - 0,0597
Grupo Control (n=24)	RDmax	0,0121 ± 0,0090	74,13	0,0037 - 0,0382
	OMDmax	0,0162 ± 0,0084	83,26	0,0060 - 0,0622
	OmDmax	0,0141 ± 0,0087	83,25	0,0030 - 0,0527
	LDmax	0,0112 ± 0,0035	31,81	0,0082 - 0,0180
	RIImax	0,0115 ± 0,0082	71,43	0,0037 - 0,0330
	OMImax	0,0135 ± 0,0081	60,13	0,0045 - 0,0360
	Omlmax	0,0131 ± 0,0152	76,41	0,0037 - 0,0600
	LIImax	0,0160 ± 0,0129	80,69	0,0052 - 0,0427

max: Valor pico
 RD: Recto anterior Derecho OMD: Oblicuo Mayor Derecho OmD: Oblicuo menor Derecho LD: Lumbar Derecho
 RI: Recto anterior Izquierdo OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo Oml: Oblicuo menor Izquierdo LI: Lumbar Izquierdo



En la tabla 20 mostramos a continuación los valores de actividad eléctrica media durante cinco segundos en supino, esto es, su media y desviación típica junto al coeficiente de variación y su rango. No se aprecian diferencias significativas entre el lado derecho y el izquierdo.

Observamos que las cifras del GC tienden a ser en este caso superiores a las del GP, destacando en ambos grupos el valor de los músculos lumbares izquierdos (LI).

Tabla 20. Valores EMGS de actividad media en Decúbito supino (mV)

GRUPO	Músculo	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	0,0055 ± 0,0097	88,63	0,0007 - 0,0355
	OMDmed	0,0030 ± 0,0023	75,52	0,0015 - 0,0135
	OmDmed	0,0037 ± 0,0026	70,50	0,0007 - 0,0127
	LDmed	0,0051 ± 0,0100	87,64	0,0007 - 0,0525
	RImed	0,0038 ± 0,0050	73,45	0,0007 - 0,0292
	OMImed	0,0047 ± 0,0051	77,87	0,0015 - 0,0256
	Omlmed	0,0062 ± 0,0099	80,59	0,0007 - 0,0400
	LImed	0,0074 ± 0,0187	83,96	0,0007 - 0,0675
Grupo Control (n=24)	RDmed	0,0049 ± 0,0096	77,94	0,0015 - 0,0360
	OMDmed	0,0105 ± 0,0189	81,10	0,0015 - 0,0562
	OmDmed	0,0077 ± 0,0156	72,57	0,0015 - 0,0577
	LDmed	0,0039 ± 0,0029	75,76	0,0015 - 0,0112
	RImed	0,0040 ± 0,0043	87,39	0,0015 - 0,0172
	OMImed	0,0057 ± 0,0076	73,08	0,0015 - 0,0292
	Omlmed	0,0075 ± 0,0155	85,98	0,0015 - 0,0577
	LImed	0,0100 ± 0,0136	85,99	0,0015 - 0,0375

med: Valor de actividad media

RD: Recto anterior Derecho OMD: Oblicuo Mayor Derecho OmD: Oblicuo menor Derecho LD: Lumbar Derecho RI: Recto anterior Izquierdo OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo Oml: Oblicuo menor Izquierdo LI: Lumbar Izquierdo

Presentamos ahora en la tabla 21 y la figura 36 los valores pico registrados durante cinco segundos en decúbito supino normalizados (%CVM), donde vemos valores pico superiores en el GC y en los músculos RD y OMD en ambos grupos pero sólo resultaron significativos (p<0,05) los mayores valores pico del músculo OM en el GC y del RA en el GP, con respecto al otro grupo. El Oml del GC y los lumbares del GP presentaron los valores inferiores.

Tabla 21. Valores EMGS pico en Decúbito supino normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	7,93% ± 11,78%	88,61%	1,74% - 71,54%
	OMDmax	7,82% ± 7,13%	91,20%	0,59% - 28,72%
	OmDmax	4,83% ± 4,04%	83,60%	0,87% - 17,46%
	LDmax	2,24% ± 3,32%	88,16%	0,36% - 18,28%
	RImax	2,84% ± 2,75%	96,75%	0,44% - 10,55%
	OMImax	3,13% ± 3,16%	70,83%	0,36% - 15,68%
	Omlmax	5,03% ± 10,14%	81,57%	0,32% - 40,00%
	Llmax	2,83% ± 5,56%	96,44%	0,32% - 27,90%
Grupo Control (n=24)	RDmax	12,81% ± 11,54%	90,07%	3,04% - 48,97%
	OMDmax	10,83% ± 13,01%	80,20%	2,48% - 51,03%
	OmDmax	9,71% ± 10,34%	76,47%	1,33% - 41,38%
	LDmax	2,57% ± 3,27%	87,46%	0,43% - 15,24%
	RImax	2,49% ± 2,22%	89,19%	0,58% - 10,18%
	OMImax	2,02% ± 2,62%	79,87%	0,25% - 11,76%
	Omlmax	5,15% ± 4,18%	97,63%	0,23% - 45,01%
	Llmax	7,15% ± 11,71%	83,89%	0,54% - 52,48%

max: Valor pico
 RD: Recto anterior Derecho OMD: Oblicuo Mayor Derecho OmD: Oblicuo menor Derecho LD: Lumbar Derecho
 RI: Recto anterior Izquierdo OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo Oml: Oblicuo menor Izquierdo LI: Lumbar Izquierdo

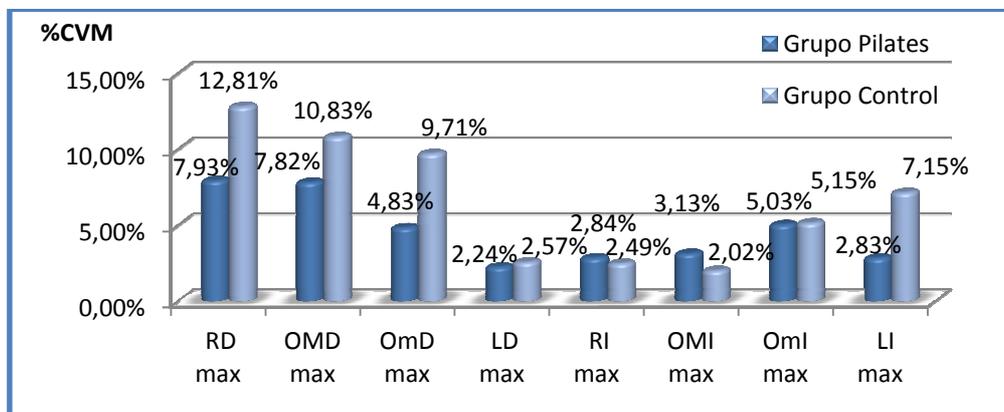


Figura 36. Decúbito supino. Valores pico normalizados (%CVM)



En la tabla 22 y en la figura 37 aparecen los valores medios registrados durante cinco segundos en decúbito supino normalizados (%CVM). En ellas se aprecia que el GC vuelve a superar los valores del GP, pero las únicas diferencias significativas encontradas ($p < 0,05$) fueron en el OMD. Los menores valores los encontramos de nuevo en el Oml del GC y en los lumbares del GP.

Tabla 22. Valores EMGS de actividad media en Decúbito supino normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Min-Max
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	4,44% \pm 3,72%	93,76%	0,46% - 69,12%
	OMDmed	2,87% \pm 2,82%	98,28%	0,24% - 11,45%
	OmDmed	2,49% \pm 2,98%	89,46%	0,35% - 17,24%
	LDmed	2,24% \pm 3,32%	78,14%	0,36% - 18,28%
	RImed	2,84% \pm 2,75%	96,75%	0,44% - 10,55%
	OMImed	3,13% \pm 3,16%	70,85%	0,36% - 15,68%
	Omlmed	5,03% \pm 4,14%	91,56%	0,32% - 40,00%
	Llmed	2,83% \pm 5,56%	86,34%	0,32% - 27,90%
Grupo Control (n=24)	RDmed	5,84% \pm 4,47%	83,66%	0,93% - 46,15%
	OMDmed	8,27% \pm 7,94%	82,71%	0,59% - 48,66%
	OmDmed	6,08% \pm 5,83%	90,79%	0,66% - 58,76%
	LDmed	2,76% \pm 2,93%	72,10%	0,43% - 15,24%
	RImed	2,51% \pm 2,55%	81,33%	0,51% - 10,18%
	OMImed	1,85% \pm 2,10%	83,77%	0,34% - 8,30%
	Omlmed	5,59% \pm 4,21%	98,27%	0,34% - 45,01%
	Llmed	5,45% \pm 7,53%	78,06%	0,54% - 29,88%

med: Valor de actividad media

RD: Recto anterior Derecho OMD: Oblicuo Mayor Derecho OmD: Oblicuo menor Derecho LD: Lumbar Derecho RI: Recto anterior Izquierdo OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo Oml: Oblicuo menor Izquierdo LI: Lumbar Izquierdo

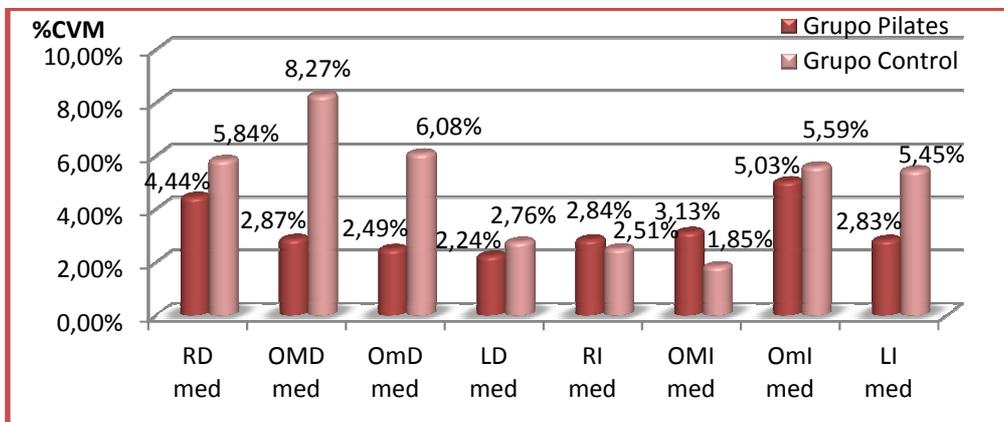


Figura 37. Decúbito supino. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

Al comparar los niveles de activación de todos los músculos por pares, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos en el GP (tablas 23 y 25).

En cuanto al GC (tablas 24 y 26), en él si resultaron significativas las diferencias halladas tanto entre los valores pico como entre los valores de actividad media de los OM y Om ($p < 0,01$).

Fueron más significativas incluso ($p < 0,001$) las diferencias entre los valores de actividad media del RA y de L, así como entre los pares RA-OM y RA-Om.

Tabla 23. Correlación entre los valores EMGS pico por músculo en Decúbito supino. Grupo Pilates

Grupo Pilates (n=34)	RD							
Correlación de Pearson	0,256							
Sig. (bilateral)	0,143	OMD						
Correlación de Pearson	0,198	0,407						
Sig. (bilateral)	0,261	0,017	OmD					
Correlación de Pearson	-0,039	0,155	0,069					
Sig. (bilateral)	0,826	0,383	0,697	LD				
Correlación de Pearson	0,126	0,313	0,169	0,126				
Sig. (bilateral)	0,478	0,071	0,340	0,477	RI			
Correlación de Pearson	0,356	0,351	0,238	0,166	0,083			
Sig. (bilateral)	0,039	0,042	0,176	0,348	0,639	OMI		
Correlación de Pearson	0,170	0,306	0,444	0,348	0,087	0,184		
Sig. (bilateral)	0,336	0,079	0,009	0,044	0,625	0,296	Oml	
Correlación de Pearson	-0,021	-0,071	0,037	0,383	-0,030	-0,083	0,347	
Sig. (bilateral)	0,907	0,689	0,836	0,025	0,867	0,642	0,044	LI



Tabla 24. Correlación entre los valores EMGS pico por músculo en Decúbito supino. Grupo Control

Grupo Control (n=24)	RD							
Correlación de Pearson	-0,233	OMD						
Sig. (bilateral)	0,273							
Correlación de Pearson	-0,247	0,624*	OmD					
Sig. (bilateral)	0,244	0,001						
Correlación de Pearson	0,577	-0,152	-0,151	LD				
Sig. (bilateral)	0,003	0,477	0,482					
Correlación de Pearson	-0,156	-0,300	-0,348	-0,326	RI			
Sig. (bilateral)	0,468	0,155	0,096	0,120				
Correlación de Pearson	0,117	0,078	0,084	0,107	0,256	OMI		
Sig. (bilateral)	0,585	0,716	0,695	0,620	0,227			
Correlación de Pearson	0,199	-0,148	0,108	0,032	0,202	0,896	Oml	
Sig. (bilateral)	0,351	0,489	0,617	0,881	0,344	0,000		
Correlación de Pearson	-0,264	-0,273	-0,169	0,264	0,531	0,113	0,103	LI
Sig. (bilateral)	0,212	0,196	0,429	0,213	0,008	0,598	0,631	

Se destacan en gris las correlaciones estadísticamente significativas ($p < 0,001$) ($*p < 0,01$) con Coeficiente de Pearson $> 0,6$.

Tabla 25. Correlación entre los valores EMGS de actividad media por músculo en Decúbito supino. Grupo Pilates

Grupo Pilates (n=34)	RD							
Correlación de Pearson	0,089	OMD						
Sig. (bilateral)	0,616							
Correlación de Pearson	0,107	0,332	OmD					
Sig. (bilateral)	0,548	0,055						
Correlación de Pearson	-0,019	0,143	0,182	LD				
Sig. (bilateral)	0,914	0,419	0,304					
Correlación de Pearson	0,036	0,169	0,065	0,254	RI			
Sig. (bilateral)	0,838	0,340	0,716	0,147				
Correlación de Pearson	0,216	0,109	0,402	0,018	-0,027	OMI		
Sig. (bilateral)	0,219	0,538	0,018	0,920	0,881			
Correlación de Pearson	0,011	-0,016	-0,054	0,014	-0,005	-0,037	Oml	
Sig. (bilateral)	0,951	0,928	0,764	0,937	0,977	0,835		
Correlación de Pearson	-0,031	-0,143	-0,110	-0,034	-0,087	-0,134	-0,093	LI
Sig. (bilateral)	0,863	0,421	0,534	0,849	0,625	0,449	0,602	

Tabla 26. Correlación entre los valores EMGS de actividad media por músculo en Decúbito supino. Grupo Control

Grupo Control (n=24)	RD							
Correlación de Pearson	-0,156							
Sig. (bilateral)	0,467	OMD						
Correlación de Pearson	-0,111	0,741						
Sig. (bilateral)	0,607	0,000	OmD					
Correlación de Pearson	0,745	0,381	0,027					
Sig. (bilateral)	0,000	0,066	0,900	LD				
Correlación de Pearson	-0,157	-0,270	-0,207	-0,282				
Sig. (bilateral)	0,465	0,202	0,331	0,183	RI			
Correlación de Pearson	-0,168	0,049	-0,104	-0,050	0,887			
Sig. (bilateral)	0,434	0,819	0,627	0,816	0,000	OMI		
Correlación de Pearson	-0,095	-0,144	-0,094	-0,189	0,954	0,946		
Sig. (bilateral)	0,660	0,501	0,663	0,377	0,000	0,000	Oml	
Correlación de Pearson	-0,120	-0,251	-0,210	-0,243	0,082	-0,216	-0,125	
Sig. (bilateral)	0,575	0,237	0,324	0,252	0,702	0,310	0,561	LI

Se destacan en gris las correlaciones estadísticamente significativas ($p < 0,001$) con Coeficiente de Pearson $> 0,6$.

Cuando estudiamos la correlación entre los valores de actividad electromiográfica media en posición de decúbito supino y los de las variables antropométricas, no hallamos ninguna significación estadística en el GP.

En relación al GC, encontramos una correlación positiva entre el nivel de activación de los músculos abdominales y las cifras del IMC ($p < 0,001$), perímetro de la cintura y perímetro de la cadera ($p < 0,01$ para OM y Om y $p < 0,001$ para RA). Sin embargo la correlación fue negativa ($p < 0,01$) entre el índice cintura/cadera y el nivel de activación lumbar. Es decir, en el GC, cuanto mayores sean los valores del IMC o los contornos de cintura y/o cadera, mayor es la actividad abdominal en decúbito supino, mientras que a mayor valores de C/C, menor es la actividad lumbar en esta posición.



Tabla 27. Correlación entre variables antropométricas y señal EMGS en Decúbito supino. Grupo Pilates

Grupo Pilates			MÚSCULO							
			RD	OMD	OmD	LD	RI	OMI	Oml	LI
VARIABLE ANTROPOMÉTRICA	Edad	Pearson	0,011	0,335	-0,126	0,287	0,355	-0,187	0,307	0,003
		Sig.	0,952	0,053	0,476	0,099	0,039	0,290	0,077	0,988
	Peso	Pearson	0,312	0,355	-0,064	-0,097	0,085	0,028	0,273	0,157
		Sig.	0,072	0,040	0,718	0,585	0,632	0,877	0,118	0,376
	Talla	Pearson	-0,029	0,077	0,147	-0,164	-0,259	0,198	-0,076	0,140
		Sig.	0,869	0,667	0,408	0,353	0,140	0,262	0,671	0,428
	IMC	Pearson	0,339	0,320	-0,158	0,012	0,279	-0,099	0,351	0,067
		Sig.	0,050	0,065	0,371	0,945	0,110	0,576	0,042	0,708
	Cintura	Pearson	0,408	0,586	0,111	0,059	0,312	0,165	0,338	0,012
		Sig.	0,017	0,000	0,533	0,740	0,072	0,350	0,051	0,946
	Cadera	Pearson	0,231	0,339	0,013	-0,007	0,198	0,073	0,344	0,110
		Sig.	0,188	0,050	0,943	0,970	0,261	0,680	0,046	0,535
	C/C	Pearson	0,394	0,562	0,165	0,098	0,286	0,178	0,104	-0,135
		Sig.	0,021	0,001	0,350	0,582	0,101	0,314	0,560	0,448

Tabla 28. Correlación entre variables antropométricas y señal electromiográfica en Decúbito supino. Grupo Control

Grupo Control			MÚSCULO							
			RD	OMD	OmD	LD	RI	OMI	Oml	LI
VARIABLE ANTROPOMÉTRICA	Edad	Pearson	0,291	-0,403	-0,427	0,283	0,333	0,239	0,277	0,025
		Sig.	0,168	0,051	0,037	0,181	0,112	0,260	0,191	0,909
	Peso	Pearson	0,243	-0,380	-0,273	0,202	0,533	0,484	0,493	-0,075
		Sig.	0,252	0,067	0,196	0,345	0,007	0,016	0,014	0,726
	Talla	Pearson	0,134	0,013	-0,110	0,220	-0,584	-0,509	-0,572	-0,290
		Sig.	0,534	0,954	0,610	0,303	0,003	0,011	0,004	0,170
	IMC	Pearson	0,157	-0,363	-0,210	0,080	0,849	0,780	0,821	0,049
		Sig.	0,463	0,081	0,324	0,709	0,000	0,000	0,000	0,819
	Cintura	Pearson	0,059	-0,461	-0,309	-0,028	0,762	0,699	0,788	-0,029
		Sig.	0,783	0,023	0,142	0,898	0,000	0,000	0,000	0,892
	Cadera	Pearson	0,378	-0,479	-0,362	0,317	0,683	0,609*	0,646*	-0,007
		Sig.	0,069	0,018	0,082	0,131	0,000	0,002	0,001	0,975
	C/C	Pearson	-0,579	-0,012	0,097	-0,650*	0,221	0,213	0,343	-0,068
		Sig.	0,003	0,956	0,652	0,001	0,299	0,318	0,100	0,754

Se destacan en gris las correlaciones estadísticamente significativas ($p < 0,001$) ($*p < 0,01$) con Coeficiente de Pearson $> 0,6$.

4.4. ACTIVIDAD ELÉCTRICA DURANTE EL EJERCICIO DEL RIZO

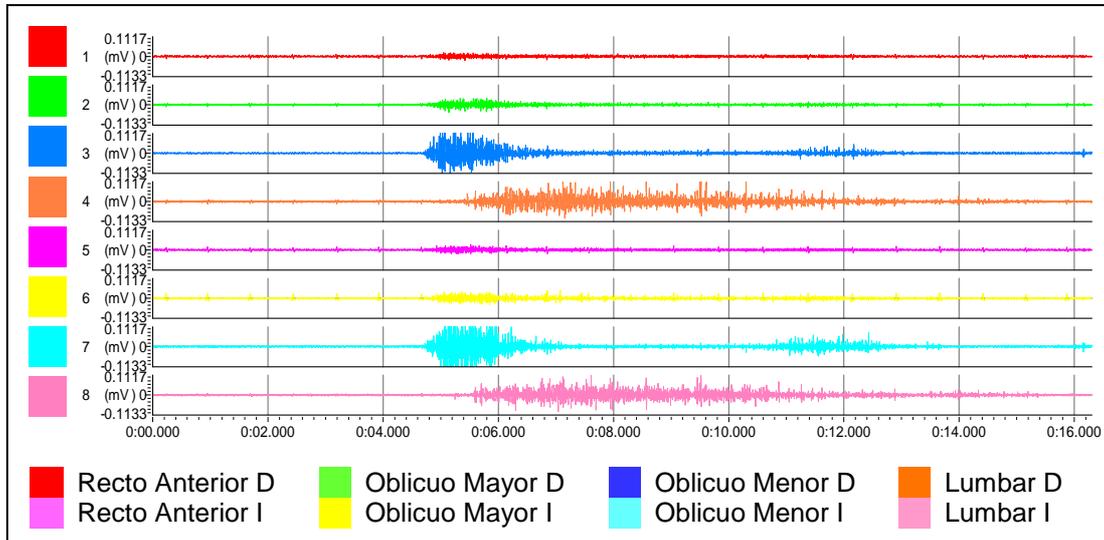
En las figuras 38 y 39 mostramos los patrones de activación electromiográfica tipo del ejercicio del Rizo (figura 13). Como en apartados anteriores, presentamos un registro de la señal bruta en primer lugar y un registro filtrado con RMS en segundo lugar, para ambos grupos. En ellas se aprecian las tres fases de cinco segundos cada una en las que dividimos cada ejercicio, esto es, F1 o reposo, F2 o ejecución y F3 o retorno a la posición inicial.

Podemos apreciar la mayor participación en el grupo Pilates de la musculatura abdominal, sobre todo del Om (canales 3 y 7) en la segunda fase del ejercicio y de la Lumbar en la tercera fase (trazados 4 y 8). Observamos que la activación lumbar comienza en la parte final de F2, cuando se está reduciendo la actividad del Om. Se observa igualmente una pequeña reactivación de menor voltaje dentro de la F3 de la musculatura Om. El 85% de las voluntarias del GP mostraron este patrón, frente al 10% de las pertenecientes al GC.

En el GC, sin embargo, la musculatura que muestra un papel más relevante en la ejecución del ejercicio del Rizo es la Lumbar. El 90% de las voluntarias mostraron el patrón de la figuras 38b y 39b, en el que el movimiento es iniciado por una contracción abdominal (fundamentalmente por parte de los oblicuos mayores) pero es la musculatura lumbar la que desde la mitad de la F2 hasta el final de la F3 se mantiene más activa. Se observa al igual que en el grupo Pilates una pequeña reactivación de mayor duración en este grupo dentro de la F3 de la musculatura Om.



a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

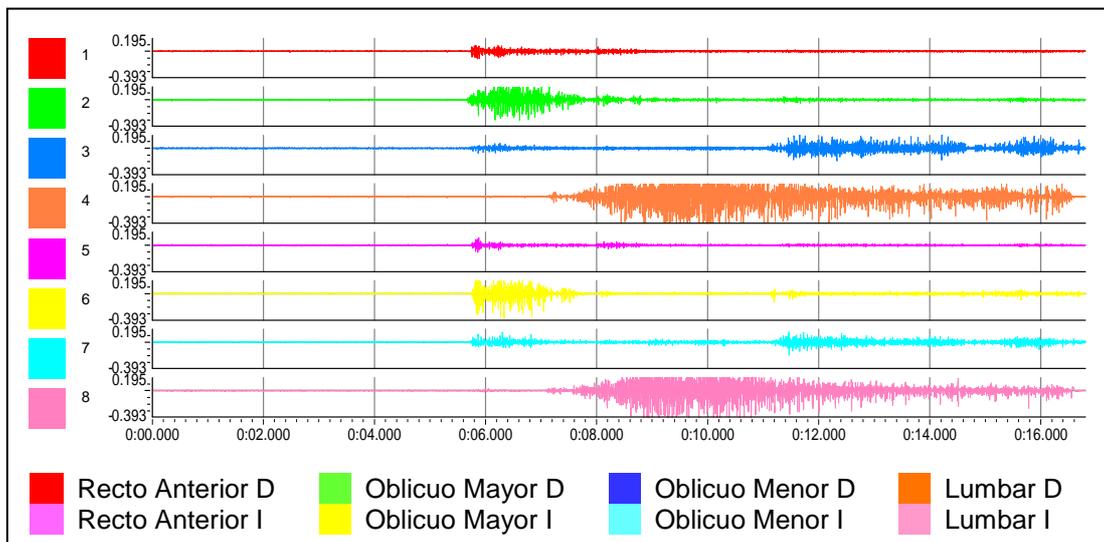
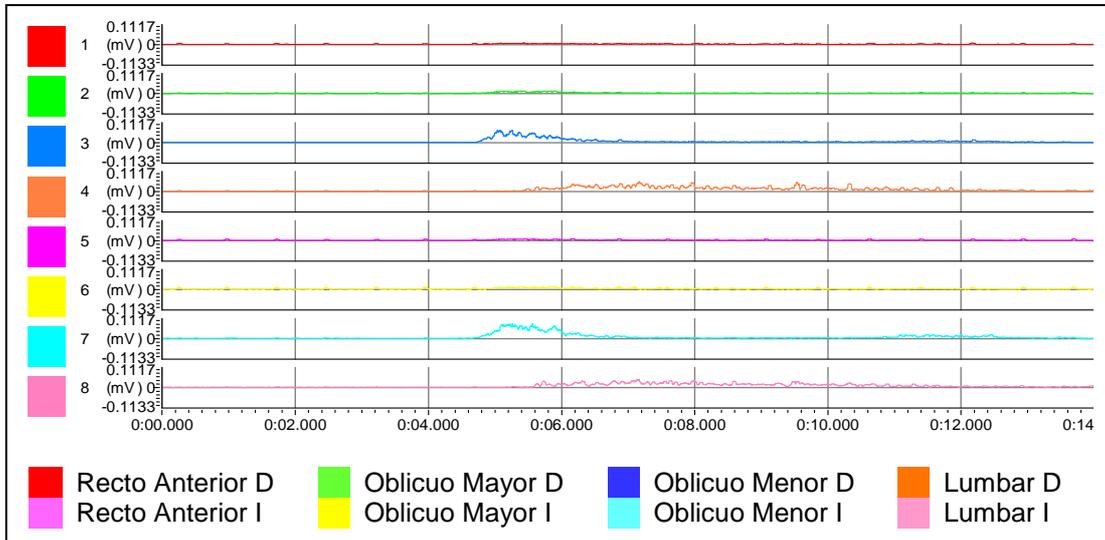


Figura 38. Ejercicio del Rizo. Señal EMGS cruda. a) Grupo Pilates b) Grupo Control

a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

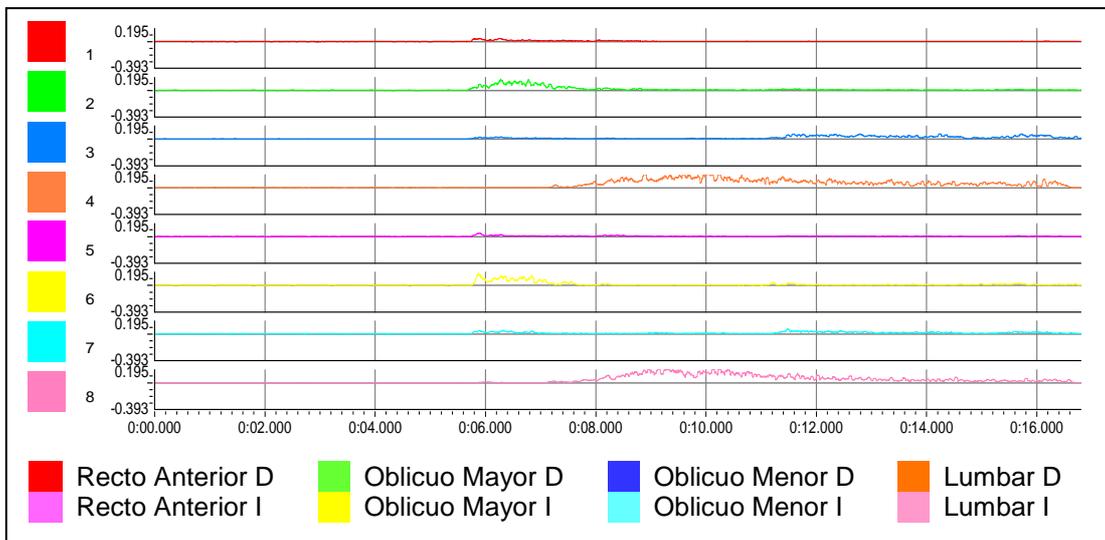


Figura 39. Ejercicio del Rizo. Señal EMGS con filtro RMS. a) Grupo Pilates b) Grupo Control



4.4.1. EJERCICIO DEL RIZO. MÚSCULO RECTO ANTERIOR

En las tablas 29 y 30 mostramos los valores estadísticos descriptivos expresados en mV de los valores pico de actividad eléctrica y de los valores de actividad media de los rectos anteriores durante cada fase del ejercicio del Rizo, mientras que en las tablas 31 y 32 se recogen dichos valores normalizados, esto es, expresados como porcentaje de la contracción voluntaria máxima (%CVM), que podemos ver representados en las figuras 40 y 41.

Cabe destacar que en ninguna de las comparaciones bilaterales que hemos realizado en este estudio hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre derecha e izquierda.

Tabla 29. Recto anterior en el ejercicio del Rizo. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	F1	0,0077 ± 0,0034	44,10	0,0030 - 0,0165
		F2	0,0089 ± 0,0034	38,69	0,0025 - 0,0195
		F3	0,0097 ± 0,0050	51,89	0,0025 - 0,0300
	RImax	F1	0,0112 ± 0,0055	48,47	0,0045 - 0,0307
		F2	0,0128 ± 0,0062	48,40	0,0045 - 0,0315
		F3	0,0117 ± 0,0053	45,04	0,0052 - 0,0315
Grupo Control (n=24)	RDmax	F1	0,0071 ± 0,0027	38,45	0,0037 - 0,0120
		F2	0,0081 ± 0,0056	68,64	0,0031 - 0,0225
		F3	0,0112 ± 0,0076	67,15	0,0039 - 0,0277
	RImax	F1	0,0123 ± 0,0088	71,31	0,0022 - 0,0330
		F2	0,0234 ± 0,0156	66,73	0,0090 - 0,0540
		F3	0,0211 ± 0,0160	75,96	0,0090 - 0,0675

RD: Recto anterior Derecho RI: Recto anterior Izquierdo max: Valor pico



Tabla 30. Recto anterior en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	F1	0,0024 ± 0,0013	53,28	0,0015 - 0,0075
		F2	0,0038 ± 0,0019	49,84	0,0012 - 0,0086
		F3	0,0034 ± 0,0021	60,95	0,0015 - 0,0097
	Rlmed	F1	0,0025 ± 0,0013	52,46	0,0011 - 0,0075
		F2	0,0049 ± 0,0048	98,13	0,0015 - 0,0292
		F3	0,0042 ± 0,0048	84,27	0,0015 - 0,0292
Grupo Control (n=24)	RDmed	F1	0,0021 ± 0,0008	37,32	0,0015 - 0,0037
		F2	0,0039 ± 0,0027	69,49	0,0012 - 0,0097
		F3	0,0040 ± 0,0024	61,06	0,0015 - 0,0097
	Rlmed	F1	0,0022 ± 0,0012	55,88	0,0007 - 0,0052
		F2	0,0087 ± 0,0064	74,17	0,0015 - 0,0217
		F3	0,0080 ± 0,0057	71,88	0,0022 - 0,0202

RD: Recto anterior Derecho RI: Recto anterior Izquierdo med: Valor de actividad media

De la tabla 31 inferimos que es el GC el que presenta valores pico más elevados y que, en ambos grupos, parecen superiores los valores de la fase 2. Pero en el estudio de correlación no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Y en las comparaciones entre fases únicamente lo fueron las encontradas entre F1 y F3 del GP con $p < 0,05$.

Tabla 31. RA en el ejercicio del Rizo. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	F1	6,79% ± 4,01%	58,96%	1,00% - 19,00%
		F2	7,74% ± 4,29%	55,52%	1,00% - 19,00%
		F3 ^Φ	9,26% ± 7,71%	83,24%	1,00% - 34,00%
	Rlmax	F1	9,82% ± 7,11%	72,35%	1,00% - 27,00%
		F2	10,82% ± 7,59%	70,16%	1,00% - 30,00%
		F3	9,82% ± 6,56%	66,80%	1,00% - 24,00%
Grupo Control (n=24)	RDmax	F1	8,50% ± 5,63%	66,19%	2,00% - 19,00%
		F2	8,46% ± 5,04%	59,57%	3,00% - 19,00%
		F3	12,17% ± 8,42%	69,22%	3,00% - 36,00%
	Rlmax	F1	11,25% ± 8,93%	79,39%	1,00% - 29,00%
		F2	19,13% ± 13,28%	69,46%	4,00% - 51,00%
		F3	15,67% ± 8,13%	51,91%	4,00% - 30,00%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

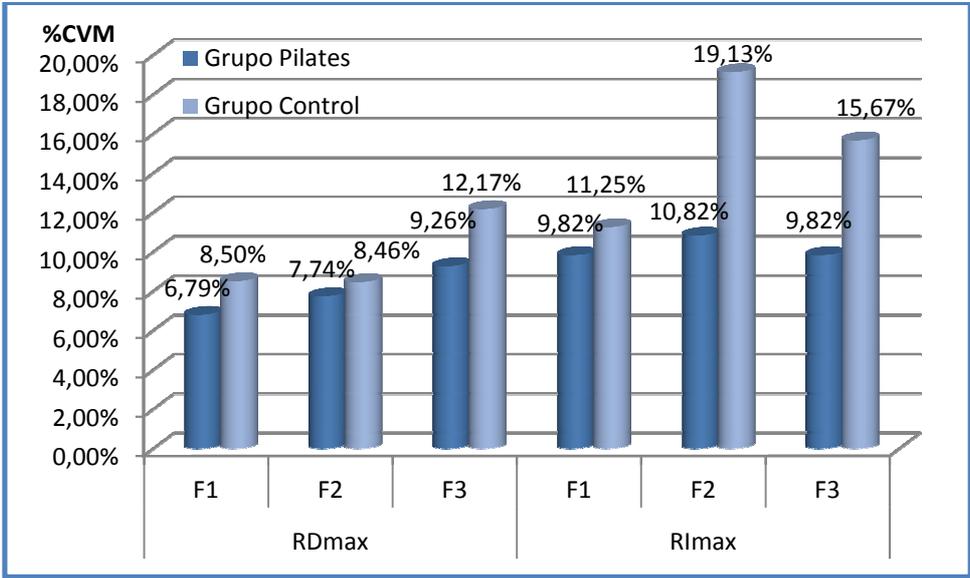


Figura 40. Ejercicio del Rizo. Recto Anterior. Valores pico normalizados (%CVM)

En la tabla 32 el GC vuelve a presentar los valores más elevados y, de las tres fases, la F2 muestra cifras más altas en ambos grupos.

En el análisis de correlación entre las fases del ejercicio, encontramos diferencias significativas en los valores medios del RA tanto entre las fases F1 y F2 como entre las fases F1 y F3 de ambos grupos del estudio. Todas ellas con $p < 0,01$.

Al comparar las cifras obtenidos para el RA por grupos, sólo encontramos diferencias estadísticamente significativas en el valor medio de la F3 con $p < 0,05$.



Tabla 32. RA en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Min-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	F1	2,12% ± 1,30%	61,26%	0,00% - 5,00%
		F2 ^Φ	3,06% ± 1,65%	53,95%	1,00% - 7,00%
		F3 ^Φ	2,91% ± 2,02%	69,39%	1,00% - 10,00%
	Rlmed	F1	2,24% ± 2,03%	90,86%	0,00% - 7,00%
		F2	3,85% ± 2,82%	73,17%	0,00% - 11,00%
		F3	3,35% ± 2,71%	80,73%	0,00% - 11,00%
Grupo Control (n=24)	RDmed	F1	2,58% ± 1,93%	74,78%	1,00% - 7,00%
		F2 ^Φ	4,25% ± 3,04%	71,52%	1,00% - 10,00%
		F3 ^Φ	4,29% ± 2,61%	60,87%	1,00% - 9,00%
	Rlmed	F1	2,00% ± 1,38%	69,16%	0,00% - 5,00%
		F2	6,58% ± 6,11%	92,87%	1,00% - 25,00%
		F3	6,38% ± 6,01%	94,21%	1,00% - 25,00%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

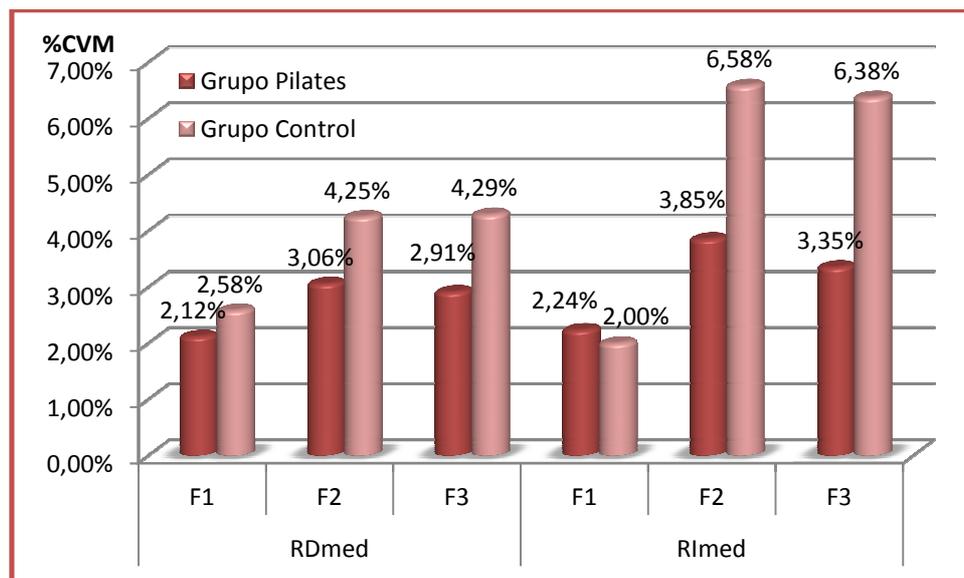


Figura 41. Ejercicio del Rizo. Recto Anterior. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.4.2. EJERCICIO DEL RIZO. MÚSCULO OBLICUO MAYOR

Los valores medios y el resto de estadísticos descriptivos del OM en cada fase del ejercicio del Rizo se recogen en las tablas 33 y 34. Mostramos los valores pico y los de actividad media en mV. En las tablas 35 y 36 y en las figuras 42 y 43 los presentamos normalizados (%CVM).

Tabla 33. Oblicuo Mayor en el ejercicio del Rizo. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmax	F1	0,0079 ± 0,0052	65,65	0,0012 - 0,0255
		F2	0,0148 ± 0,0082	54,94	0,0019 - 0,0382
		F3	0,0163 ± 0,0139	85,30	0,0026 - 0,0630
	OMImax	F1	0,0126 ± 0,0069	54,28	0,0045 - 0,0315
		F2	0,0192 ± 0,0128	66,54	0,0082 - 0,0660
		F3	0,0153 ± 0,0071	46,35	0,0075 - 0,0375
Grupo Control (n=24)	OMDmax	F1	0,0076 ± 0,0042	55,52	0,0045 - 0,0250
		F2	0,0165 ± 0,0113	68,82	0,0060 - 0,0390
		F3	0,0098 ± 0,0051	52,16	0,0023 - 0,0232
	OMImax	F1	0,0124 ± 0,0080	64,71	0,0045 - 0,0330
		F2	0,0285 ± 0,0205	71,89	0,0052 - 0,0825
		F3	0,0230 ± 0,0177	77,23	0,0067 - 0,0645

OMD: Oblicuo Mayor Derecho OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo max: Valor pico

Tabla 34. Oblicuo Mayor en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmed	F1	0,0031 ± 0,0024	77,06	0,0015 - 0,0105
		F2	0,0062 ± 0,0048	77,36	0,0014 - 0,0277
		F3	0,0056 ± 0,0051	89,87	0,0015 - 0,0270
	OMImed	F1	0,0034 ± 0,0021	63,48	0,0014 - 0,0097
		F2	0,0076 ± 0,0058	76,17	0,0022 - 0,0256
		F3	0,0062 ± 0,0050	80,12	0,0022 - 0,0256
Grupo Control (n=24)	OMDmed	F1	0,0037 ± 0,0037	90,11	0,0015 - 0,0156
		F2	0,0051 ± 0,0034	66,69	0,0022 - 0,0170
		F3	0,0041 ± 0,0019	45,47	0,0022 - 0,0075
	OMImed	F1	0,0035 ± 0,0024	67,14	0,0015 - 0,0095
		F2	0,0132 ± 0,0122	92,37	0,0015 - 0,0337
		F3	0,0094 ± 0,0085	89,84	0,0022 - 0,0292

OMD: Oblicuo Mayor Derecho OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo med: Valor de actividad media



En la tabla 35, los valores del GP son superiores a los del GC y la fase de valor más elevado en este músculo es F2. Al correlacionar las fases del ejercicio, se encontraron diferencias significativas entre la fase F1 y la fase F2 de ambos grupos ($p < 0,001$ en GP y $p < 0,01$ en GC), así como entre F1 y F3 del GP ($p < 0,01$) y entre F2 y F3 del GC ($p < 0,05$). Entre los grupos, sólo se encontramos diferencias estadísticamente significativas en la fase F3 ($p < 0,05$).

Tabla 35. OM en el ejercicio del Rizo. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Min-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmax	F1	6,56% \pm 5,54%	84,53%	1,00% - 21,00%
		F2 ^Φ	12,50% \pm 8,47%	67,75%	1,00% - 27,00%
		F3 ^Φ	14,21% \pm 12,07%	85,00%	1,00% - 45,00%
	OMImax	F1	10,65% \pm 8,87%	83,27%	2,00% - 35,00%
		F2	15,59% \pm 10,50%	67,36%	3,00% - 42,00%
		F3	13,12% \pm 9,61%	73,26%	3,00% - 47,00%
Grupo Control (n=24)	OMDmax	F1	5,21% \pm 2,96%	56,89%	2,00% - 13,00%
		F2 ^Φ	11,21% \pm 7,81%	69,66%	4,00% - 28,00%
		F3 ^{ΦΦ}	6,71% \pm 5,00%	74,53%	2,00% - 24,00%
	OMImax	F1	9,54% \pm 9,16%	95,95%	1,00% - 26,00%
		F2	17,21% \pm 11,52%	66,94%	1,00% - 43,00%
		F3	13,42% \pm 9,45%	70,43%	2,00% - 30,00%

^Φ Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ} Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

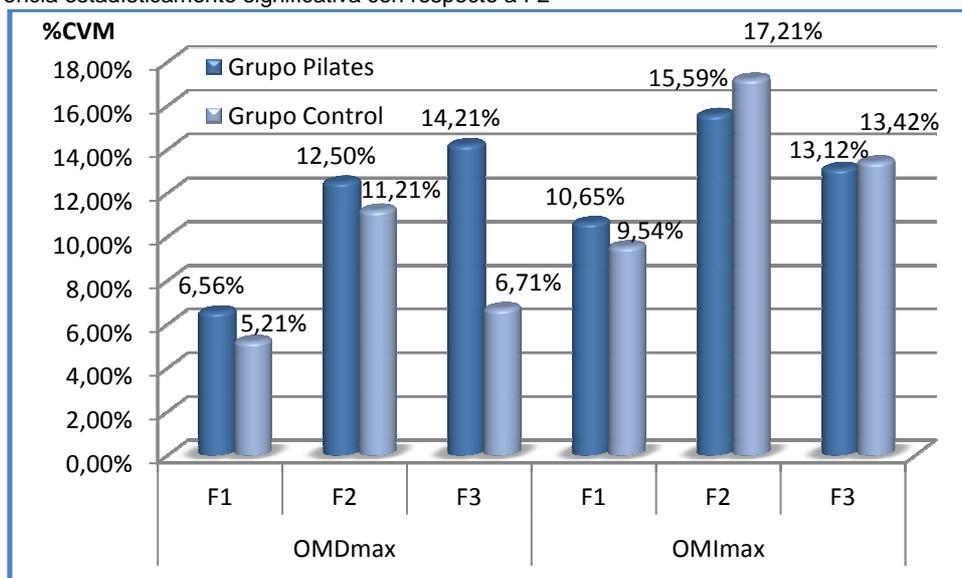


Figura 42. Ejercicio del Rizo. Oblicuo Mayor. Valores pico normalizados (%CVM)

Los valores de actividad media normalizados del OM en el Rizo (tabla 36 y figura 43) del GP son superiores a los del GC, como en el caso de los valores pico, siendo significativas las diferencias durante F2 y durante F3 ($p < 0,05$).

En ambos grupos la F2 vuelve a ser la de valor más alto y al correlacionar las fases del ejercicio, sólo encontramos diferencias significativas en el GP; entre las fases F1 y F2 ($p < 0,001$) y entre F1 y F3 ($p < 0,01$).

Tabla 36. OM en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Min-Max
Grupo Pilates (n=34)	OMDmed	F1	2,62% ± 2,39%	91,19%	0,00% - 8,00%
		F2 ^Φ	5,12% ± 3,82%	74,64%	0,00% - 18,00%
		F3 ^Φ	4,68% ± 4,02%	85,97%	0,00% - 16,00%
	OMImed	F1	3,03% ± 2,68%	88,46%	0,00% - 12,00%
		F2	5,76% ± 3,46%	59,95%	1,00% - 16,00%
		F3	4,91% ± 3,41%	69,34%	1,00% - 16,00%
Grupo Control (n=24)	OMDmed	F1	2,50% ± 2,50%	90,09%	1,00% - 10,00%
		F2	3,33% ± 2,32%	69,47%	1,00% - 11,00%
		F3	2,83% ± 2,08%	73,35%	1,00% - 8,00%
	OMImed	F1	2,33% ± 2,18%	93,44%	0,00% - 8,00%
		F2	7,21% ± 7,70%	96,83%	0,00% - 17,00%
		F3	4,71% ± 3,20%	67,88%	1,00% - 13,00%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

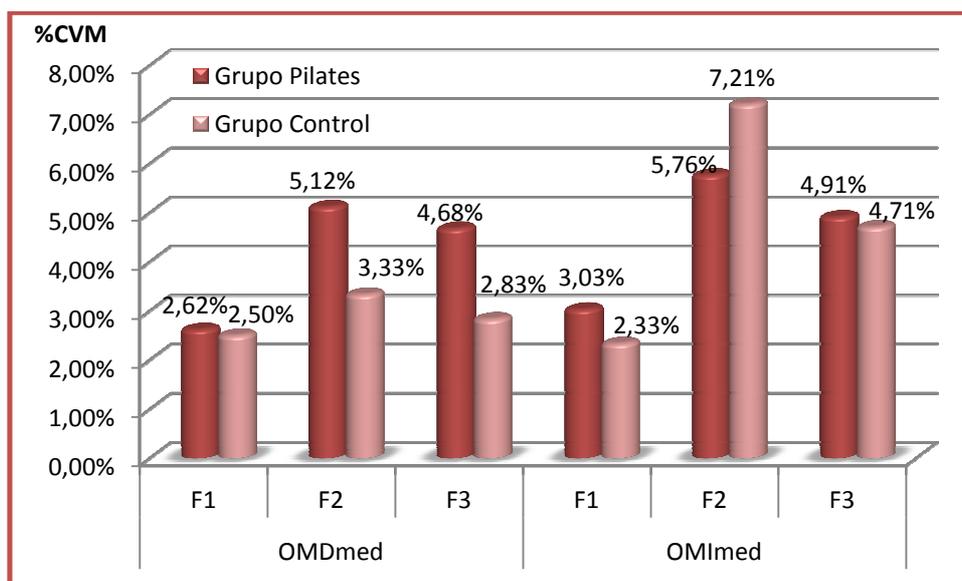


Figura 43. Ejercicio del Rizo. Oblicuo Mayor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)



4.4.3. EJERCICIO DEL RIZO. MÚSCULO OBLICUO MENOR

En las tablas 37 y 38 mostramos, respectivamente, los valores pico de actividad eléctrica y los valores de actividad media de los oblicuos menores en el ejercicio del Rizo, detallando su media, desviación típica, coeficiente de variación y rango en cada una de sus tres fases. Estos valores normalizados (%CVM) se presentan en las tablas 39 y 40 y en las figuras 44 y 45.

Tabla 37. Oblicuo menor en el ejercicio del Rizo. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmax	F1	0,0061 ± 0,0054	88,78	0,0015 - 0,0270
		F2	0,0260 ± 0,0201	77,44	0,0052 - 0,0772
		F3	0,0218 ± 0,0169	77,55	0,0037 - 0,0637
	Omlmax	F1	0,0065 ± 0,0041	64,00	0,0015 - 0,0187
		F2	0,0257 ± 0,0214	83,05	0,0052 - 0,0832
		F3	0,0222 ± 0,0180	81,29	0,0045 - 0,0822
Grupo Control (n=24)	OmDmax	F1	0,0055 ± 0,0028	51,40	0,0030 - 0,0131
		F2	0,0269 ± 0,0176	65,44	0,0060 - 0,0592
		F3	0,0208 ± 0,0218	85,05	0,0037 - 0,0642
	Omlmax	F1	0,0061 ± 0,0029	47,92	0,0022 - 0,0127
		F2	0,0293 ± 0,0207	70,73	0,0060 - 0,0715
		F3	0,0360 ± 0,0269	74,70	0,0045 - 0,0787

OmD: Oblicuo menor Derecho Oml: Oblicuo menor Izquierdo max: Valor pico

Tabla 38. Oblicuo menor en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmed	F1	0,0044 ± 0,0038	85,48	0,0015 - 0,0187
		F2	0,0112 ± 0,0102	91,04	0,0022 - 0,0532
		F3	0,0086 ± 0,0066	76,61	0,0022 - 0,0277
	Omlmed	F1	0,0038 ± 0,0022	56,88	0,0015 - 0,0082
		F2	0,0110 ± 0,0080	72,64	0,0030 - 0,0307
		F3	0,0089 ± 0,0083	92,80	0,0015 - 0,0472
Grupo Control (n=24)	OmDmed	F1	0,0032 ± 0,0032	98,95	0,0015 - 0,0127
		F2	0,0080 ± 0,0058	73,36	0,0022 - 0,0217
		F3	0,0080 ± 0,0071	88,88	0,0022 - 0,0337
	Omlmed	F1	0,0032 ± 0,0021	65,25	0,0015 - 0,0070
		F2	0,0094 ± 0,0073	78,38	0,0030 - 0,0292
		F3	0,0108 ± 0,0062	57,75	0,0022 - 0,0217

OmD: Oblicuo menor Derecho Oml: Oblicuo menor Izquierdo med: Valor de actividad media



En la tabla 39 observamos que F2 tiende a presentar valores pico más altos que las otras fases. Al comparar las fases entre sí, vemos diferencias significativas entre F1 y F2 con $p < 0,001$ y entre F1 y F3 con $p < 0,01$ en el grupo Control y con $p < 0,001$ en el grupo Pilates. Sin embargo, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Tabla 39. Om en el ejercicio del Rizo. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmax	F1	4,62% \pm 4,04%	87,03%	1,00% - 20,00%
		F2 ^Φ	16,65% \pm 12,29%	73,82%	2,00% - 51,00%
		F3 ^Φ	14,53% \pm 12,05%	82,96%	1,00% - 56,00%
	Omlmax	F1	4,76% \pm 4,54%	95,28%	1,00% - 17,00%
		F2	15,65% \pm 10,89%	69,58%	2,00% - 44,00%
		F3	13,82% \pm 9,71%	70,24%	1,00% - 40,00%
Grupo Control (n=24)	OmDmax	F1	3,54% \pm 1,64%	46,34%	1,00% - 6,00%
		F2 ^Φ	18,79% \pm 16,66%	88,63%	2,00% - 53,00%
		F3 ^Φ	13,96% \pm 12,73%	75,56%	2,00% - 46,00%
	Omlmax	F1	4,17% \pm 2,60%	62,37%	0,00% - 8,00%
		F2	18,00% \pm 15,00%	83,33%	3,00% - 55,00%
		F3	21,71% \pm 16,82%	77,48%	3,00% - 49,00%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

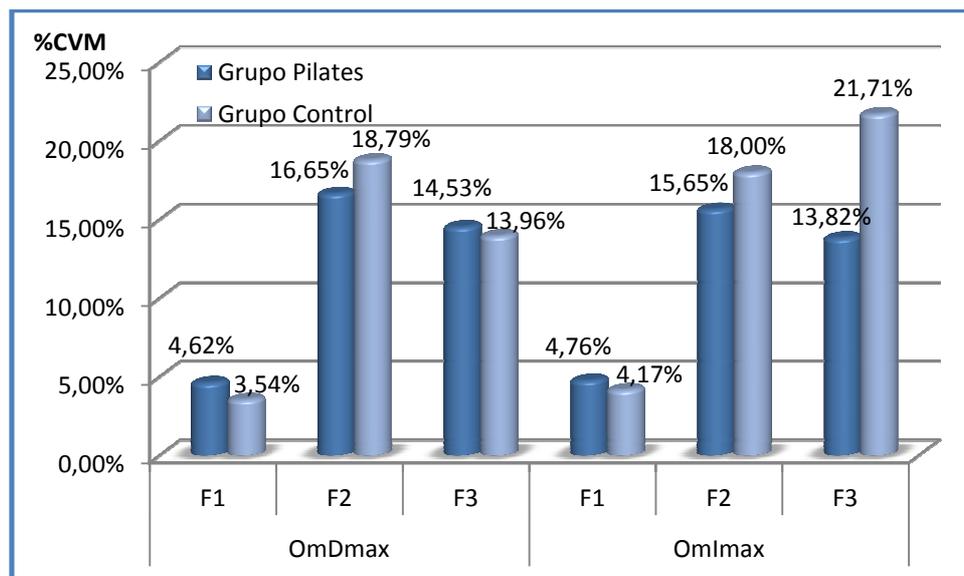


Figura 44. Ejercicio del Rizo. Oblicuo menor. Valores pico normalizados (%CVM)

El GP presenta los valores de actividad media del Om más elevados y, de nuevo, la F2 es la de mayor valor electromiográfico (tabla 40).

Al comparar entre las fases encontramos diferencias significativas ($p < 0,01$) tanto entre las fases F1 y F2 como entre las fases F1 y F3 de ambos grupos ($p < 0,001$ en el GC). Pero al comparar los valores por grupos, sólo encontramos diferencias estadísticamente significativas en F1 ($p < 0,05$).

Tabla 40. Om en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmed	F1	3,24% ± 2,98%	91,96%	0,00% - 14,00%
		F2 ^Φ	6,74% ± 4,65%	68,99%	1,00% - 19,00%
		F3 ^{ΦΦ}	5,44% ± 3,97%	72,98%	1,00% - 17,00%
	Omlmed	F1	3,00% ± 2,37%	79,14%	0,00% - 10,00%
		F2	6,97% ± 5,47%	78,54%	1,00% - 21,00%
		F3	5,56% ± 4,08%	73,47%	1,00% - 15,00%
Grupo Control (n=24)	OmDmed	F1	1,96% ± 1,43%	72,96%	0,00% - 6,00%
		F2 ^Φ	5,50% ± 5,40%	90,02%	1,00% - 19,00%
		F3 ^Φ	5,17% ± 4,84%	93,72%	1,00% - 19,00%
	Omlmed	F1	2,04% ± 1,27%	62,09%	0,00% - 5,00%
		F2	5,67% ± 5,60%	98,83%	1,00% - 22,00%
		F3	6,42% ± 3,81%	59,37%	2,00% - 14,00%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

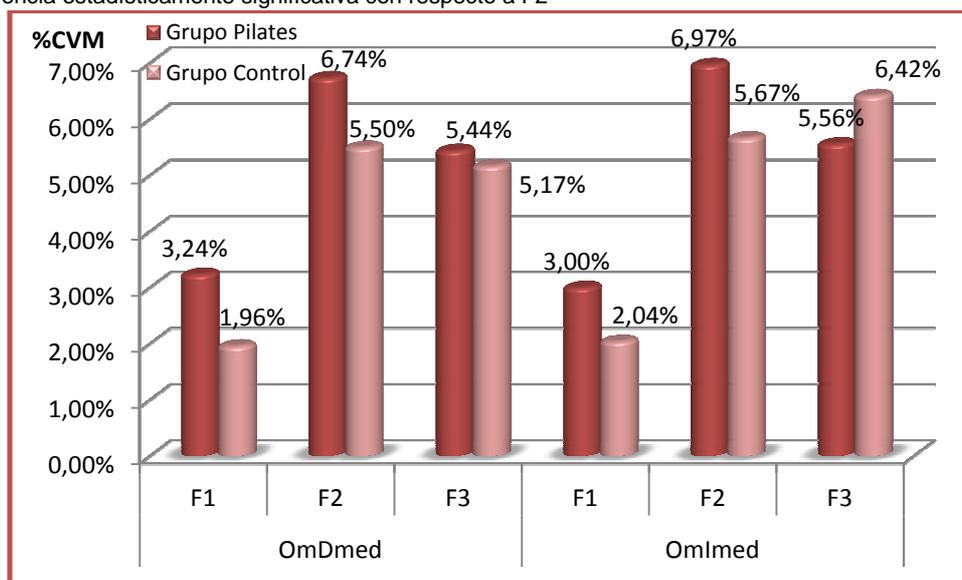


Figura 45. Ejercicio del Rizo. Oblicuo menor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)



4.4.4. EJERCICIO DEL RIZO. MUSCULATURA LUMBAR

Mostramos los valores estadísticos descriptivos de los valores pico de actividad EMG y de los valores de actividad media de la musculatura lumbar durante las tres fases del ejercicio del Rizo (tablas 41 y 42). En las tablas 43 y 44 y figuras 46 y 47, presentamos la normalización de estos valores (%CVM).

Tabla 41. Musculatura lumbar en el ejercicio del Rizo. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmax	F1	0,0032 ± 0,0020	62,28	0,0015 - 0,0075
		F2	0,0285 ± 0,0162	57,03	0,0075 - 0,0757
		F3	0,0166 ± 0,0136	81,94	0,0022 - 0,0592
	LImax	F1	0,0033 ± 0,0024	73,14	0,0007 - 0,0095
		F2	0,0352 ± 0,0263	74,70	0,0075 - 0,1027
		F3	0,0211 ± 0,0199	93,98	0,0022 - 0,0750
Grupo Control (n=24)	LDmax	F1	0,0065 ± 0,0050	77,37	0,0015 - 0,0150
		F2	0,0235 ± 0,0145	61,64	0,0075 - 0,0600
		F3	0,0252 ± 0,0206	81,83	0,0067 - 0,0795
	LImax	F1	0,0029 ± 0,0020	68,40	0,0015 - 0,0089
		F2	0,0341 ± 0,0218	64,03	0,0052 - 0,0855
		F3	0,0333 ± 0,0226	67,89	0,0045 - 0,0847

LD: Lumbar Derecho LI: Lumbar Izquierdo max: Valor pico

Tabla 42. Musculatura lumbar en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmed	F1	0,0674 ± 0,0604	89,41	0,0100 - 0,4200
		F2	0,3515 ± 0,1544	43,93	0,0900 - 0,6500
		F3	0,2635 ± 0,1567	59,45	0,0700 - 0,8300
	LImed	F1	0,0444 ± 0,0384	86,44	0,0100 - 0,1900
		F2	0,3924 ± 0,1639	41,79	0,1000 - 0,7300
		F3	0,2721 ± 0,1250	45,93	0,0900 - 0,5600
Grupo Control (n=24)	LDmed	F1	0,0792 ± 0,0658	83,12	0,0100 - 0,2200
		F2	0,4454 ± 0,3009	67,55	0,0500 - 0,9400
		F3	0,4704 ± 0,3056	64,97	0,0500 - 0,9100
	LImed	F1	0,0442 ± 0,0301	68,06	0,0200 - 0,1200
		F2	0,3813 ± 0,1920	50,37	0,0600 - 0,6300
		F3	0,3133 ± 0,1647	52,57	0,0600 - 0,5600

LD: Lumbar Derecho LI: Lumbar Izquierdo med: Valor de actividad media



Las cifras de los valores pico normalizados (tabla 43 y figura 46) más elevadas pertenecen al GC y de nuevo a F2. Al compara las fases entre sí, vemos diferencias significativas entre todas ellas en el GP con una $p < 0,001$ (excepto entre F2 y F3 con $p < 0,01$). En el GC las encontramos entre F1 y las otras dos fases ($p < 0,001$). Menos significativas ($p < 0,01$) fueron las diferencias encontradas entre ambos grupos a nivel de F3.

Tabla 43. Musculatura lumbar en el ejercicio del Rizo. Valores pico normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmax	F1	6,74% \pm 5,04%	89,41%	1,00% - 42,00%
		F2 ^Φ	35,15% \pm 15,44%	43,93%	9,00% - 65,00%
		F3 ^{ΦΦ}	26,35% \pm 15,67%	59,45%	7,00% - 83,00%
	Llmax	F1	4,44% \pm 3,84%	86,44%	1,00% - 19,00%
		F2	39,24% \pm 16,39%	41,79%	10,00% - 73,00%
		F3	27,21% \pm 12,50%	45,93%	9,00% - 56,00%
Grupo Control (n=24)	LDmax	F1	7,92% \pm 6,58%	83,12%	1,00% - 22,00%
		F2 ^Φ	44,54% \pm 30,09%	67,55%	5,00% - 94,00%
		F3 ^Φ	47,04% \pm 30,56%	64,97%	5,00% - 91,00%
	Llmax	F1	4,42% \pm 3,01%	68,06%	2,00% - 12,00%
		F2	38,13% \pm 19,20%	50,37%	6,00% - 63,00%
		F3	31,33% \pm 16,47%	52,57%	6,00% - 56,00%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

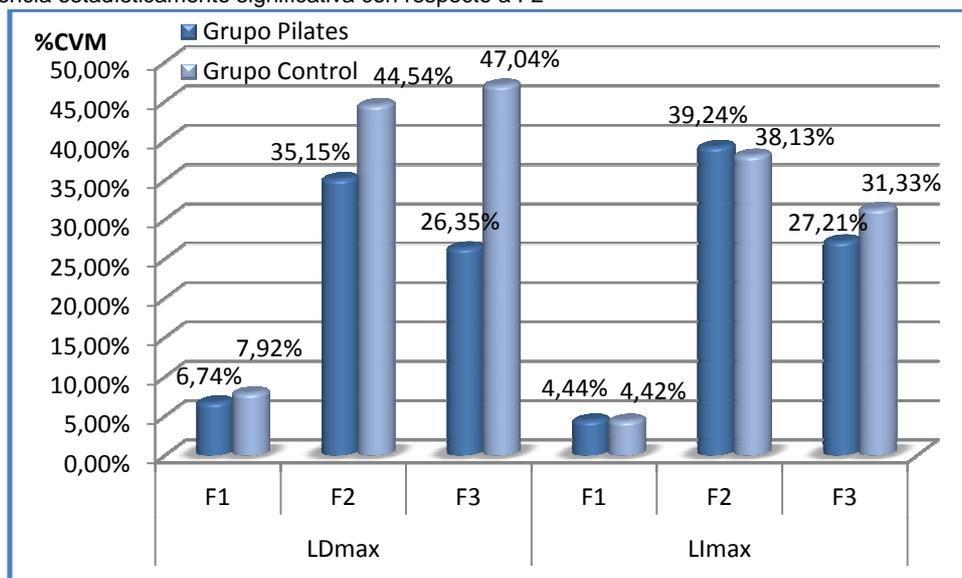


Figura 46. Ejercicio del Rizo. Lumbar. Valores pico normalizados (%CVM)

En relación a los valores de actividad media normalizados (tabla 44 y figura 47), vemos que las cifras más altas corresponden al GC y a la fase F2.

En la comparación entre fases, vemos diferencias significativas entre todas ellas en el GP y entre F1 y las otras dos fases. Todas ellas presentan una $p < 0,001$. Encontramos igualmente diferencias significativas entre ambos grupos a nivel de los valores medios de F1 ($p < 0,05$) y de F3 ($p < 0,01$).

Tabla 44. Musculatura lumbar en el ejercicio del Rizo. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmed	F1	1,88% ± 1,53%	81,43%	0,00% - 7,00%
		F2 ^Φ	13,79% ± 7,26%	52,66%	3,00% - 31,00%
		F3 ^{ΦΦ}	7,74% ± 5,94%	76,80%	2,00% - 30,00%
	Llmed	F1	1,65% ± 1,39%	84,40%	0,00% - 5,00%
		F2	15,18% ± 7,49%	49,32%	4,00% - 29,00%
		F3	8,62% ± 5,98%	69,45%	2,00% - 28,00%
Grupo Control (n=24)	LDmed	F1	4,42% ± 4,03%	80,35%	1,00% - 15,00%
		F2 ^Φ	16,33% ± 11,04%	67,62%	2,00% - 36,00%
		F3 ^Φ	16,88% ± 12,15%	71,97%	2,00% - 37,00%
	Llmed	F1	1,67% ± 1,09%	65,41%	1,00% - 4,00%
		F2	17,54% ± 11,41%	65,06%	2,00% - 47,00%
		F3	17,17% ± 11,59%	67,49%	2,00% - 47,00%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

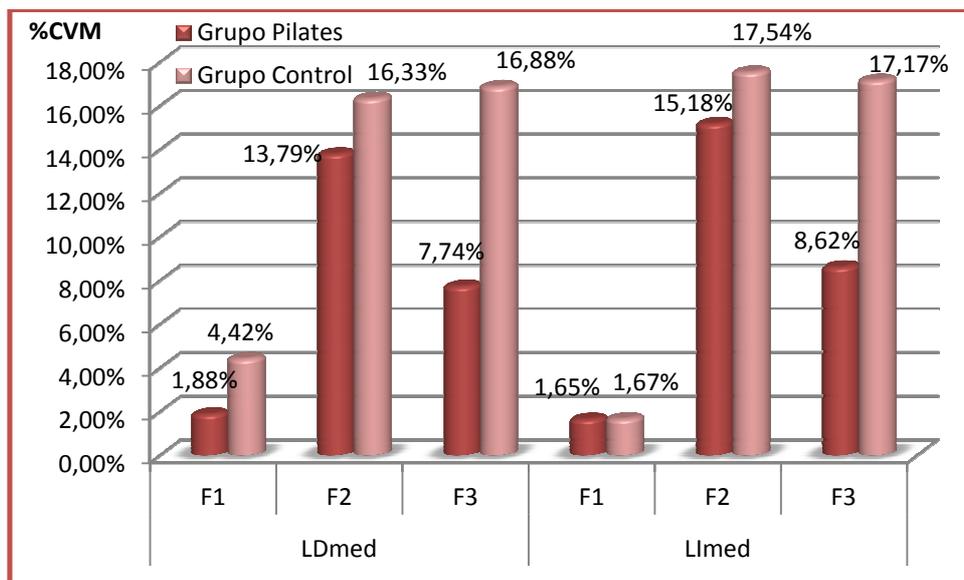


Figura 47. Ejercicio del Rizo. Lumbar. Valores de actividad media normalizados (%CVM)



4.5. ACTIVIDAD ELÉCTRICA DURANTE EL EJERCICIO DEL *CURL UP*

Presentamos los patrones de activación electromiográfica tipo del ejercicio del *Curl up* (figura 14). Repetiremos la dinámica anterior presentando para ambos grupos un registro de la señal bruta primero (figura 48) y un registro filtrado con RMS a continuación (figura 49), en los que se observan las tres fases de cinco segundos del ejercicio (reposo, ejecución y retorno a la posición inicial).

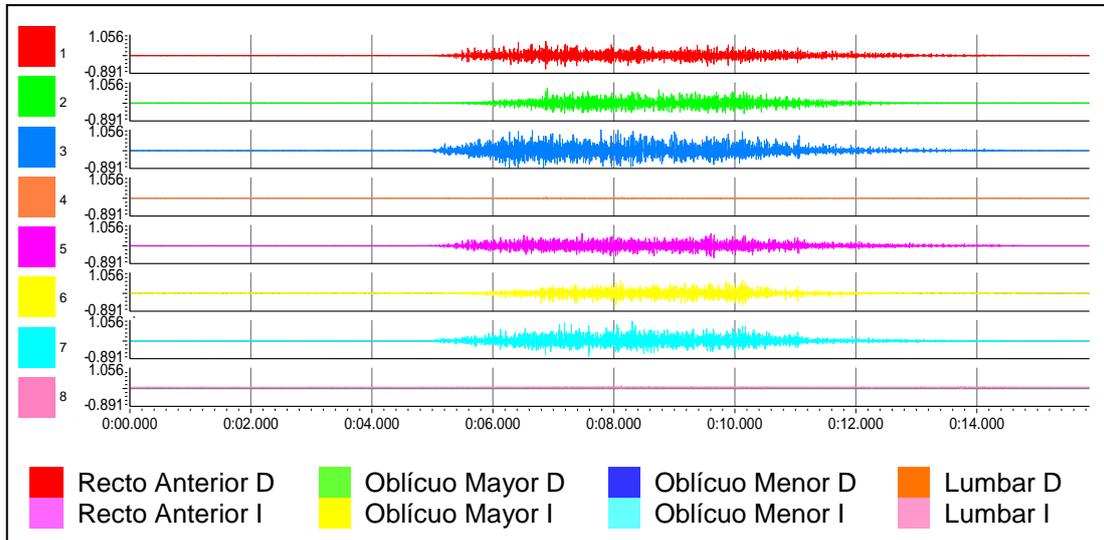
En ambos grupos se hace evidente la nula participación en este ejercicio de la musculatura lumbar.

El 70% de las voluntarias del GP presentaron un patrón tipo en el que vemos, en la fase 2, la activación casi simultánea de RA y Om, con un mínimo retraso del OM. Sin embargo, en el GC este patrón se presenta en un 35% de los casos, siendo el patrón predominante aquel en el que la activación del Om es inferior a la del resto de la musculatura abdominal. Se mantiene sin embargo, en el plano temporal, la simultaneidad de RA y Om y el retraso del OM.

En ambos grupos y en todas las voluntarias, la fase 1 resulta inactiva y en la fase 3 se reduce gradualmente y de forma simultánea la actividad registrada en los tres músculos abdominales.



a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

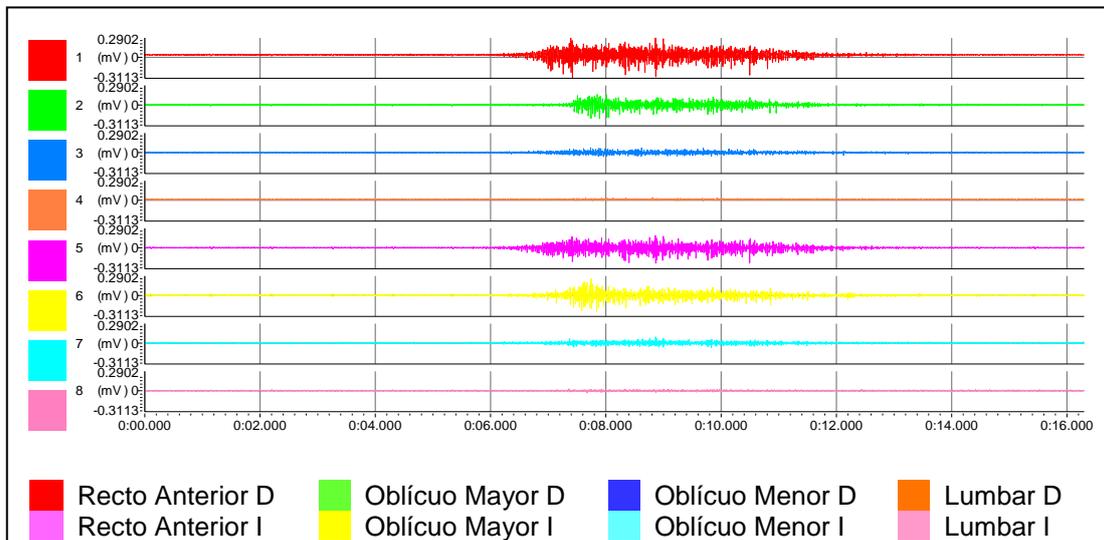
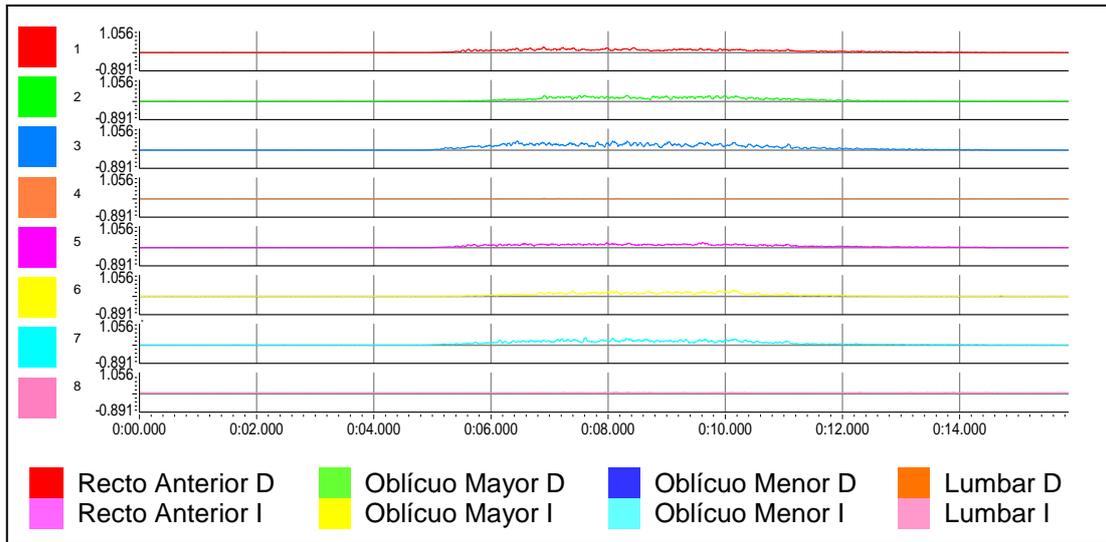


Figura 48. Ejercicio del *Curl up*. Señal EMGS cruda. a) Grupo Pilates b) Grupo Control

a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

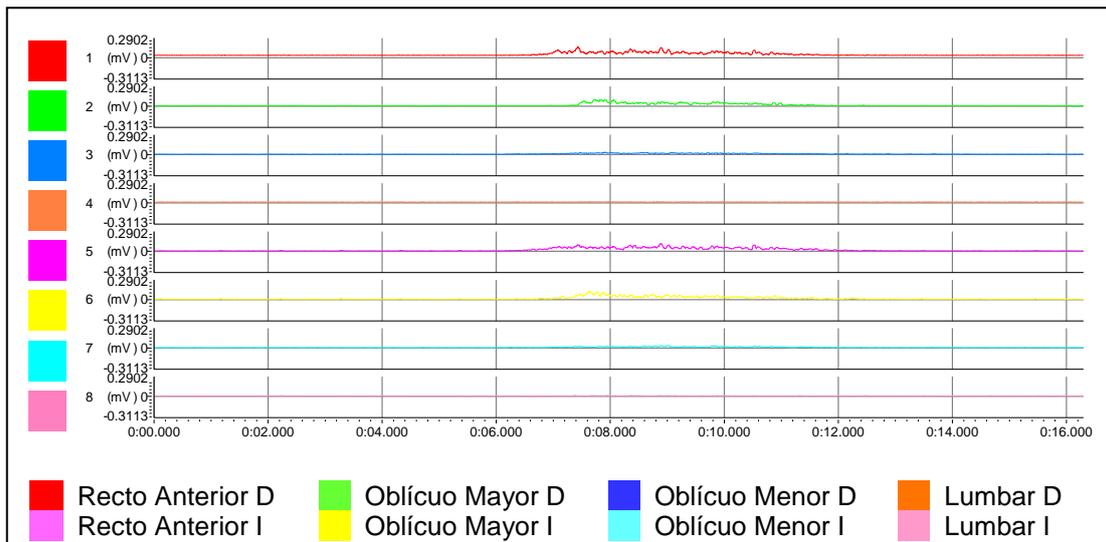


Figura 49. Ejercicio del *Curl up*. Señal EMGS con filtro RMS. a) Grupo Pilates b) Grupo Control



4.5.1. EJERCICIO DEL *CURL UP*. MÚSCULO RECTO ANTERIOR

En las tablas 45 y 46 presentamos la media y los demás valores estadísticos descriptivos en mV de los valores electromiográficos pico pertenecientes a los músculos rectos anteriores (RA) en cada fase del ejercicio del *Curl up*, así como los de los valores de actividad electromiográfica media. A continuación mostramos estos valores normalizados (%CVM) en las tablas 47 y 48 y en las figuras 50 y 51.

De nuevo, no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones bilaterales para ninguno de los músculos estudiados en este ejercicio.

Tabla 45. Recto anterior en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	F1	0,0103 ± 0,0054	52,75	0,0037 - 0,0277
		F2	0,0802 ± 0,0405	50,54	0,0132 - 0,1502
		F3	0,0408 ± 0,0203	49,69	0,0120 - 0,0847
	Rlmax	F1	0,0132 ± 0,0065	48,84	0,0052 - 0,0352
		F2	0,0812 ± 0,0483	59,44	0,0147 - 0,1822
		F3	0,0480 ± 0,0342	71,23	0,0082 - 0,1237
Grupo Control (n=24)	RDmax	F1	0,0074 ± 0,0035	47,15	0,0023 - 0,0165
		F2	0,0467 ± 0,0295	63,07	0,0127 - 0,0997
		F3	0,0328 ± 0,0196	59,71	0,0105 - 0,0832
	Rlmax	F1	0,0099 ± 0,0053	53,35	0,0015 - 0,0210
		F2	0,0655 ± 0,0485	74,05	0,0113 - 0,1942
		F3	0,0553 ± 0,0325	58,80	0,0067 - 0,1098

RD: Recto anterior Derecho RI: Recto anterior Izquierdo max: Valor pico



Tabla 46. Recto anterior en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	F1	0,0036 ± 0,0020	54,63	0,0007 - 0,0092
		F2	0,0451 ± 0,0278	61,67	0,0060 - 0,1445
		F3	0,0156 ± 0,0117	74,75	0,0015 - 0,0442
	Rlmed	F1	0,0036 ± 0,0022	62,03	0,0015 - 0,0097
		F2	0,0412 ± 0,0245	59,61	0,0090 - 0,1020
		F3	0,0184 ± 0,0156	84,82	0,0022 - 0,0697
Grupo Control (n=24)	RDmed	F1	0,0021 ± 0,0010	47,14	0,0012 - 0,0045
		F2	0,0270 ± 0,0177	65,54	0,0052 - 0,0750
		F3	0,0122 ± 0,0061	49,87	0,0030 - 0,0270
	Rlmed	F1	0,0025 ± 0,0017	68,86	0,0007 - 0,0072
		F2	0,0233 ± 0,0124	53,21	0,0052 - 0,0540
		F3	0,0230 ± 0,0138	60,00	0,0022 - 0,0540

RD: Recto anterior Derecho RI: Recto anterior Izquierdo med: Valor de actividad media

En la tabla 47 observamos la tendencia del GP a presentar mayores valores pico que el GC en las fases 1 y 2, mientras que en la F3 es el GC el de mayor actividad. En ambos grupos, la fase de ejecución es la de valores más altos.

En el análisis de correlación encontramos que, en el grupo Pilates, todas las diferencias encontradas entre las fases eran estadísticamente significativas con $p < 0,001$, cosa que ocurre también con las diferencias del GC a excepción de las encontradas entre F2 y F3 que lo fueron con $p < 0,01$. No obstante, la única diferencia estadísticamente significativas entre los grupos, fue a nivel de los valores pico de F2 ($p < 0,05$).

Tabla 47. RA en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	F1	7,60% ± 3,67%	48,31%	1,47% - 19,17%
		F2 ^Φ	55,73% ± 22,95%	41,18%	15,17% - 83,43%
		F3 ^{ΦΦ}	31,22% ± 17,61%	56,39%	2,65% - 79,76%
	Rlmax	F1	9,02% ± 3,73%	41,38%	1,60% - 18,62%
		F2	52,31% ± 28,70%	54,87%	11,44% - 96,08%
		F3	30,75% ± 18,81%	61,16%	3,56% - 75,90%
Grupo Control (n=24)	RDmax	F1	8,32% ± 5,13%	61,62%	1,49% - 18,52%
		F2 ^Φ	42,98% ± 21,21%	49,35%	14,95% - 77,40%
		F3 ^{ΦΦ}	32,89% ± 19,51%	59,33%	13,74% - 66,67%
	Rlmax	F1	6,45% ± 4,03%	62,45%	0,51% - 15,07%
		F2	37,64% ± 21,11%	56,09%	4,36% - 84,43%
		F3	35,62% ± 20,79%	58,36%	2,30% - 76,78%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

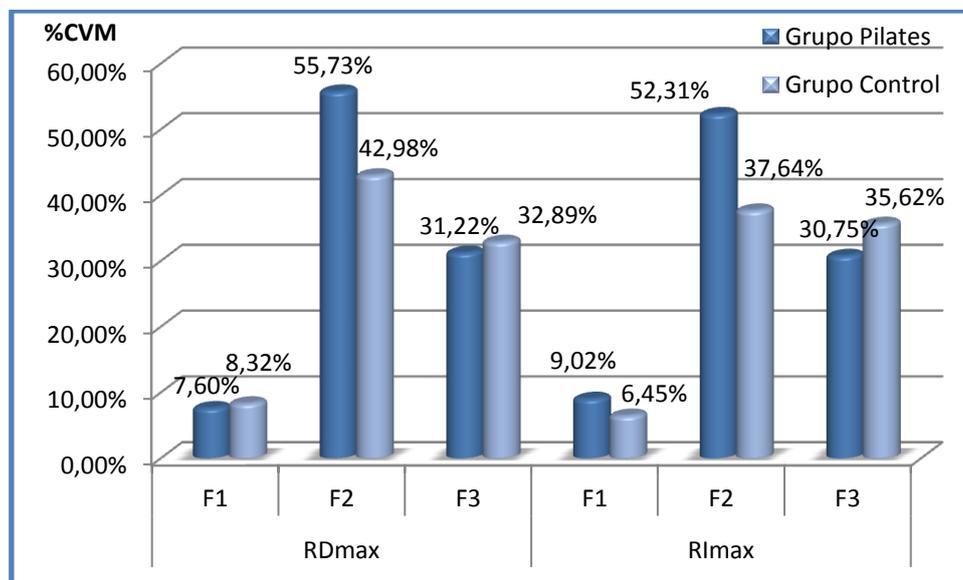


Figura 50. Ejercicio del *Curl up*. Recto Anterior. Valores pico normalizados (%CVM)



Al normalizar los datos de actividad media (tabla 48), ocurre lo mismo que con los valores pico, esto es, el GC muestra valores más elevados en la F3 y el GP los presenta en F1 y F2, siendo esta fase de ejecución la de valores más altos en ambos grupos.

El análisis de correlación fue similar al de los valores pico encontrando que, en el grupo Pilates, todas las diferencias encontradas entre las fases eran estadísticamente significativas con $p < 0,001$. Ocurre igual en el GC a excepción de las encontradas entre F2 y F3 que lo fueron con $p < 0,01$.

Sin embargo, no encontramos diferencias estadísticamente significativas al comparar ambos grupos.

Tabla 48. RA en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	F1	2,68% \pm 1,42%	52,83%	0,73% - 6,83%
		F2 ^Φ	32,35% \pm 17,58%	54,34%	5,14% - 85,00%
		F3 ^{ΦΦ}	11,30% \pm 7,79%	68,95%	0,88% - 32,81%
	Rlmed	F1	2,45% \pm 1,55%	63,13%	0,46% - 6,00%
		F2	27,58% \pm 15,73%	57,03%	4,29% - 72,58%
		F3	11,09% \pm 7,49%	67,51%	1,36% - 37,44%
Grupo Control (n=24)	RDmed	F1	2,13% \pm 1,12%	52,34%	0,93% - 4,62%
		F2 ^Φ	25,98% \pm 12,86%	49,52%	6,80% - 46,73%
		F3 ^{ΦΦ}	12,71% \pm 7,04%	55,43%	2,80% - 23,33%
	Rlmed	F1	1,66% \pm 1,17%	70,31%	0,24% - 4,26%
		F2	15,41% \pm 8,22%	53,33%	1,78% - 32,89%
		F3	14,68% \pm 7,95%	54,11%	0,75% - 31,02%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

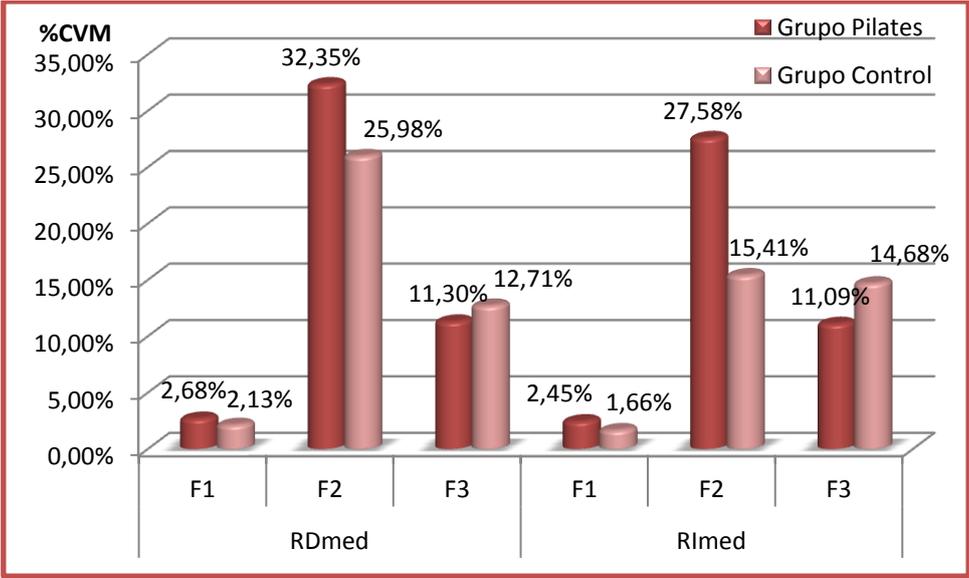


Figura 51. Ejercicio del *Curl up*. Recto Anterior. Valores de actividad media normalizados (%CVM)



4.5.2. EJERCICIO DEL *CURL UP*. MÚSCULO OBLICUO MAYOR

Mostramos los valores pico de actividad eléctrica y los de actividad media de los oblicuos mayores durante las tres fases del ejercicio del *Curl up* en mV (tablas 49 y 50) y normalizados como %CVM (tablas 51 y 52 y figuras 52 y 53). Presentamos la media y resto de estadísticos descriptivos.

Tabla 49. Oblicuo Mayor en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmax	F1	0,0108 ± 0,0067	62,11	0,0037 - 0,0307
		F2	0,0588 ± 0,0360	61,31	0,0075 - 0,1380
		F3	0,0322 ± 0,0194	60,17	0,0075 - 0,0750
	OMImax	F1	0,0125 ± 0,0057	45,36	0,0045 - 0,0287
		F2	0,0470 ± 0,0331	70,52	0,0090 - 0,1507
		F3	0,0272 ± 0,0217	79,90	0,0075 - 0,1222
Grupo Control (n=24)	OMDmax	F1	0,0068 ± 0,0032	47,41	0,0015 - 0,0150
		F2	0,0633 ± 0,0483	76,32	0,0142 - 0,1875
		F3	0,0476 ± 0,0325	68,17	0,0105 - 0,1177
	OMImax	F1	0,0126 ± 0,0072	57,31	0,0037 - 0,0330
		F2	0,0585 ± 0,0299	51,21	0,0232 - 0,1220
		F3	0,0363 ± 0,0145	40,06	0,0151 - 0,0585

OMD: Oblicuo Mayor Derecho OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo max: Valor pico

Tabla 50. Oblicuo Mayor en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmed	F1	0,0032 ± 0,0019	58,29	0,0007 - 0,0090
		F2	0,0295 ± 0,0213	72,24	0,0030 - 0,0997
		F3	0,0116 ± 0,0077	66,44	0,0022 - 0,0307
	OMImed	F1	0,0048 ± 0,0026	54,22	0,0015 - 0,0127
		F2	0,0233 ± 0,0172	73,90	0,0045 - 0,0922
		F3	0,0109 ± 0,0069	63,30	0,0022 - 0,0257
Grupo Control (n=24)	OMDmed	F1	0,0033 ± 0,0016	49,52	0,0015 - 0,0070
		F2	0,0339 ± 0,0308	90,94	0,0052 - 0,0907
		F3	0,0120 ± 0,0059	49,33	0,0030 - 0,0202
	OMImed	F1	0,0035 ± 0,0027	77,42	0,0012 - 0,0112
		F2	0,0187 ± 0,0125	66,87	0,0090 - 0,0517
		F3	0,0143 ± 0,0070	49,23	0,0060 - 0,0292

OMD: Oblicuo Mayor Derecho OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo med: Valor de actividad media



Analizando los valores pico normalizados (tabla 51) encontramos cifras superiores en la F2, superando el GP al GC. También en F1 son mayores los valores del GP.

Encontramos diferencias significativas entre los valores pico de todas las fases del OM en ambos grupos, con $p < 0,001$ excepto entre F2 y F3 del grupo control donde $p < 0,01$.

Las únicas diferencias entre grupo estadísticamente significativas ($p < 0,01$) se encontraron en los valores pico de F1.

Tabla 51. OM en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmax	F1	7,94% \pm 5,19%	65,39%	2,27% - 24,68%
		F2 ^Φ	40,27% \pm 22,32%	55,42%	5,94% - 88,51%
		F3 ^{ΦΦ}	22,36% \pm 14,45%	64,63%	4,84% - 69,54%
	OMImax	F1	8,01% \pm 4,81%	60,09%	2,40% - 23,97%
		F2	30,47% \pm 22,11%	72,56%	7,26% - 77,00%
		F3	16,17% \pm 9,70%	60,01%	3,63% - 37,68%
Grupo Control (n=24)	OMDmax	F1	4,77% \pm 2,30%	48,23%	0,59% - 9,80%
		F2 ^Φ	38,14% \pm 21,51%	56,41%	14,01% - 73,96%
		F3 ^{ΦΦ}	27,48% \pm 13,38%	48,66%	11,41% - 49,03%
	OMImax	F1	4,86% \pm 2,92%	60,12%	1,49% - 9,51%
		F2	21,39% \pm 10,86%	50,80%	9,77% - 47,84%
		F3	13,32% \pm 5,58%	41,91%	7,31% - 24,17%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

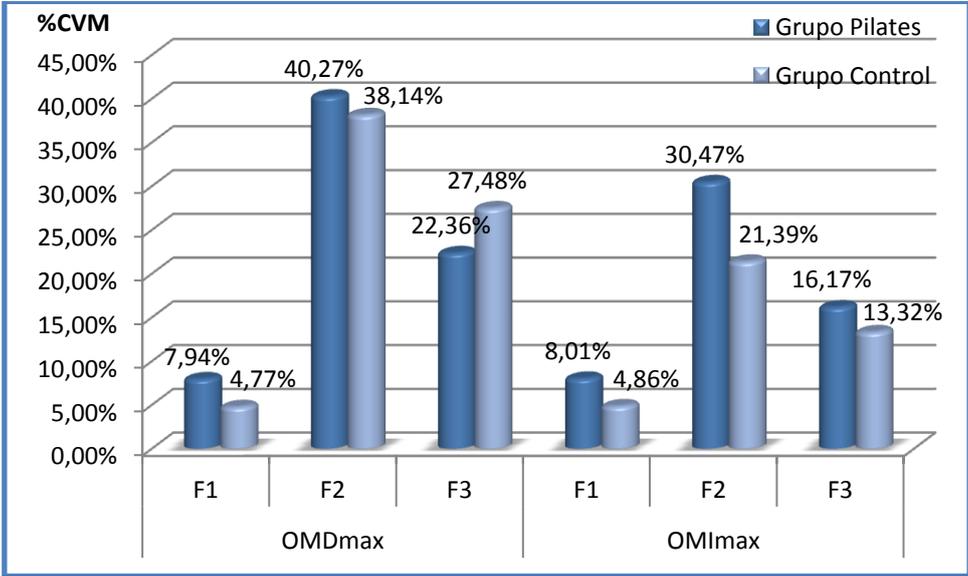


Figura 52. Ejercicio del *Curl up*. Oblicuo Mayor. Valores pico normalizados (%CVM)

Los valores normalizados de actividad media del GP tienden a ser superiores a los del GC, siendo de nuevo en ambos grupos F2 la fase de valor más elevado en este músculo.

Cuando correlacionamos las fases del ejercicio ocurre igual que con los valores pico, es decir, todas las diferencias son significativas en ambos grupos con $p < 0,001$ excepto entre F2 y F3 del GC donde $p < 0,01$. No obstante no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los valores medio de ambos grupos.



Tabla 52. OM en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmed	F1	2,41% ± 1,65%	68,46%	0,58% - 6,21%
		F2 ^Φ	19,62% ± 12,36%	63,03%	2,38% - 51,75%
		F3 ^{ΦΦ}	8,31% ± 6,17%	74,25%	1,35% - 28,77%
	OMImed	F1	3,07% ± 2,09%	68,12%	0,89% - 9,50%
		F2	13,66% ± 8,25%	60,38%	2,42% - 32,35%
		F3	6,77% ± 4,92%	72,60%	0,89% - 26,24%
Grupo Control (n=24)	OMDmed	F1	2,23% ± 0,99%	44,16%	0,80% - 3,66%
		F2 ^Φ	21,27% ± 17,40%	81,82%	3,85% - 55,00%
		F3 ^{ΦΦ}	7,92% ± 4,54%	57,30%	2,88% - 19,59%
	OMImed	F1	1,30% ± 0,83%	63,71%	0,34% - 2,85%
		F2	6,45% ± 2,76%	42,86%	2,53% - 12,09%
		F3	5,45% ± 2,96%	54,23%	1,73% - 11,96%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

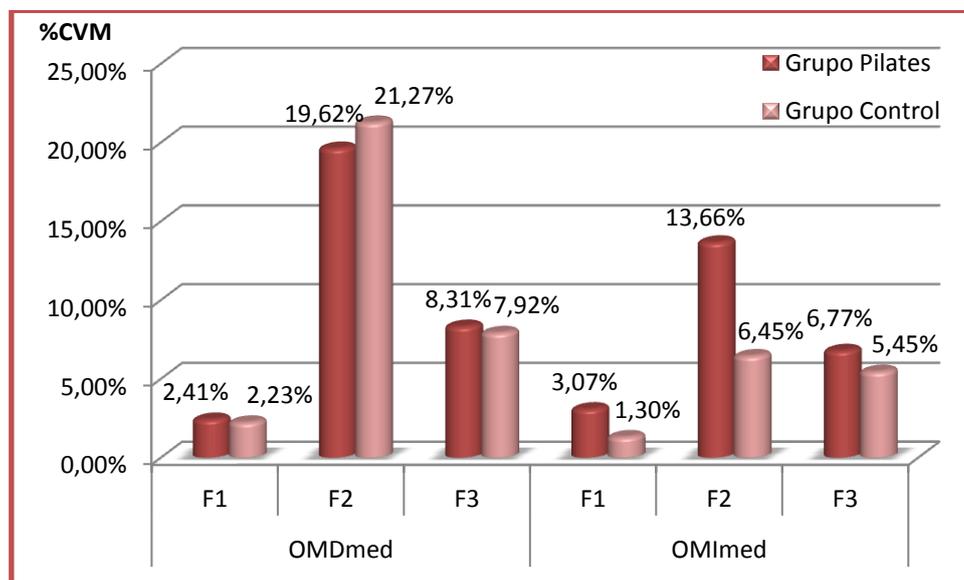


Figura 53. Ejercicio del *Curl up*. Oblicuo Mayor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.5.3. EJERCICIO DEL *CURL UP*. MÚSCULO OBLICUO MENOR

Los estadísticos descriptivos de los valores pico del Om en las tres fases del ejercicio del *Curl up* se recogen en la tabla 53 y sus equivalentes normalizados en la figura 54 y en la tabla 55. Hacemos lo propio con los valores de actividad media en las tablas 54 y 56 y en la figura 55.

Tabla 53. Oblicuo menor en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmax	F1	0,0098 ± 0,0080	81,69	0,0015 - 0,0307
		F2	0,0869 ± 0,0535	61,58	0,0052 - 0,2160
		F3	0,0371 ± 0,0270	72,93	0,0052 - 0,0952
	Omlmax	F1	0,0093 ± 0,0054	58,17	0,0022 - 0,0255
		F2	0,0638 ± 0,0381	59,65	0,0117 - 0,1522
		F3	0,0351 ± 0,0275	78,37	0,0067 - 0,1140
Grupo Control (n=24)	OmDmax	F1	0,0046 ± 0,0019	41,30	0,0022 - 0,0082
		F2	0,0513 ± 0,0285	55,61	0,0107 - 0,0927
		F3	0,0597 ± 0,0275	46,01	0,0202 - 0,1125
	Omlmax	F1	0,0063 ± 0,0018	28,98	0,0030 - 0,0097
		F2	0,0689 ± 0,0486	70,49	0,0128 - 0,1620
		F3	0,0674 ± 0,0401	59,52	0,0157 - 0,1560

OmD: Oblicuo menor Derecho Oml: Oblicuo menor Izquierdo max: Valor pico

Tabla 54. Oblicuo menor en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmed	F1	0,0035 ± 0,0025	72,64	0,0007 - 0,0120
		F2	0,0429 ± 0,0311	72,60	0,0022 - 0,1452
		F3	0,0158 ± 0,0129	81,97	0,0022 - 0,0517
	Omlmed	F1	0,0036 ± 0,0021	59,67	0,0012 - 0,0097
		F2	0,0325 ± 0,0195	60,02	0,0030 - 0,0802
		F3	0,0147 ± 0,0108	73,40	0,0030 - 0,0450
Grupo Control (n=24)	OmDmed	F1	0,0020 ± 0,0006	34,18	0,0015 - 0,0030
		F2	0,0323 ± 0,0234	72,85	0,0090 - 0,0915
		F3	0,0143 ± 0,0078	55,03	0,0045 - 0,0292
	Omlmed	F1	0,0028 ± 0,0016	60,00	0,0013 - 0,0070
		F2	0,0344 ± 0,0147	42,83	0,0120 - 0,0592
		F3	0,0174 ± 0,0111	64,42	0,0022 - 0,0330

OmD: Oblicuo menor Derecho Oml: Oblicuo menor Izquierdo med: Valor de actividad media



En la tabla de valores pico normalizados, éstos se muestran superiores en el GP en las fases de reposo y ejecución. Sin embargo, son superados por los del GC en la fase de retorno a posición inicial. Seguimos encontrando los valores más altos en F2 de ambos grupos.

En el estudio de correlación hallamos diferencias significativas entre todas las fases en ambos grupos ($p < 0,001$) excepto entre F2 y F3 del GC.

Pero al comparar los grupos entre sí, las diferencias sólo son estadísticamente significativas a nivel de los valores pico de F1 ($p < 0,05$) y de F3 ($p < 0,001$).

Tabla 55. Om en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmax	F1	4,78% \pm 3,28%	68,49%	1,07% - 14,00%
		F2 ^Φ	42,26% \pm 20,17%	47,72%	3,76% - 93,68%
		F3 ^{ΦΦ}	17,64% \pm 10,74%	60,90%	2,16% - 48,53%
	Omlmax	F1	6,63% \pm 4,79%	72,24%	0,82% - 20,94%
		F2	40,11% \pm 20,75%	51,73%	7,10% - 76,46%
		F3	21,12% \pm 14,86%	70,36%	4,79% - 66,52%
Grupo Control (n=24)	OmDmax	F1	3,38% \pm 1,13%	33,37%	1,25% - 5,77%
		F2 ^Φ	40,15% \pm 26,43%	65,84%	10,81% - 90,88%
		F3 ^Φ	46,58% \pm 23,07%	49,52%	10,50% - 86,25%
	Omlmax	F1	4,20% \pm 2,84%	67,68%	1,50% - 12,42%
		F2	37,07% \pm 20,64%	55,68%	10,53% - 71,78%
		F3	39,41% \pm 20,87%	52,95%	8,21% - 75,88%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

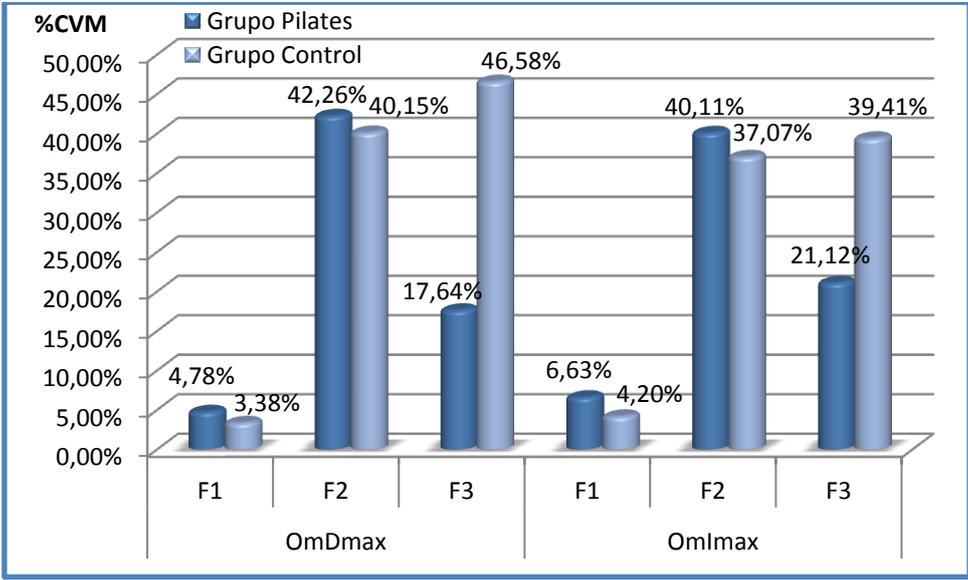


Figura 54. Ejercicio del *Curl up*. Oblicuo menor. Valores pico normalizados (%CVM)

En el caso de los valores de actividad media, la F2 es claramente superior a las otras dos en ambos grupos. Pero ahora la tendencia del GC a superar al GP en la F3 se extiende también a la F2.

En el análisis de correlación entre las fases del ejercicio, encontramos diferencias significativas ($p < 0,001$) en los valores de actividad media del Oml de todas las fases y en ambos grupos sin excepción, no encontrándolas al comparar los valores intergrupo.



Tabla 56. Om en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmed	F1	1,86% ± 1,35%	72,54%	0,39% - 5,99%
		F2 ^Φ	21,27% ± 14,67%	68,98%	1,59% - 82,29%
		F3 ^{ΦΦ}	7,78% ± 6,31%	81,07%	1,07% - 31,88%
	Omlmed	F1	2,59% ± 1,83%	70,86%	0,41% - 7,54%
		F2	21,34% ± 13,71%	64,25%	3,39% - 58,86%
		F3	9,29% ± 6,49%	69,88%	1,91% - 26,44%
Grupo Control (n=24)	OmDmed	F1	1,58% ± 0,68%	43,26%	0,66% - 2,75%
		F2 ^Φ	24,63% ± 18,17%	73,78%	8,29% - 65,17%
		F3 ^{ΦΦ}	10,74% ± 5,46%	50,87%	3,75% - 21,08%
	Omlmed	F1	1,61% ± 0,84%	52,20%	0,66% - 3,42%
		F2	20,77% ± 11,04%	53,17%	8,14% - 46,18%
		F3	10,76% ± 7,99%	74,20%	1,15% - 25,93%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

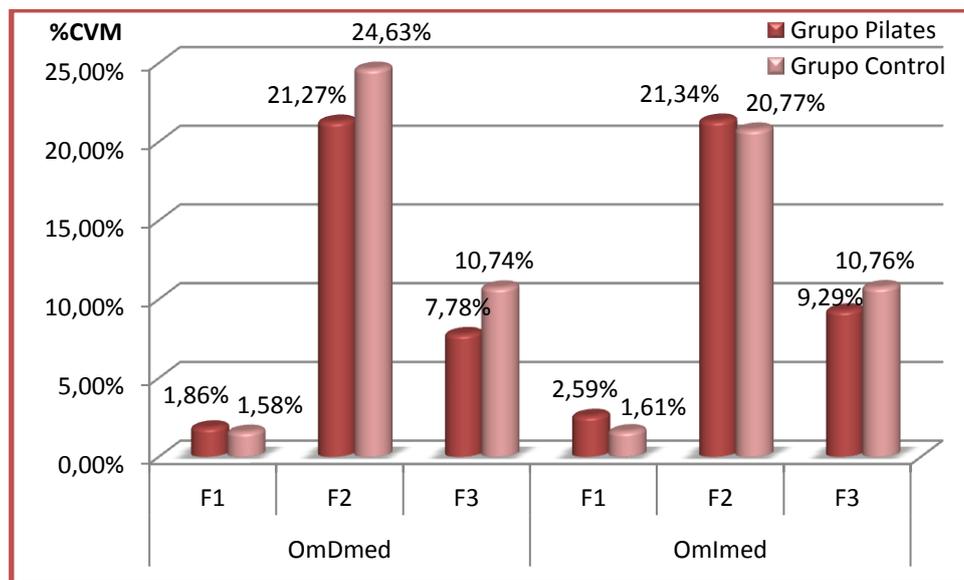


Figura 55. Ejercicio del *Curl up*. Oblicuo menor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.5.4. EJERCICIO DEL *CURL UP*. MUSCULATURA LUMBAR

Mostramos los estadísticos descriptivos de los valores pico y de actividad media (mV) de las tres fases del ejercicio en las tablas 57 y 58, mostrando a continuación los valores normalizados como %CVM (tablas 59 y 60) y su representación gráfica (figuras 56 y 57).

Tabla 57. Musculatura lumbar en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmax	F1	0,0089 ± 0,0040	44,78	0,0037 - 0,0210
		F2	0,0173 ± 0,0142	81,97	0,0052 - 0,0735
		F3	0,0134 ± 0,0118	87,94	0,0052 - 0,0555
	LImax	F1	0,0058 ± 0,0029	50,32	0,0012 - 0,0127
		F2	0,0182 ± 0,0157	85,86	0,0045 - 0,0765
		F3	0,0086 ± 0,0052	60,63	0,0030 - 0,0225
Grupo Control (n=24)	LDmax	F1	0,0065 ± 0,0021	31,72	0,0015 - 0,0082
		F2	0,0187 ± 0,0121	64,76	0,0075 - 0,0502
		F3	0,0148 ± 0,0105	70,98	0,0060 - 0,0457
	LImax	F1	0,0073 ± 0,0026	34,94	0,0030 - 0,0130
		F2	0,0246 ± 0,0178	72,57	0,0075 - 0,0592
		F3	0,0235 ± 0,0159	67,93	0,0082 - 0,0502

LD: Lumbar Derecho LI: Lumbar Izquierdo max: Valor pico

Tabla 58. Musculatura lumbar en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmed	F1	0,0029 ± 0,0026	88,65	0,0007 - 0,0125
		F2	0,0057 ± 0,0031	54,61	0,0015 - 0,0135
		F3	0,0037 ± 0,0024	66,24	0,0015 - 0,0127
	LImed	F1	0,0025 ± 0,0022	87,28	0,0007 - 0,0097
		F2	0,0050 ± 0,0021	42,72	0,0015 - 0,0090
		F3	0,0033 ± 0,0024	73,90	0,0012 - 0,0135
Grupo Control (n=24)	LDmed	F1	0,0020 ± 0,0007	36,59	0,0012 - 0,0037
		F2	0,0048 ± 0,0030	62,39	0,0020 - 0,0105
		F3	0,0042 ± 0,0033	77,30	0,0012 - 0,0120
	LImed	F1	0,0024 ± 0,0010	43,28	0,0015 - 0,0045
		F2	0,0054 ± 0,0033	60,53	0,0020 - 0,0137
		F3	0,0051 ± 0,0041	81,24	0,0015 - 0,0157

LD: Lumbar Derecho LI: Lumbar Izquierdo med: Valor de actividad media



El GC presenta valores pico normalizados más elevados que los del GP. La fase F2 es la de mayor actividad eléctrica, manteniendo sus cifras en F3 del GC.

En el estudio de correlación encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los valores pico de todas las fases en ambos grupos. Lo fueron entre F3 con las otras dos fases ($p < 0,05$) y entre F1 y F2 ($p < 0,01$) en el GP y entre F2 y las otras dos fases ($p < 0,001$) y entre F1 y F3 ($p < 0,01$) en el GC. Sin embargo, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Tabla 59. Musculatura lumbar en el ejercicio del *Curl up*. Valores pico normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmax	F1	4,83% \pm 3,14%	64,94%	1,35% - 17,62%
		F2 ^Φ	8,13% \pm 4,90%	60,25%	1,99% - 25,59%
		F3 ^{ΦΦ}	6,08% \pm 3,72%	61,24%	1,99% - 19,32%
	Llmax	F1	2,82% \pm 1,75%	62,01%	0,24% - 7,94%
		F2	8,27% \pm 5,83%	70,56%	1,48% - 25,37%
		F3	4,00% \pm 2,69%	67,12%	1,03% - 13,27%
Grupo Control (n=24)	LDmax	F1	3,63% \pm 2,04%	56,23%	0,64% - 8,16%
		F2 ^Φ	9,80% \pm 6,03%	61,50%	2,13% - 23,40%
		F3 ^{ΦΦ}	7,87% \pm 5,27%	66,92%	1,70% - 20,41%
	Llmax	F1	3,46% \pm 1,29%	37,25%	1,54% - 5,41%
		F2	10,95% \pm 6,88%	62,79%	4,33% - 23,22%
		F3	10,90% \pm 7,51%	68,96%	2,81% - 27,50%

^Φ Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ} Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

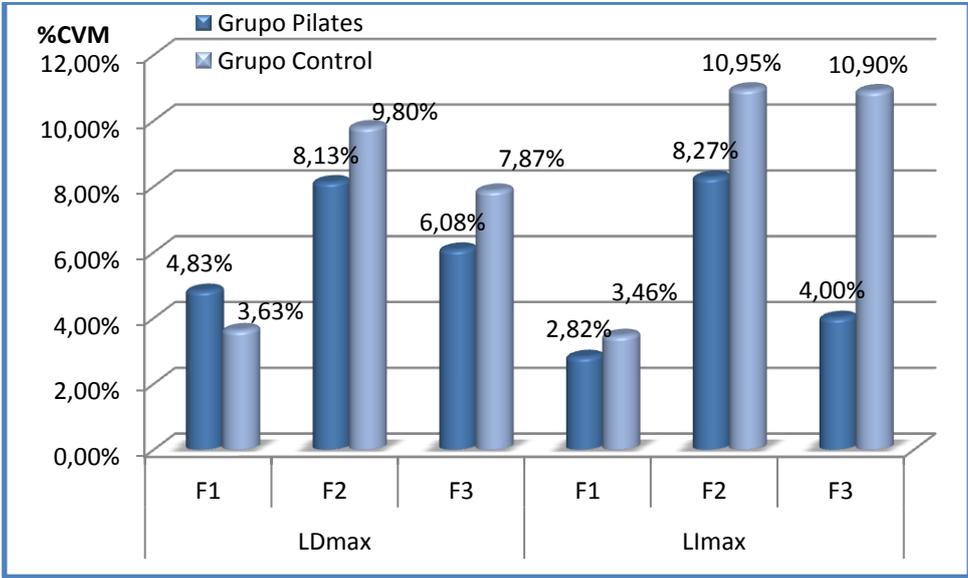


Figura 56. Ejercicio del *Curl up*. Lumbar. Valores pico normalizados (%CVM)

Los valores de actividad media normalizados son muy similares en ambos grupos y considerablemente bajos (alrededor del 1-2%CVM). Sólo destacan las cifras de F2 con respecto a las de las fases inicial y final del ejercicio.

Al comparar las fases entre sí, se hallaron diferencias significativas entre los valores de actividad media de F2 y los de las otras dos fases en el GP y entre F1 y las otras dos en el GC ($p < 0,001$). No obstante, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.



Tabla 60. Musculatura lumbar en el ejercicio del *Curl up*. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmed	F1	1,41% ± 0,94%	66,43%	0,36% - 4,35%
		F2 ^Φ	2,80% ± 1,31%	46,62%	0,73% - 6,74%
		F3 ^{ΦΦ}	1,77% ± 1,03%	58,45%	0,53% - 6,34%
	Llmed	F1	1,09% ± 0,82%	74,82%	0,26% - 3,47%
		F2	2,41% ± 1,36%	56,48%	0,60% - 6,41%
		F3	1,49% ± 1,08%	72,20%	0,44% - 6,29%
Grupo Control (n=24)	LDmed	F1	1,04% ± 0,36%	35,16%	0,43% - 1,63%
		F2 ^Φ	2,46% ± 1,64%	66,76%	0,63% - 6,79%
		F3 ^Φ	1,94% ± 1,01%	52,14%	0,43% - 3,96%
	Llmed	F1	1,14% ± 0,57%	50,07%	0,51% - 2,49%
		F2	2,47% ± 1,34%	54,05%	0,78% - 5,37%
		F3	2,28% ± 1,57%	68,59%	0,90% - 5,61%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

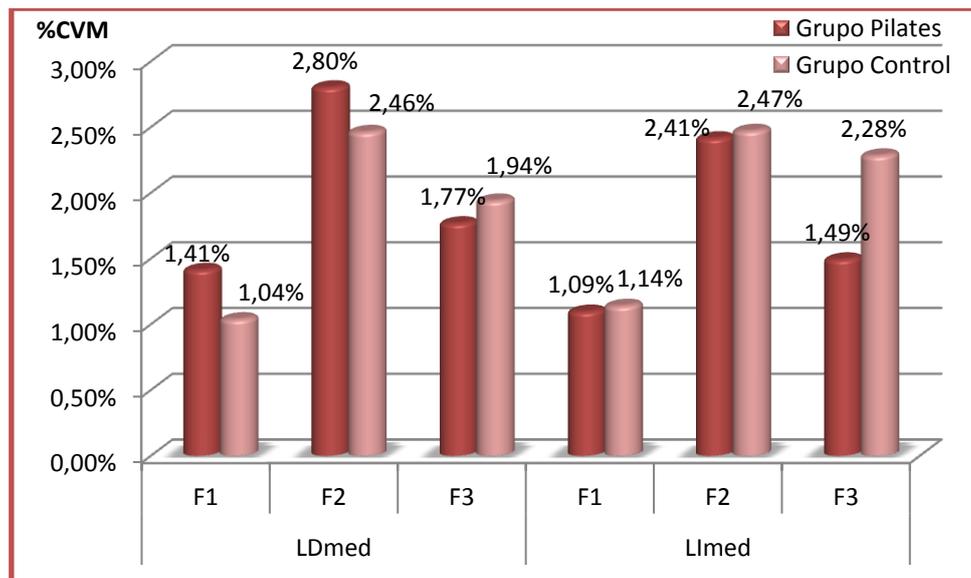


Figura 57. Ejercicio del *Curl up*. Lumbar. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.6. ACTIVIDAD ELÉCTRICA DURANTE EL EJERCICIO DEL GATO

En las figuras 58 y 59 mostramos los patrones de activación electromiográfica tipo del ejercicio del Gato (figura 15). Siguiendo la estructura anterior, presentamos en primer lugar un registro de la señal bruta y un registro filtrado con RMS en segundo lugar, para ambos grupos.

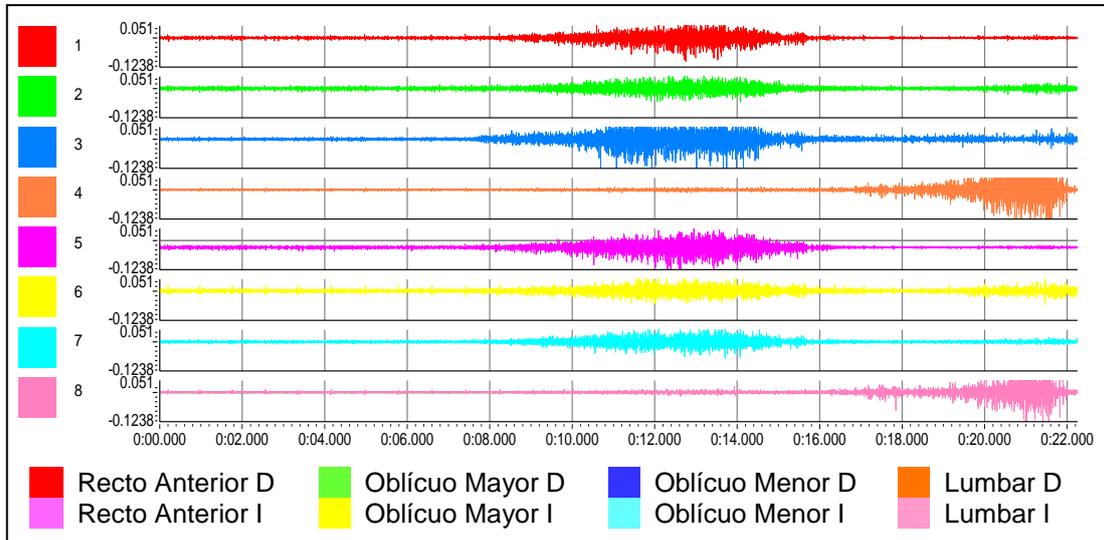
En estas figuras se aprecian las tres fases de siete segundos cada una en las que dividimos cada ejercicio (F1 o reposo, F2 o ejecución y F3 o retorno a la posición inicial).

Podemos apreciar en la figura 58 cómo es la musculatura abdominal (rectos y oblicuos) la que inicia el movimiento en ambos grupos, con una mayor participación del Om en el GP (en el 70% de las voluntarias) y del OM en el GC (en el 60% de las voluntarias).

En la última fase del ejercicio es la musculatura lumbar la principalmente implicada, pero destaca el carácter inicial en el grupo Control, mientras que en el Pilates es una activación de inicio precoz pero de amplitud máxima tardía, apareciendo ésta en la segunda mitad de la fase 3.



a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

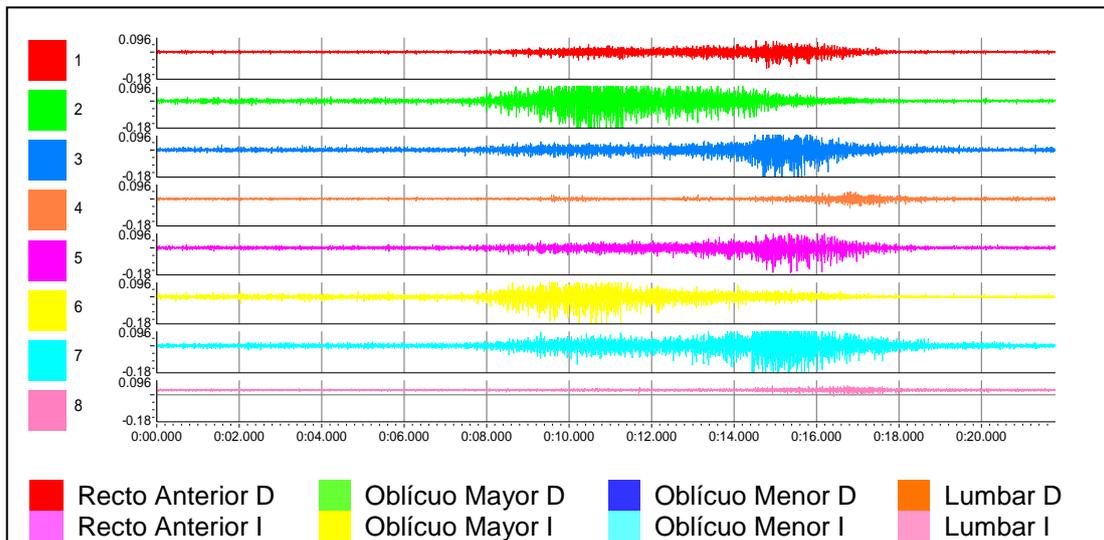
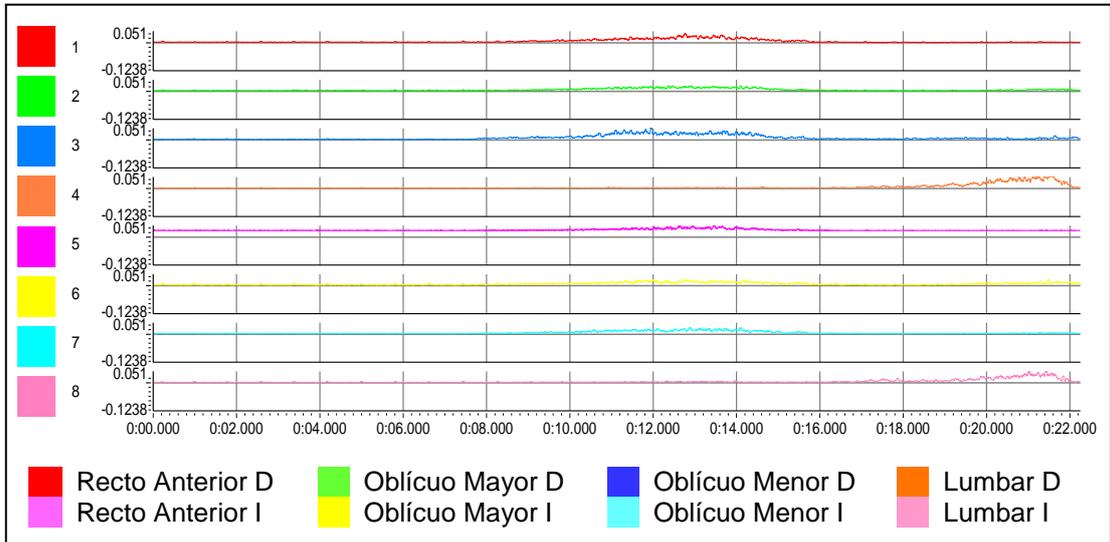


Figura 58. Ejercicio del Gato. Señal EMGS cruda. a) Grupo Pilates b) Grupo Control

a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

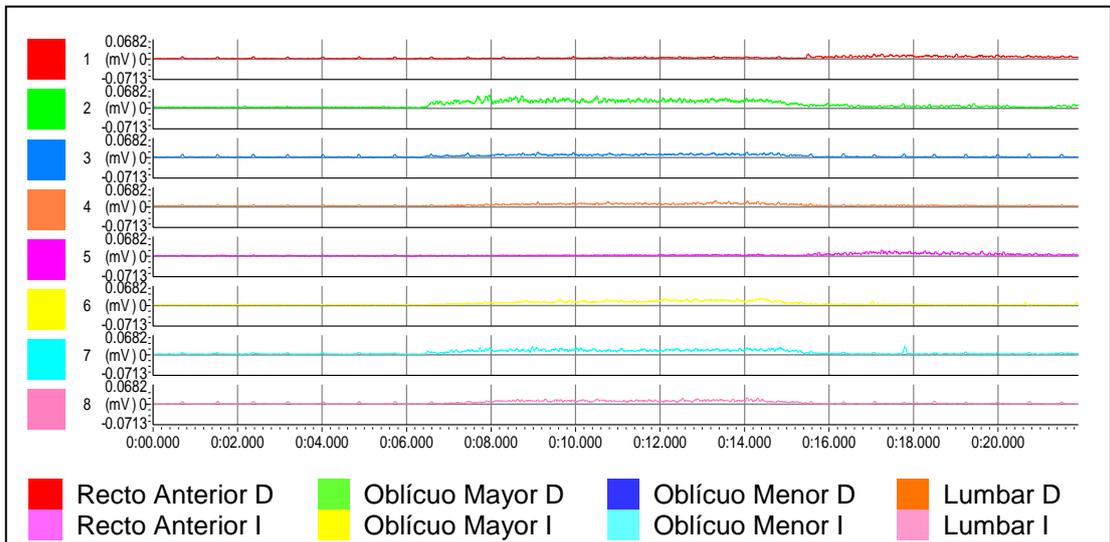


Figura 59. Ejercicio del Gato. Señal EMGS con filtro RMS. a) Grupo Pilates b) Grupo Control



4.6.1. EJERCICIO DEL GATO. MÚSCULO RECTO ANTERIOR

En las tablas 61 y 62 mostramos los valores estadísticos descriptivos en mV de los valores pico y de los valores de actividad eléctrica media del RA en cada fase del ejercicio del Gato. En las tablas 63 y 64 se recogen los valores normalizados (%CVM) que podemos ver representados en las figuras 60 y 61. Tampoco en este ejercicio hemos hallado diferencias bilaterales significativas.

Tabla 61. Recto anterior en el ejercicio del Gato. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	F1	0,0078 ± 0,0029	37,92	0,0024 - 0,0157
		F2	0,0316 ± 0,0203	64,40	0,0052 - 0,0847
		F3	0,0114 ± 0,0062	54,64	0,0045 - 0,0315
	RImax	F1	0,0120 ± 0,0062	51,66	0,0045 - 0,0307
		F2	0,0222 ± 0,0153	69,49	0,0060 - 0,0780
		F3	0,0117 ± 0,0047	40,82	0,0060 - 0,0307
Grupo Control (n=24)	RDmax	F1	0,0081 ± 0,0046	57,12	0,0025 - 0,0245
		F2	0,0233 ± 0,0139	60,14	0,0082 - 0,0562
		F3	0,0254 ± 0,0187	73,81	0,0039 - 0,0622
	RImax	F1	0,0115 ± 0,0069	59,94	0,0045 - 0,0262
		F2	0,0173 ± 0,0099	57,67	0,0060 - 0,0360
		F3	0,0227 ± 0,0106	46,91	0,0060 - 0,0382

RD: Recto anterior Derecho RI: Recto anterior Izquierdo max: Valor pico

Tabla 62. Recto anterior en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	F1	0,0031 ± 0,0016	51,43	0,0015 - 0,0075
		F2	0,0127 ± 0,0081	63,44	0,0030 - 0,0307
		F3	0,0040 ± 0,0022	55,39	0,0015 - 0,0120
	RImed	F1	0,0030 ± 0,0013	44,09	0,0015 - 0,0060
		F2	0,0121 ± 0,0094	77,25	0,0021 - 0,0412
		F3	0,0045 ± 0,0027	59,93	0,0015 - 0,0127
Grupo Control (n=24)	RDmed	F1	0,0028 ± 0,0010	35,18	0,0015 - 0,0045
		F2	0,0156 ± 0,0110	70,60	0,0030 - 0,0345
		F3	0,0076 ± 0,0058	76,38	0,0030 - 0,0243
	RImed	F1	0,0031 ± 0,0019	60,88	0,0015 - 0,0082
		F2	0,0123 ± 0,0100	81,68	0,0030 - 0,0360
		F3	0,0060 ± 0,0031	52,24	0,0019 - 0,0120

RD: Recto anterior Derecho RI: Recto anterior Izquierdo med: Valor de actividad media



De la tabla 63 destaca de nuevo F2 sobre las otras dos fases del ejercicio. Vemos además que es el GP el que presenta valores más elevados en las dos primeras fases, mientras es el GC el de cifras más altas en F3.

Al correlacionar las fases del ejercicio, encontramos diferencias significativas entre los valores pico del RA de todas las fases en el GP ($p < 0,01$ entre F1 y F3 y $p < 0,001$ entre F2 y las otras dos fases). En el grupo control las diferencias significativas se hallaron entre F1 y las otras dos fases con una $p < 0,001$. No obstante, solo las diferencias en los valores pico de F3 se consideran significativas estadísticamente al comparar ambos grupos.

Tabla 63. RA en el ejercicio del Gato. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	F1	6,80% \pm 3,26%	47,86	1,44% - 17,48%
		F2 ^Φ	26,06% \pm 15,29%	58,69	4,88% - 50,48%
		F3 ^{ΦΦ}	9,92% \pm 6,51%	65,63	3,07% - 36,21%
	Rlmax	F1	9,26% \pm 5,52%	59,57	1,97% - 26,03%
		F2	15,95% \pm 7,89%	49,47	2,77% - 30,79%
		F3	9,27% \pm 5,26%	56,73	1,97% - 26,03%
Grupo Control (n=24)	RDmax	F1	8,08% \pm 4,32%	53,47	1,53% - 18,52%
		F2 ^Φ	21,87% \pm 11,43%	52,26	7,69% - 50,90%
		F3 ^Φ	23,02% \pm 13,71%	59,56	5,00% - 47,05%
	Rlmax	F1	7,39% \pm 5,18%	70,07	1,96% - 22,55%
		F2	10,63% \pm 6,07%	57,08	2,06% - 23,03%
		F3	13,79% \pm 6,86%	49,76	5,43% - 27,46%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

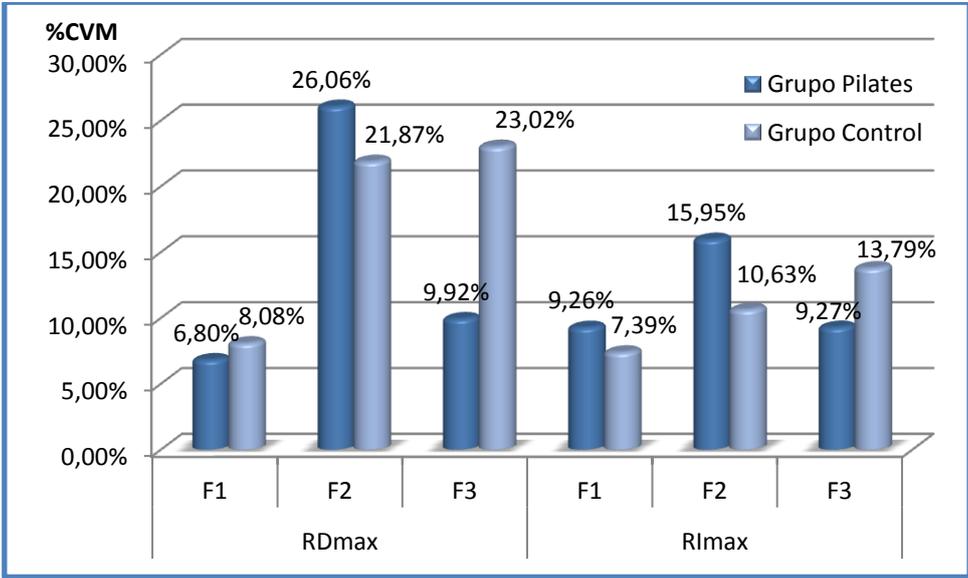


Figura 60. Ejercicio del Gato. Recto Anterior. Valores pico normalizados (%CVM)

En la tabla 64 de valores normalizados de actividad media vemos cómo el GC presenta los valores superiores en las tres fases, mostrando la F2 las cifras más altas en ambos grupos y F1 más bajas.

En el análisis de correlación entre las fases del ejercicio, encontramos diferencias significativas en los valores de actividad media del RA en todas las fases y ambos grupos con $p < 0,001$ al comparar con F2 y $p < 0,05$ entre F1 y F3. En el GC las $p < 0,01$. En el GC encontramos una $p < 0,05$ en la comparación de F1 y F2 con F3 y una $p < 0,001$ entre F1 y F2.

Al comparar los datos obtenidos para el RA por grupos, sólo encontramos diferencias estadísticamente significativas en el valor medio de la F3 con $p < 0,001$.



Tabla 64. RA en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	F1	2,72% ± 1,51%	55,46	0,87% - 6,67%
		F2 ^Φ	10,57% ± 6,41%	60,66	2,53% - 28,39%
		F3 ^{ΦΦ}	3,51% ± 2,31%	65,90	1,02% - 13,79%
	Rlmed	F1	3,83% ± 2,30%	60,19	1,21% - 9,25%
		F2	9,31% ± 4,83%	51,82	1,86% - 20,13%
		F3	5,50% ± 4,50%	81,86	1,09% - 21,61%
Grupo Control (n=24)	RDmed	F1	2,91% ± 1,38%	47,59	1,23% - 5,43%
		F2 ^Φ	14,38% ± 9,74%	67,74	2,88% - 32,75%
		F3 ^{ΦΦ}	7,15% ± 3,68%	51,54	1,87% - 15,14%
	Rlmed	F1	4,15% ± 2,53%	60,97	1,16% - 10,65%
		F2	9,55% ± 7,21%	75,43	2,91% - 31,00%
		F3	5,70% ± 3,17%	55,58	2,42% - 11,54%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

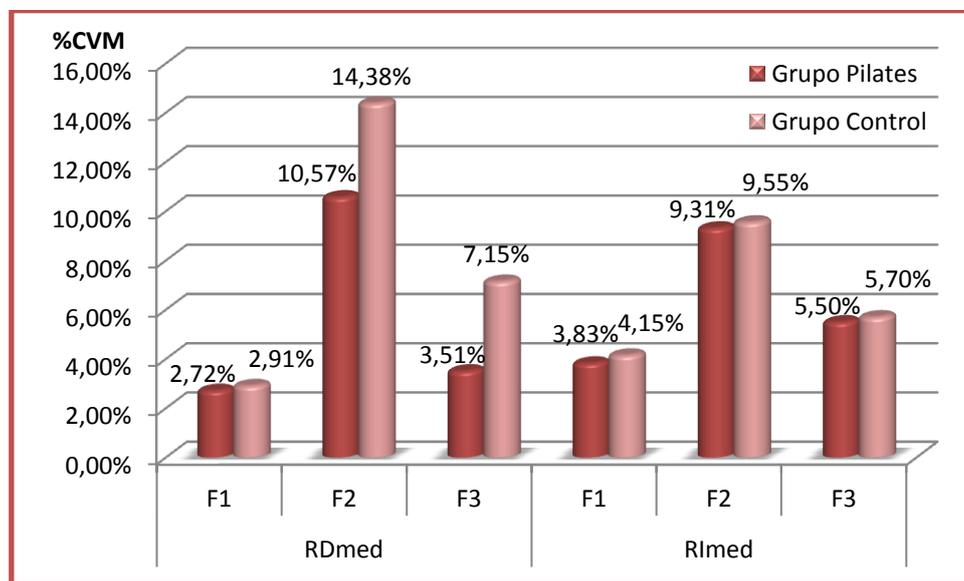


Figura 61. Ejercicio del Gato. Recto Anterior. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.6.2. EJERCICIO DEL GATO. MÚSCULO OBLICUO MAYOR

Los valores medios y el resto de estadísticos descriptivos del OM en cada fase del ejercicio del Gato se recogen en las tablas 65 y 66. Mostramos los valores pico y los de actividad media en mV. En las tablas 67 y 68 y en las figuras 62 y 63 los presentamos normalizados (%CVM).

Tabla 65. Oblicuo Mayor en el ejercicio del Gato. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmax	F1	0,0102 ± 0,0027	26,26	0,0060 - 0,0142
		F2	0,0325 ± 0,0260	80,12	0,0105 - 0,1477
		F3	0,0136 ± 0,0065	47,87	0,0052 - 0,0345
	OMImax	F1	0,0142 ± 0,0062	43,82	0,0052 - 0,0345
		F2	0,0300 ± 0,0161	53,56	0,0127 - 0,0915
		F3	0,0179 ± 0,0083	46,59	0,0090 - 0,0480
Grupo Control (n=24)	OMDmax	F1	0,0246 ± 0,0203	82,66	0,0060 - 0,0630
		F2	0,0516 ± 0,0355	68,78	0,0105 - 0,1342
		F3	0,0339 ± 0,0185	54,52	0,0105 - 0,0720
	OMImax	F1	0,0279 ± 0,0083	29,62	0,0157 - 0,0450
		F2	0,0486 ± 0,0266	54,84	0,0120 - 0,0915
		F3	0,0422 ± 0,0220	52,07	0,0067 - 0,0807

OMD: Oblicuo Mayor Derecho OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo max: Valor pico

Tabla 66. Oblicuo Mayor en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmed	F1	0,0061 ± 0,0072	88,06	0,0030 - 0,0457
		F2	0,0121 ± 0,0057	47,31	0,0052 - 0,0292
		F3	0,0062 ± 0,0040	64,71	0,0022 - 0,0255
	OMImed	F1	0,0061 ± 0,0046	74,92	0,0021 - 0,0256
		F2	0,0146 ± 0,0091	62,64	0,0052 - 0,0547
		F3	0,0087 ± 0,0083	95,46	0,0022 - 0,0457
Grupo Control (n=24)	OMDmed	F1	0,0131 ± 0,0133	91,80	0,0030 - 0,0502
		F2	0,0233 ± 0,0194	83,37	0,0037 - 0,0607
		F3	0,0170 ± 0,0167	98,17	0,0037 - 0,0585
	OMImed	F1	0,0120 ± 0,0077	63,96	0,0030 - 0,0292
		F2	0,0268 ± 0,0184	68,58	0,0075 - 0,0927
		F3	0,0166 ± 0,0093	56,34	0,0060 - 0,0345

OMD: Oblicuo Mayor Derecho OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo med: Valor de actividad media



Los valores pico normalizados del GC tienden a ser superiores a los del GP. Vuelve a ser la F2 la de valor más elevado en este músculo y la F1 la de menor valor.

Al correlacionar las fases del ejercicio, se encontraron diferencias significativas entre los valores pico del OM en todas las fases en el GP, con $p < 0,01$ entre F1 y F3 y con $p < 0,001$ entre F2 y las otras dos fases. En el GC también fueron significativas ($p < 0,01$) las diferencias halladas entre F2 y las otras dos fases. Al analizar la correlación entre los valores pico de los dos grupos, se encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ellos en las fases F1 ($p < 0,05$) y F3 ($p < 0,01$).

Tabla 67. OM en el ejercicio del Gato. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmax	F1	9,01% \pm 6,77%	75,07%	1,06% - 31,30%
		F2 ^Φ	26,16% \pm 21,85%	83,50%	3,20% - 111,25%
		F3 ^{ΦΦ}	11,72% \pm 8,82%	75,27%	0,83% - 40,00%
	OMImax	F1	9,51% \pm 5,36%	56,34%	2,19% - 27,66%
		F2	19,93% \pm 11,13%	55,83%	4,55% - 43,26%
		F3	12,03% \pm 7,34%	61,00%	2,55% - 35,04%
Grupo Control (n=24)	OMDmax	F1	17,14% \pm 18,09%	95,54%	2,64% - 64,95%
		F2 ^Φ	33,44% \pm 23,34%	69,81%	5,61% - 83,61%
		F3 ^{ΦΦ}	22,98% \pm 16,24%	70,69%	5,61% - 69,21%
	OMImax	F1	10,19% \pm 4,62%	45,37%	4,22% - 19,47%
		F2	18,43% \pm 13,34%	72,39%	3,10% - 44,31%
		F3	15,68% \pm 10,15%	64,72%	1,73% - 35,93%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

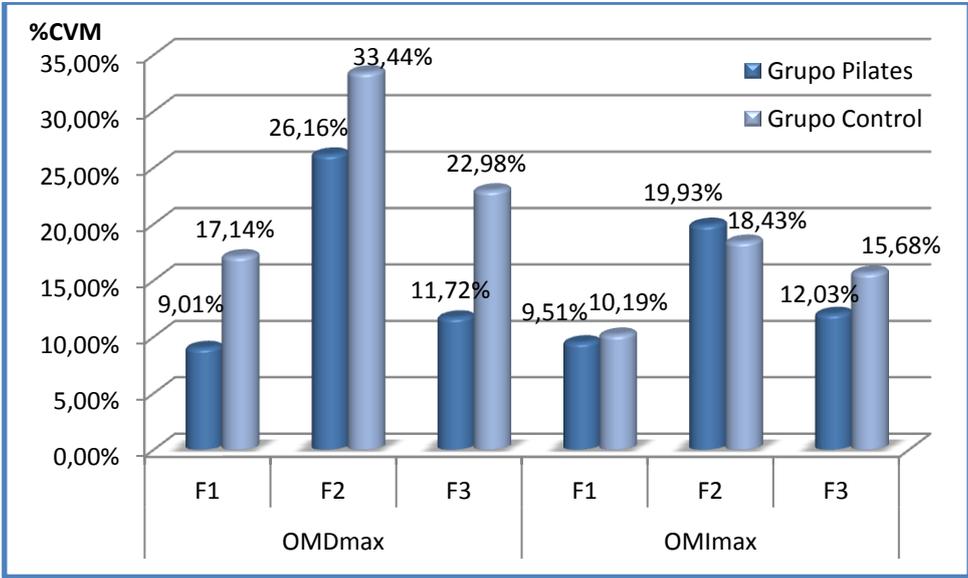


Figura 62. Ejercicio del Gato. Oblicuo Mayor. Valores pico normalizados (%CVM)

Atendiendo a los valores normalizados de actividad eléctrica media del OM, son superiores los del GC, sobre todo en F2 y F3. En ambos grupos y músculos sigue siendo la F2 es la fase de valor más elevado en este ejercicio.

Cuando correlacionamos las fases del ejercicio, no encontramos diferencias significativas entre F1 y F2, pero sí entre F3 y las otras dos fases con $p < 0,05$ en el GC y $p < 0,001$ en GP.

Al comparar los datos por grupos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el valor de actividad media de F2 y de F3 ($p < 0,05$).



Tabla 68. OM en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmed	F1	5,31% ± 6,32%	98,07%	0,48% - 34,42%
		F2 ^Φ	9,72% ± 5,99%	61,58%	1,30% - 22,90%
		F3 ^{Φ Φ}	5,38% ± 4,62%	85,85%	0,35% - 19,21%
	OMImed	F1	3,83% ± 2,30%	60,19%	1,21% - 9,25%
		F2	9,31% ± 4,83%	51,82%	1,86% - 20,13%
		F3	5,50% ± 4,50%	81,86%	1,09% - 21,61%
Grupo Control (n=24)	OMDmed	F1	9,67% ± 9,63%	89,94%	1,46% - 51,75%
		F2 ^Φ	14,69% ± 10,29%	83,66%	1,98% - 39,67%
		F3 ^{Φ Φ}	11,95% ± 10,97%	98,48%	1,98% - 45,88%
	OMImed	F1	4,15% ± 2,53%	60,97%	1,16% - 10,65%
		F2	9,55% ± 7,21%	75,43%	2,91% - 31,00%
		F3	5,70% ± 3,17%	55,58%	2,42% - 11,54%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

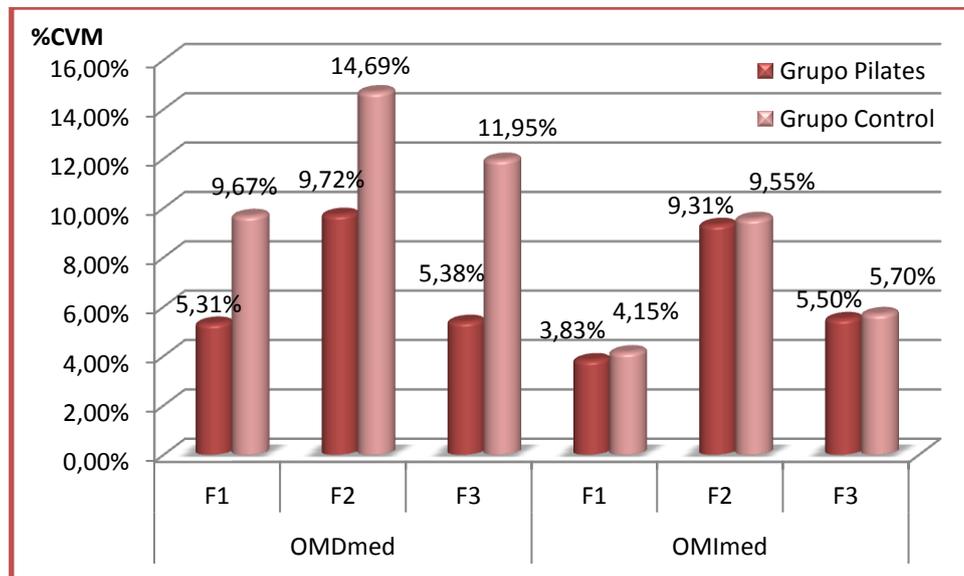


Figura 63. Ejercicio del Gato. Oblicuo Mayor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.6.3. EJERCICIO DEL GATO. MÚSCULO OBLICUO MENOR

En las tablas 69 y 70 mostramos, respectivamente, los valores pico de actividad eléctrica y los valores de actividad media de los oblicuos menores en el ejercicio del Gato, detallando su media y el resto de estadísticos descriptivos. Estos valores normalizados (%CVM) se presentan en las tablas 71 y 72 y en las figuras 64 y 65.

Tabla 69. Oblicuo menor en el ejercicio del Gato. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmax	F1	0,0152 ± 0,0158	104,76	0,0045 - 0,0801
		F2	0,0591 ± 0,0576	97,54	0,0082 - 0,2782
		F3	0,0266 ± 0,0300	112,82	0,0052 - 0,1237
	Omlmax	F1	0,0120 ± 0,0069	57,49	0,0030 - 0,0307
		F2	0,0528 ± 0,0452	85,69	0,0090 - 0,1845
		F3	0,0253 ± 0,0186	73,48	0,0045 - 0,0750
Grupo Control (n=24)	OmDmax	F1	0,0164 ± 0,0165	100,65	0,0052 - 0,0660
		F2	0,0571 ± 0,0537	94,26	0,0075 - 0,1680
		F3	0,0484 ± 0,0427	88,27	0,0082 - 0,1485
	Omlmax	F1	0,0105 ± 0,0044	42,33	0,0037 - 0,0167
		F2	0,0472 ± 0,0268	56,85	0,0067 - 0,0905
		F3	0,0310 ± 0,0172	55,52	0,0067 - 0,0570

OmD: Oblicuo menor Derecho Oml: Oblicuo menor Izquierdo max: Valor pico

Tabla 70. Oblicuo menor en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmed	F1	0,0078 ± 0,0084	107,69	0,0015 - 0,0412
		F2	0,0249 ± 0,0244	97,75	0,0045 - 0,1162
		F3	0,0088 ± 0,0090	102,77	0,0015 - 0,0525
	Omlmed	F1	0,0049 ± 0,0029	60,33	0,0014 - 0,0142
		F2	0,0215 ± 0,0160	74,45	0,0037 - 0,0675
		F3	0,0087 ± 0,0061	70,58	0,0015 - 0,0277
Grupo Control (n=24)	OmDmed	F1	0,0064 ± 0,0047	72,60	0,0022 - 0,0177
		F2	0,0199 ± 0,0094	92,81	0,0037 - 0,0867
		F3	0,0121 ± 0,0103	85,15	0,0037 - 0,0370
	Omlmed	F1	0,0044 ± 0,0023	52,16	0,0015 - 0,0090
		F2	0,0209 ± 0,0125	59,73	0,0030 - 0,0392
		F3	0,0101 ± 0,0060	59,59	0,0031 - 0,0232

OmD: Oblicuo menor Derecho Oml: Oblicuo menor Izquierdo med: Valor de actividad media



Observamos en la tabla 71 que en ambos grupos es F2 la fase de mayor valor electromiográfico y que el GC tiende a tener valores más elevados que los del GP a pesar de no darse en todas las fases analizadas.

Al comparar las fases entre sí, vemos diferencias significativas entre todas las del grupo Pilates ($p < 0,001$ entre F2 y las otras dos, $p < 0,01$ entre F1 y F3). En el grupo Control las encontramos entre F1 y las otras fases con una $p < 0,01$.

Al comparar los datos obtenidos para el RA por grupos, sólo encontramos diferencias estadísticamente significativas en el valor pico de la F3 con $p < 0,05$.

Tabla 71. Om en el ejercicio del Gato. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmax	F1	8,00% \pm 5,03%	62,89%	1,50% - 20,05%
		F2 ^Φ	28,05% \pm 16,52%	58,90%	5,43% - 66,20%
		F3 ^{ΦΦ}	16,43% \pm 15,38%	98,81%	1,93% - 174,57%
	Omlmax	F1	8,14% \pm 5,05%	62,01%	1,44% - 18,70%
		F2	30,24% \pm 19,85%	65,63%	4,35% - 71,23%
		F3	15,13% \pm 10,61%	70,11%	3,01% - 44,07%
Grupo Control (n=24) #F3	OmDmax	F1	11,84% \pm 10,36%	92,87%	1,86% - 67,21%
		F2 ^Φ	42,97% \pm 41,07%	95,58%	3,32% - 152,16%
		F3 ^Φ	36,92% \pm 36,54%	91,67%	3,05% - 145,59%
	Omlmax	F1	6,76% \pm 3,95%	58,44%	1,40% - 13,03%
		F2	28,40% \pm 19,32%	68,04%	5,32% - 67,04%
		F3	17,76% \pm 11,36%	63,98%	8,15% - 45,43%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

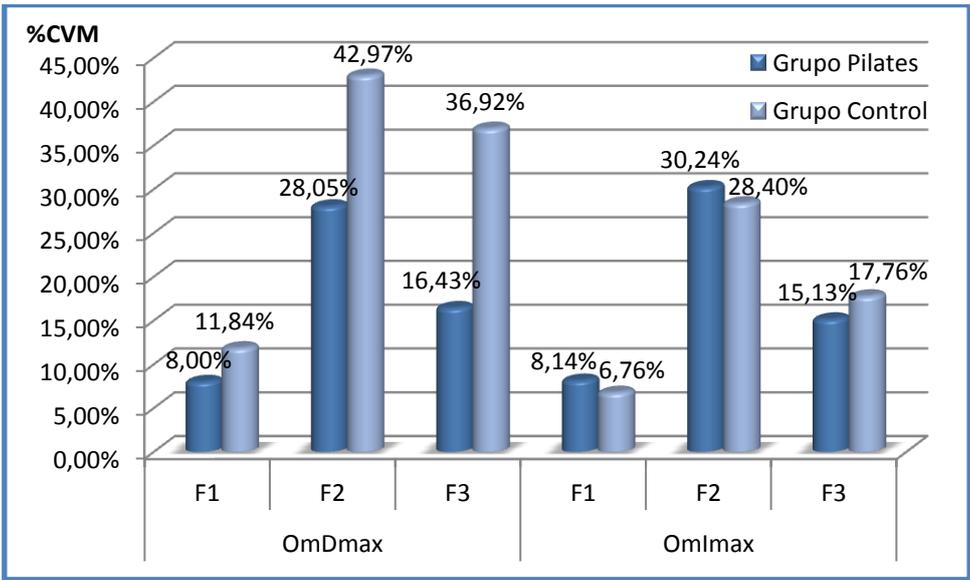


Figura 64. Ejercicio del Gato. Oblicuo menor. Valores pico normalizados (%CVM)

Al valorar los valores de actividad media, observamos de nuevo una tendencia a presentar mayores valores en el GC y una vez más, en todos los casos, F1 presenta los valores menores y F2 los más elevados.

En el análisis de correlación entre las fases del ejercicio, encontramos diferencias significativas ($p < 0,001$) en los valores de actividad media del Om tanto entre las fases F1 y F2 como entre las fases F2 y F3 del grupo Pilates. En el grupo control, las diferencias encontradas son consideradas significativas entre F1 y las otras dos fases con una $p < 0,01$ y entre F3 y F2 con $p < 0,05$.

Igual que al comparar los valores picio, sólo encontramos diferencias estadísticamente significativas en el valor de actividad media de la F3 con $p < 0,05$.



Tabla 72. Om en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmed	F1	4,47% ± 4,06%	93,21%	0,63% - 29,57%
		F2 ^Φ	12,03% ± 7,47%	62,09%	2,98% - 29,11%
		F3 ^{ΦΦ}	4,74% ± 3,68%	77,63%	0,97% - 17,24%
	Omlmed	F1	3,28% ± 2,13%	64,96%	0,86% - 7,61%
		F2	12,44% ± 7,18%	57,70%	1,34% - 33,33%
		F3	5,74% ± 4,42%	77,08%	1,09% - 17,68%
Grupo Control (n=24)	OmDmed	F1	4,87% ± 4,14%	84,98%	1,02% - 18,02%
		F2 ^Φ	13,64% ± 10,73%	78,65%	1,64% - 43,74%
		F3 ^{ΦΦ}	9,04% ± 8,25%	91,30%	1,36% - 37,68%
	Omlmed	F1	2,89% ± 2,00%	69,04%	0,78% - 7,41%
		F2	12,76% ± 9,58%	75,08%	1,57% - 30,58%
		F3	6,42% ± 5,05%	78,67%	1,74% - 19,09%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

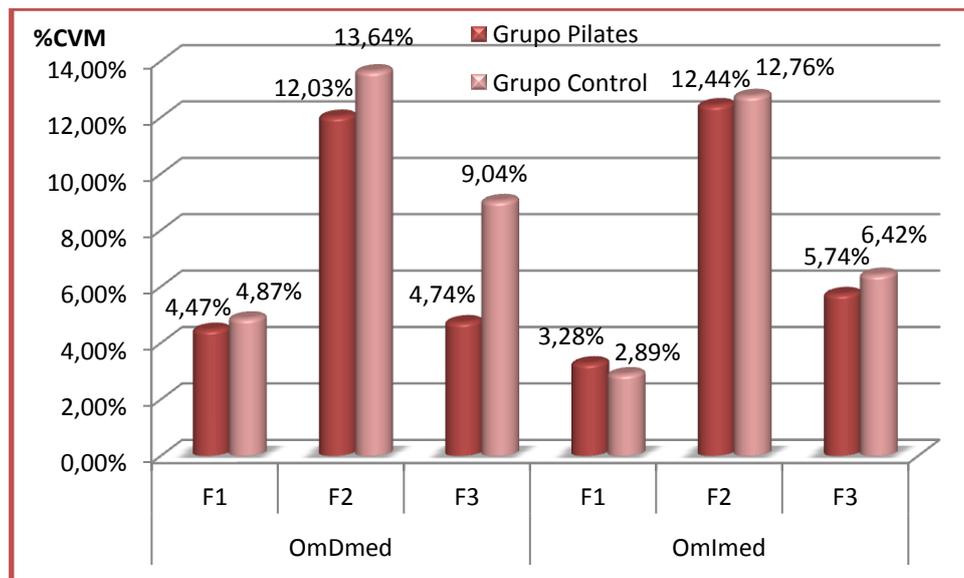


Figura 65. Ejercicio del Gato. Oblicuo menor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.6.4. EJERCICIO DEL GATO. MUSCULATURA LUMBAR

Mostramos la media, desviación típica, coeficiente de variación y rango de los valores pico de actividad EMG (tabla 73) y de los valores de actividad media (tabla 74) de la musculatura lumbar durante las tres fases del ejercicio del Gato. Presentamos su normalización (tablas 75 y 76 y figuras 66 y 67).

Tabla 73. Musculatura lumbar en el ejercicio del Gato. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmax	F1	0,0075 ± 0,0035	46,80	0,0037 - 0,0157
		F2	0,0258 ± 0,0198	76,98	0,0060 - 0,0797
		F3	0,0290 ± 0,0196	67,45	0,0067 - 0,0802
	Llmax	F1	0,0074 ± 0,0038	51,28	0,0030 - 0,0190
		F2	0,0169 ± 0,0136	80,51	0,0052 - 0,0832
		F3	0,0329 ± 0,0289	87,93	0,0045 - 0,1162
Grupo Control (n=24)	LDmax	F1	0,0099 ± 0,087	98,34	0,0037 - 0,0615
		F2	0,0256 ± 0,0234	87,04	0,0052 - 0,0960
		F3	0,0290 ± 0,0149	51,46	0,0082 - 0,0562
	Llmax	F1	0,0163 ± 0,0129	79,56	0,0030 - 0,0412
		F2	0,0251 ± 0,0165	65,75	0,0067 - 0,0600
		F3	0,0303 ± 0,0273	90,14	0,0052 - 0,0972

LD: Lumbar Derecho LI: Lumbar Izquierdo max: Valor pico

Tabla 74. Musculatura lumbar en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmed	F1	0,0027 ± 0,0016	57,00	0,0015 - 0,0070
		F2	0,0052 ± 0,0024	46,60	0,0022 - 0,0120
		F3	0,0149 ± 0,0114	76,32	0,0030 - 0,0525
	Llmed	F1	0,0031 ± 0,0021	67,47	0,0015 - 0,0098
		F2	0,0053 ± 0,0031	58,82	0,0022 - 0,0175
		F3	0,0110 ± 0,0072	65,83	0,0022 - 0,0330
Grupo Control (n=24)	LDmed	F1	0,0073 ± 0,0057	78,73	0,0015 - 0,0192
		F2	0,0081 ± 0,0078	95,86	0,0015 - 0,0307
		F3	0,0139 ± 0,0089	63,76	0,0045 - 0,0300
	Llmed	F1	0,0025 ± 0,0010	42,19	0,0012 - 0,0045
		F2	0,0068 ± 0,0056	82,28	0,0022 - 0,0210
		F3	0,0085 ± 0,0055	64,35	0,0022 - 0,0180

LD: Lumbar Derecho LI: Lumbar Izquierdo med: Valor de actividad media



En la tabla de valores pico vemos valores más elevados en el GC que en el GP, pero en este caso es la F3 la que presenta los mayores valores pico.

La correlación entre las fases es estadísticamente significativa entre F1 y el resto de las fases en ambos grupos. Todas presentan una $p < 0,001$, excepto entre F1 y F2 del GC donde tenemos una $p < 0,01$.

Cuando comparamos entre sí los grupos encontramos significación estadística en las diferencias en las fases F1 ($p < 0,001$) y F2 ($p < 0,05$).

Tabla 75. Musculatura lumbar en el ejercicio del Gato. Valores pico normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmax	F1	3,95% \pm 1,82%	46,13%	1,35% - 8,14%
		F2 ^Φ	13,27% \pm 9,84%	74,18%	2,89% - 37,30%
		F3 ^Φ	14,86% \pm 9,05%	60,87%	2,53% - 35,18%
	Llmax	F1	3,69% \pm 2,85%	77,20%	1,38% - 14,21%
		F2	8,50% \pm 7,32%	86,08%	2,41% - 28,44%
		F3	14,14% \pm 10,64%	75,21%	1,56% - 38,86%
Grupo Control (n=24)	LDmax	F1	5,97% \pm 5,57%	90,17%	1,05% - 28,28%
		F2 ^Φ	13,38% \pm 11,74%	87,76%	1,48% - 40,90%
		F3 ^Φ	16,86% \pm 9,32%	55,30%	3,30% - 28,65%
	Llmax	F1	8,44% \pm 5,73%	67,89%	1,22% - 17,94%
		F2	12,28% \pm 6,32%	51,43%	3,67% - 26,85%
		F3	16,23% \pm 13,18%	81,22%	1,78% - 43,07%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

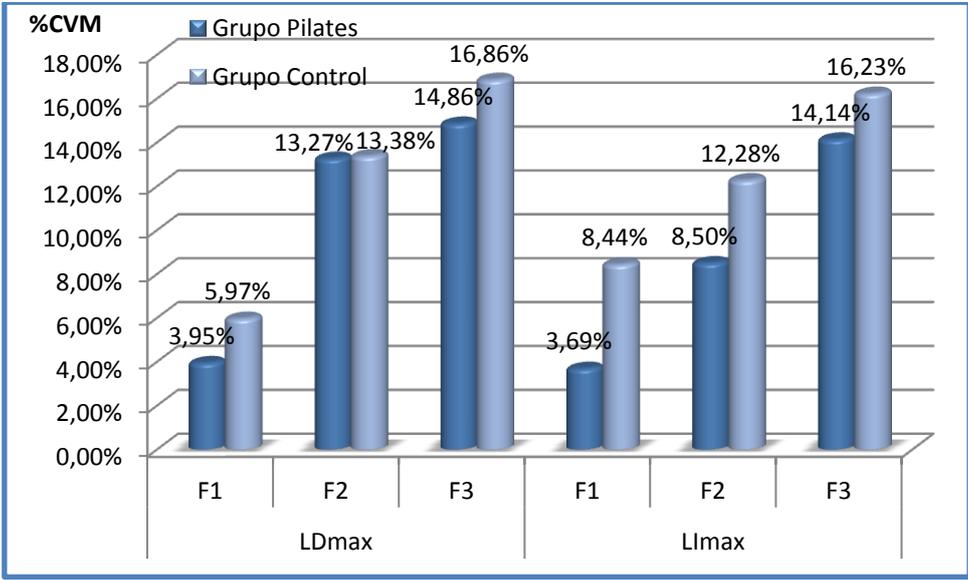


Figura 66. Ejercicio del Gato. Lumbar. Valores pico normalizados (%CVM)

Los valores de actividad eléctrica media del GC superan, como los valores pico, a los del GP y de nuevo la fase F3 es la de más actividad eléctrica de esta musculatura.

Valorando las diversas fases y su correlación encontramos una $p < 0,001$ en las diferencias entre todas las fases del GP, lo que las hace muy significativas. Por su parte, en el GC hallamos significación en las diferencias encontradas entre F1 y F3 ($p < 0,01$) y entre F2 y F3 ($p < 0,05$).

Así mismo, al comparar ambos grupos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en F1 ($p < 0,001$) y F2 ($p < 0,05$).



Tabla 76. Musculatura lumbar en el ejercicio del Gato. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmed	F1	1,49% ± 1,04%	69,46%	0,53% - 4,44%
		F2 ^Φ	2,71% ± 1,31%	48,19%	1,06% - 5,48%
		F3 ^{ΦΦ}	7,65% ± 5,58%	72,99%	1,35% - 22,33%
	Llmed	F1	1,42% ± 0,94%	65,99%	0,56% - 3,87%
		F2	2,68% ± 2,20%	82,15%	0,76% - 9,51%
		F3	4,92% ± 3,09%	62,71%	1,12% - 14,21%
Grupo Control (n=24)	LDmed	F1	4,52% ± 4,39%	97,16%	0,80% - 15,24%
		F2	4,80% ± 4,73%	98,65%	0,43% - 15,24%
		F3 ^{ΦΦ}	8,39% ± 6,13%	73,08%	1,68% - 23,13%
	Llmed	F1	1,60% ± 1,38%	86,17%	0,51% - 5,13%
		F2	3,68% ± 2,71%	73,72%	0,75% - 9,30%
		F3	4,67% ± 3,05%	65,30%	1,27% - 9,96%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

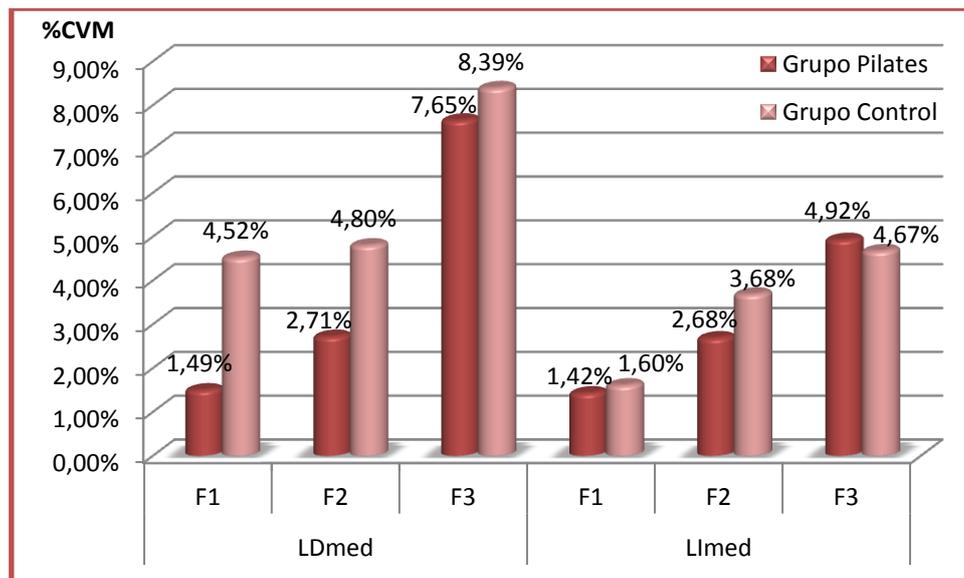


Figura 67. Ejercicio del Gato. Lumbar. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.7. ACTIVIDAD ELÉCTRICA DURANTE EL EJERCICIO DEL DIAMANTE

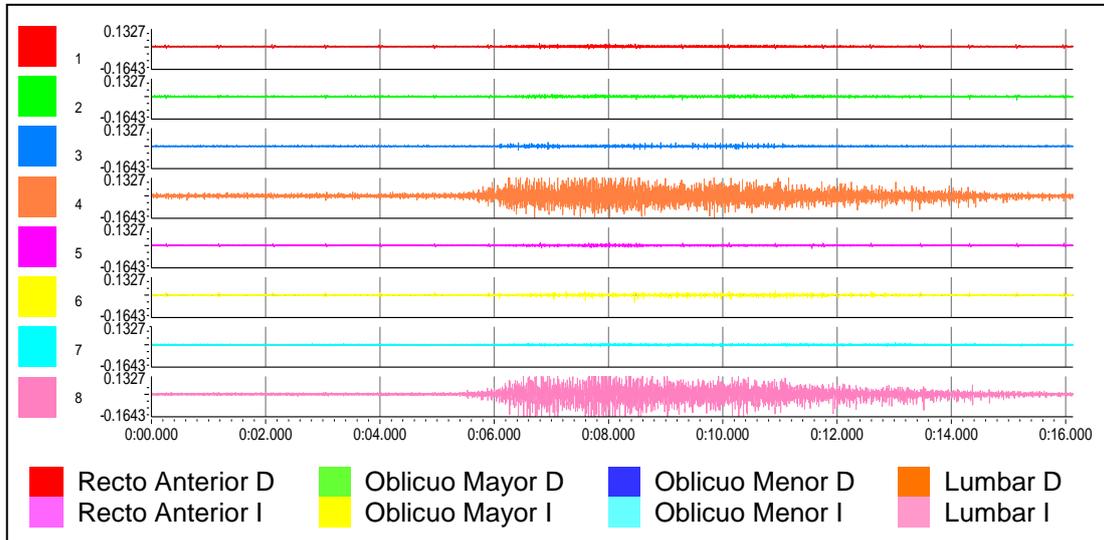
Presentamos ahora los patrones de activación electromiográfica tipo del ejercicio del Diamante (figura 16). Continuando con lo anterior presentamos para ambos grupos un registro de la señal bruta primero (figura 68) y un registro filtrado con RMS a continuación (figura 69), en los que se observan las tres fases de cinco segundos en que dividimos el ejercicio (reposo, ejecución y retorno a la posición inicial).

Ambos trazados son similares y representan los patrones encontrados en el 85% de las voluntarias en ambos grupos. Se aprecia la mínima participación de la musculatura abdominal en este ejercicio (canales 1, 2, 3, 5, 6 y 7) que resulta ser prácticamente nula en el grupo Pilates. Por el contrario la musculatura lumbar (canales 4 y 8) se activa notablemente en la segunda fase del ejercicio manteniendo un nivel constante al final de esta fase, para ir reduciendo su actividad de forma gradual a lo largo de la fase 3.

En estos patrones vemos también cómo en el GC la inactividad de la musculatura lumbar se alcanza antes, aproximadamente en el segundo 14, mientras el GP es capaz de mantenerla hasta completar los 15 segundos de duración total del ejercicio.



a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

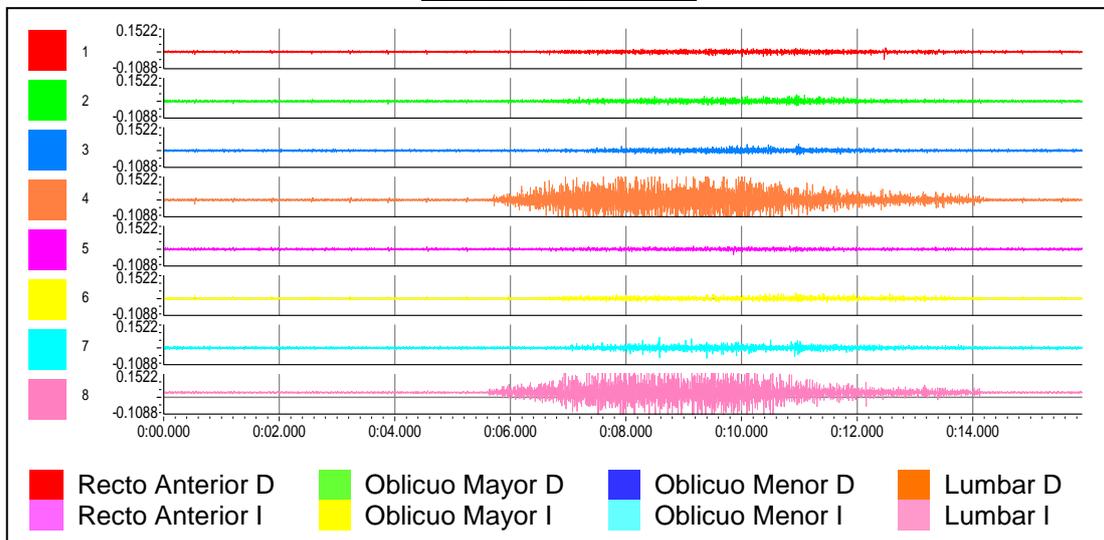
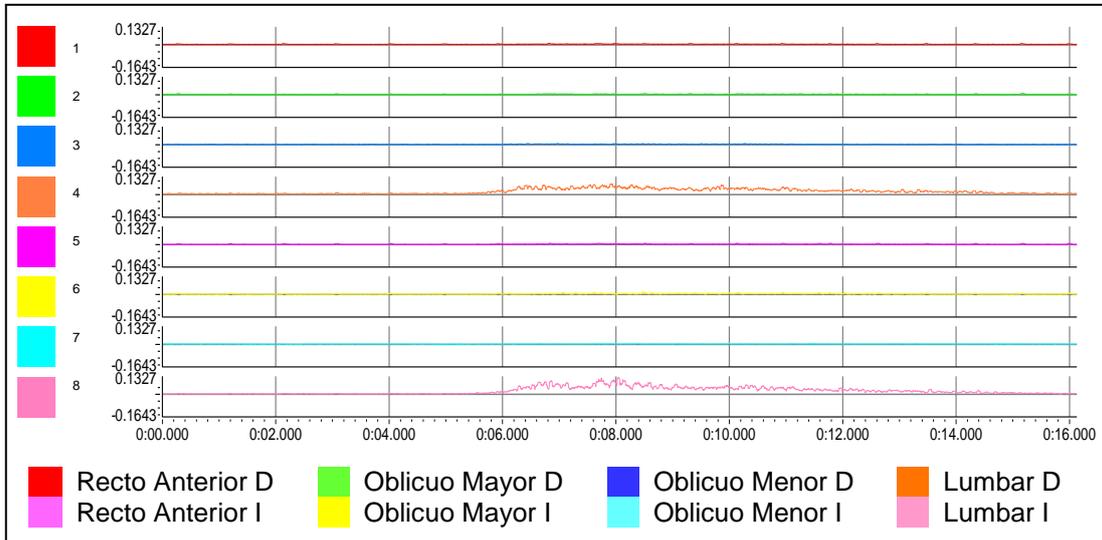


Figura 68. Ejercicio del Diamante. Señal EMGS cruda. a) Grupo Pilates b) Grupo Control

a) Registro tipo del GP



b) Registro tipo del GC

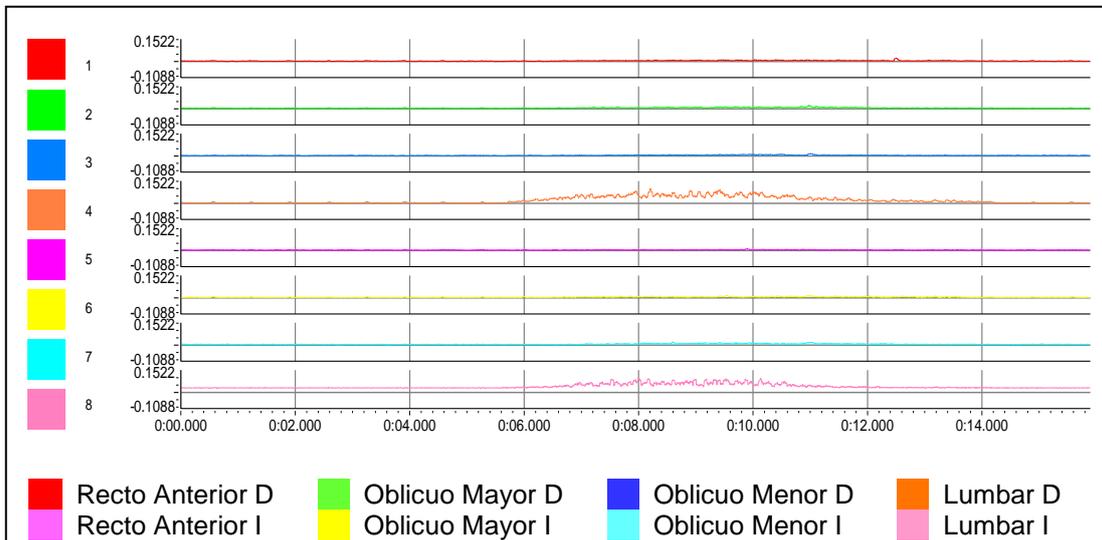


Figura 69. Ejercicio del Diamante. Señal EMGS con filtro RMS. a) Grupo Pilates b) Grupo Control



4.7.1. EJERCICIO DEL DIAMANTE. MÚSCULO RECTO ANTERIOR

Presentamos los estadísticos descriptivos (tablas 77 y 78) de los valores EMG pico y de actividad media de los RA por fase del ejercicio del Diamante (mV) y sus normalizados (tablas 79 y 80 y en las figuras 70 y 71). Tampoco en este ejercicio se encontraron diferencias significativas bilaterales.

Tabla 77. Recto anterior en el ejercicio del Diamante. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	F1	0,0068 ± 0,0027	39,66	0,0037 - 0,0165
		F2	0,0098 ± 0,0054	55,08	0,0037 - 0,0266
		F3	0,0075 ± 0,0034	45,64	0,0030 - 0,0195
	RImax	F1	0,0100 ± 0,0055	55,13	0,0045 - 0,0307
		F2	0,0118 ± 0,0059	50,36	0,0045 - 0,0322
		F3	0,0117 ± 0,0071	60,84	0,0037 - 0,0397
Grupo Control (n=24)	RDmax	F1	0,0071 ± 0,0032	44,79	0,0037 - 0,0142
		F2	0,0079 ± 0,0043	54,57	0,0030 - 0,0195
		F3	0,0106 ± 0,0070	66,35	0,0037 - 0,0285
	RImax	F1	0,0085 ± 0,0068	79,03	0,0030 - 0,0270
		F2	0,0113 ± 0,0077	68,29	0,0037 - 0,0315
		F3	0,0138 ± 0,0125	90,95	0,0045 - 0,0412

RD: Recto anterior Derecho RI: Recto anterior Izquierdo max: Valor pico

Tabla 78. Recto anterior en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	F1	0,0027 ± 0,0018	65,95	0,0015 - 0,0086
		F2	0,0042 ± 0,0021	49,21	0,0015 - 0,0097
		F3	0,0027 ± 0,0016	56,58	0,0007 - 0,0075
	RImed	F1	0,0036 ± 0,0022	62,43	0,0015 - 0,0095
		F2	0,0042 ± 0,0024	56,56	0,0015 - 0,0127
		F3	0,0030 ± 0,0015	50,69	0,0010 - 0,0082
Grupo Control (n=24)	RDmed	F1	0,0019 ± 0,0006	31,55	0,0015 - 0,0036
		F2	0,0027 ± 0,0014	52,31	0,0015 - 0,0060
		F3	0,0025 ± 0,0011	44,81	0,0015 - 0,0052
	RImed	F1	0,0017 ± 0,0008	47,50	0,0007 - 0,0030
		F2	0,0028 ± 0,0023	80,46	0,0015 - 0,0125
		F3	0,0035 ± 0,0026	73,74	0,0015 - 0,0095

RD: Recto anterior Derecho RI: Recto anterior Izquierdo med: Valor de actividad media



En la tabla 79 no observamos una tendencia clara de ningún grupo a presentar mayores valores pico en el RA, pero sí vemos que en el GC la actividad aumenta de la fase 2 a la fase 3, mientras en el GP ésta disminuye.

En el análisis de correlación encontramos que, en el grupo Pilates, las diferencias encontradas entre las fases F1 y F2 eran estadísticamente significativas con $p < 0,001$, y también las halladas entre F2 y F3 ($p < 0,05$). Las diferencias entre las fases F1 y F3 del GC también fueron significativas ($p < 0,05$).

No obstante, la única diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, fue a nivel de los valores máximos de F3 ($p < 0,01$).

Tabla 79. RA en el ejercicio del Diamante. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmax	F1	5,93% \pm 2,88%	48,64%	2,14% - 14,77%
		F2 ^Φ	7,99% \pm 3,42%	42,77%	2,81% - 15,19%
		F3 ^{ΦΦ}	6,34% \pm 2,75%	43,35%	1,95% - 13,71%
	Rlmax	F1	7,51% \pm 4,17%	55,55%	1,39% - 16,91%
		F2	8,75% \pm 5,28%	60,35%	2,24% - 28,15%
		F3	8,48% \pm 4,88%	57,60%	2,13% - 20,19%
Grupo Control (n=24)	RDmax	F1	7,62% \pm 4,44%	58,23%	2,31% - 15,63%
		F2	8,73% \pm 6,48%	74,16%	1,87% - 26,53%
		F3 ^Φ	12,16% \pm 9,46%	77,80%	2,31% - 37,29%
	Rlmax	F1	5,47% \pm 4,39%	80,30%	1,27% - 15,98%
		F2	7,18% \pm 5,31%	74,02%	1,96% - 19,74%
		F3	8,69% \pm 7,71%	88,64%	1,96% - 26,10%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

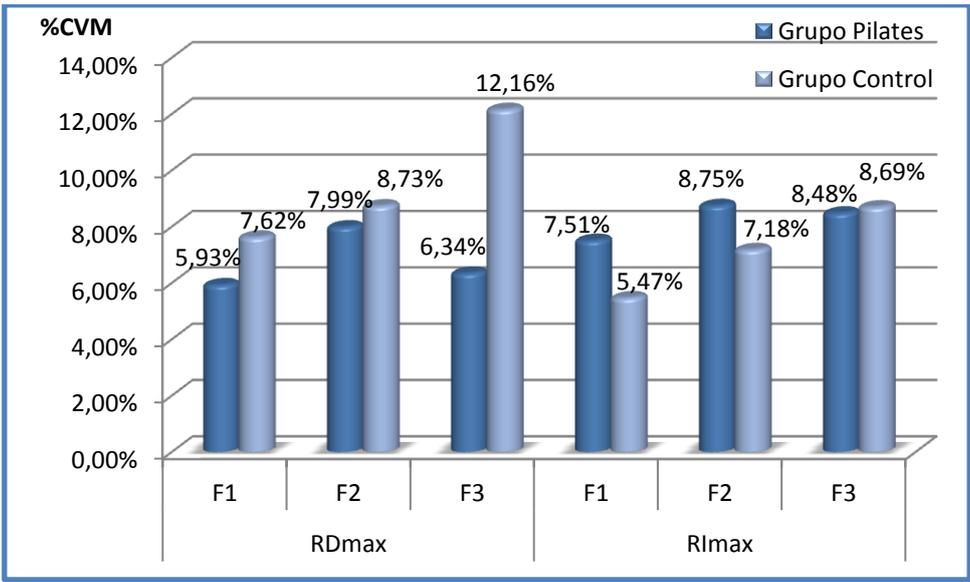


Figura 70. Ejercicio del Diamante. Recto Anterior. Valores pico normalizados (%CVM)

Al normalizar los datos de actividad media (tabla 80), observamos una tendencia más evidente del GP a presentar mayores valores que el GC tanto en F1 como en F2. Sin embargo en F3 el GC supera en actividad del RA al GP e incluso tiende a presentar valores superiores a los de la F2.

El análisis de correlación fue similar al de los valores pico en el GP, encontrando diferencias significativas ($p < 0,001$) entre las fases F1 y F2 y entre las fases F2 y F3. Por el contrario, en el GC todas las diferencias entre fases fueron significativas ($p < 0,05$), a excepción de las encontradas entre F2 y F3.

Sin embargo, no encontramos diferencias estadísticamente significativas al comparar ambos grupos.



Tabla 80. RA en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	RDmed	F1	2,25% ± 1,29%	57,28%	1,02% - 6,91%
		F2 ^Φ	3,48% ± 1,61%	46,37%	0,87% - 8,33%
		F3 ^{ΦΦ}	2,29% ± 1,14%	49,81%	0,41% - 4,90%
	Rlmed	F1	2,53% ± 1,51%	59,93%	0,70% - 6,33%
		F2	3,06% ± 1,76%	57,61%	0,79% - 7,33%
		F3	2,27% ± 1,38%	60,72%	0,54% - 6,00%
Grupo Control (n=24)	RDmed	F1	2,07% ± 1,13%	54,55%	0,93% - 4,62%
		F2 ^Φ	3,00% ± 2,11%	70,16%	0,93% - 8,16%
		F3 ^Φ	2,85% ± 1,78%	62,34%	0,76% - 5,43%
	Rlmed	F1	1,16% ± 0,93%	80,11%	0,30% - 4,14%
		F2	1,88% ± 1,61%	85,95%	0,65% - 6,53%
		F3	2,36% ± 2,00%	85,11%	0,65% - 6,43%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

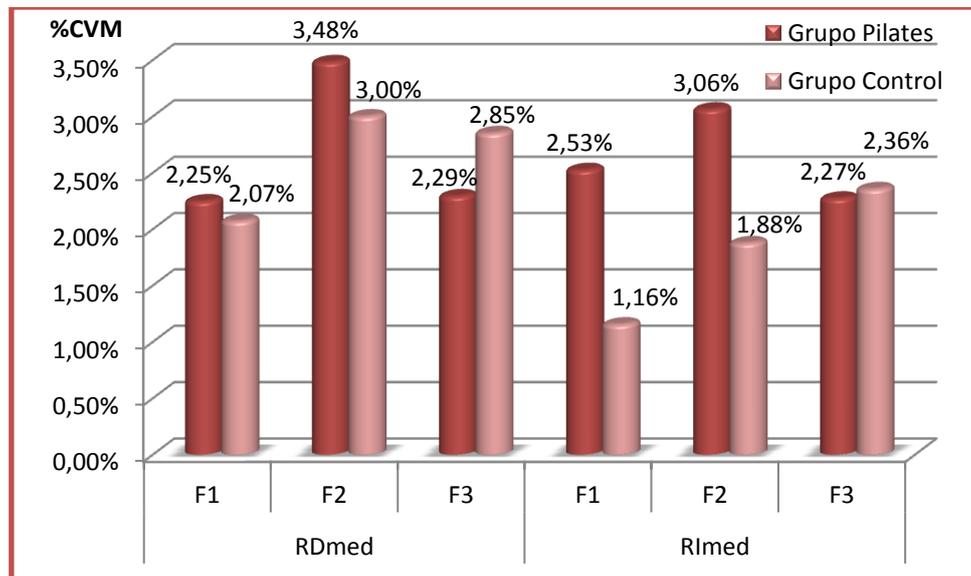


Figura 71. Ejercicio del Diamante. Recto Anterior. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.7.2. EJERCICIO DEL DIAMANTE. MÚSCULO OBLICUO MAYOR

Presentamos los estadísticos descriptivos de los valores pico de actividad eléctrica y de los de actividad media de los oblicuos mayores durante las tres fases del ejercicio del Diamante (tablas 81 y 82). A continuación (tablas 83 y 84 y figuras 72 y 73) mostramos sus valores normalizados como %CVM.

Tabla 81. Oblicuo Mayor en el ejercicio del Diamante. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmax	F1	0,0089 ± 0,0046	51,46	0,0012 - 0,0232
		F2	0,0170 ± 0,0096	56,47	0,0045 - 0,0442
		F3	0,0112 ± 0,0050	44,75	0,0052 - 0,0247
	OMImax	F1	0,0129 ± 0,0094	72,83	0,0037 - 0,0587
		F2	0,0215 ± 0,0139	64,61	0,0052 - 0,0595
		F3	0,0160 ± 0,0090	56,54	0,0060 - 0,0487
Grupo Control (n=24)	OMDmax	F1	0,0085 ± 0,0056	66,11	0,0030 - 0,0277
		F2	0,0176 ± 0,0145	82,35	0,0045 - 0,0585
		F3	0,0135 ± 0,0075	55,48	0,0051 - 0,0270
	OMImax	F1	0,0142 ± 0,0080	56,09	0,0045 - 0,0337
		F2	0,0240 ± 0,0204	85,04	0,0052 - 0,0950
		F3	0,0209 ± 0,0166	79,21	0,0013 - 0,0585

OMD: Oblicuo Mayor Derecho OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo max: Valor pico

Tabla 82. Oblicuo Mayor en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmed	F1	0,0027 ± 0,0016	58,92	0,0007 - 0,0075
		F2	0,0063 ± 0,0038	61,41	0,0015 - 0,0172
		F3	0,0037 ± 0,0018	49,75	0,0012 - 0,0082
	OMImed	F1	0,0040 ± 0,0027	67,63	0,0015 - 0,0150
		F2	0,0063 ± 0,0037	59,30	0,0012 - 0,0157
		F3	0,0056 ± 0,0036	64,05	0,0015 - 0,0156
Grupo Control (n=24)	OMDmed	F1	0,0028 ± 0,0013	46,96	0,0015 - 0,0057
		F2	0,0051 ± 0,0026	52,11	0,0022 - 0,0150
		F3	0,0059 ± 0,0036	60,89	0,0022 - 0,0150
	OMImed	F1	0,0044 ± 0,0035	79,87	0,0015 - 0,0122
		F2	0,0094 ± 0,0100	106,92	0,0015 - 0,0360
		F3	0,0068 ± 0,0051	75,42	0,0015 - 0,0212

OMD: Oblicuo Mayor Derecho OMI: Oblicuo Mayor Izquierdo med: Valor de actividad media



Analizando los valores pico normalizados encontramos valores superiores en la F2, superando el GP al GC en todas las fases del ejercicio.

Encontramos diferencias significativas entre los valores pico de todas las fases del OM en el grupo Pilates, con $p < 0,001$ excepto entre las fases F1 y F3 ($p < 0,01$). En lo referente al del grupo Control resultaron significativas las diferencias entre las fases F1 y F2 ($p < 0,01$) y entre F1 F3 ($p < 0,05$).

Al analizar la correlación entre los valores pico de los dos grupos no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Tabla 83. OM en el ejercicio del Diamante. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmax	F1	6,66% \pm 4,30%	64,50%	0,83% - 19,61%
		F2 ^Φ	12,30% \pm 7,46%	60,60%	4,28% - 29,33%
		F3 ^{ΦΦ}	8,01% \pm 3,71%	46,28%	2,88% - 18,60%
	OMIImax	F1	8,06% \pm 4,99%	61,96%	2,42% - 21,28%
		F2	13,43% \pm 8,93%	66,48%	2,92% - 37,17%
		F3	10,36% \pm 6,82%	65,87%	3,02% - 29,07%
Grupo Control (n=24)	OMDmax	F1	5,51% \pm 3,73%	67,60%	1,18% - 13,85%
		F2 ^Φ	10,98% \pm 8,33%	75,92%	2,88% - 29,77%
		F3 ^Φ	8,16% \pm 3,98%	48,71%	2,71% - 13,52%
	OMIImax	F1	5,22% \pm 3,52%	67,36%	1,81% - 13,32%
		F2	8,38% \pm 7,48%	89,28%	1,34% - 36,86%
		F3	6,80% \pm 4,79%	70,44%	0,50% - 19,57%

^Φ Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ} Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

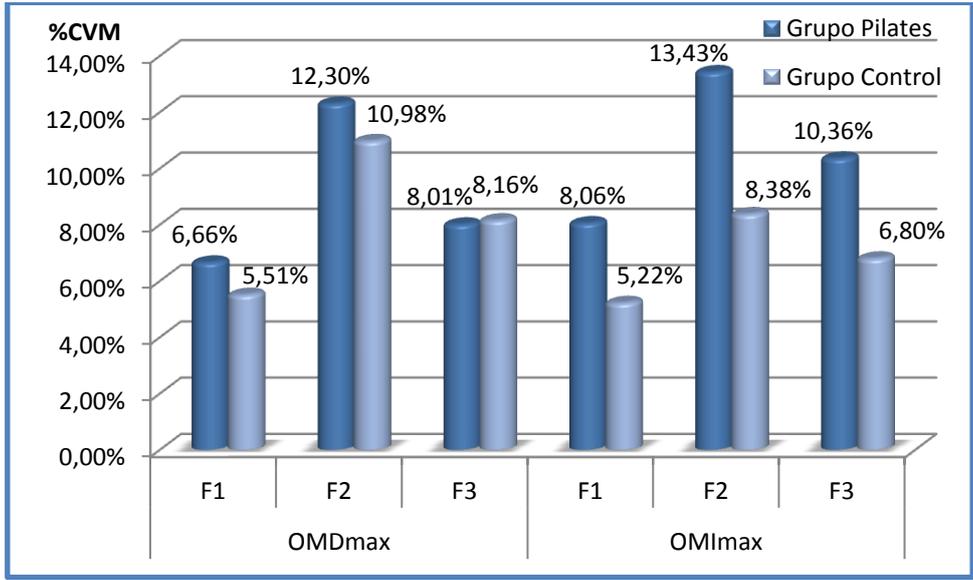


Figura 72. Ejercicio del Diamante. Oblicuo Mayor. Valores pico normalizados (%CVM)

De nuevo, como ocurría con los valores electromiográficos pico, el GP muestra valores de actividad media superiores a los del GC y la fase F2 resulta la de mayor actividad.

Cuando correlacionamos los valores de actividad media de las fases del ejercicio, ocurre igual que con los valores pico, es decir, en el GP todas las diferencias entre las fases resultan significativas con $p < 0,001$ (excepto entre F1 y F3 con $p < 0,01$), mientras en el GC sólo encontramos diferencias significativas entre F1 y las otras dos fases ($p < 0,01$).

Al comparar los datos por grupos, sólo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el valor de actividad media de F3 ($p < 0,05$).



Tabla 84. OM en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OMDmed	F1	1,95% ± 1,14%	58,64%	0,29% - 4,54%
		F2 ^Φ	4,30% ± 2,38%	55,27%	1,53% - 9,62%
		F3 ^{ΦΦ}	2,65% ± 1,38%	52,21%	0,85% - 5,41%
	OMImed	F1	2,45% ± 1,47%	59,94%	0,79% - 6,38%
		F2	3,95% ± 2,33%	58,93%	0,54% - 9,26%
		F3	3,56% ± 2,44%	68,45%	0,54% - 9,84%
Grupo Control (n=24)	OMDmed	F1	1,87% ± 1,22%	65,38%	0,67% - 4,87%
		F2 ^Φ	3,40% ± 2,20%	64,62%	0,99% - 9,62%
		F3 ^Φ	3,80% ± 2,35%	61,97%	0,73% - 9,62%
	OMImed	F1	1,51% ± 1,18%	78,51%	0,39% - 4,36%
		F2	3,61% ± 5,05%	139,68%	0,39% - 22,83%
		F3	2,33% ± 1,65%	70,87%	0,39% - 6,02%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

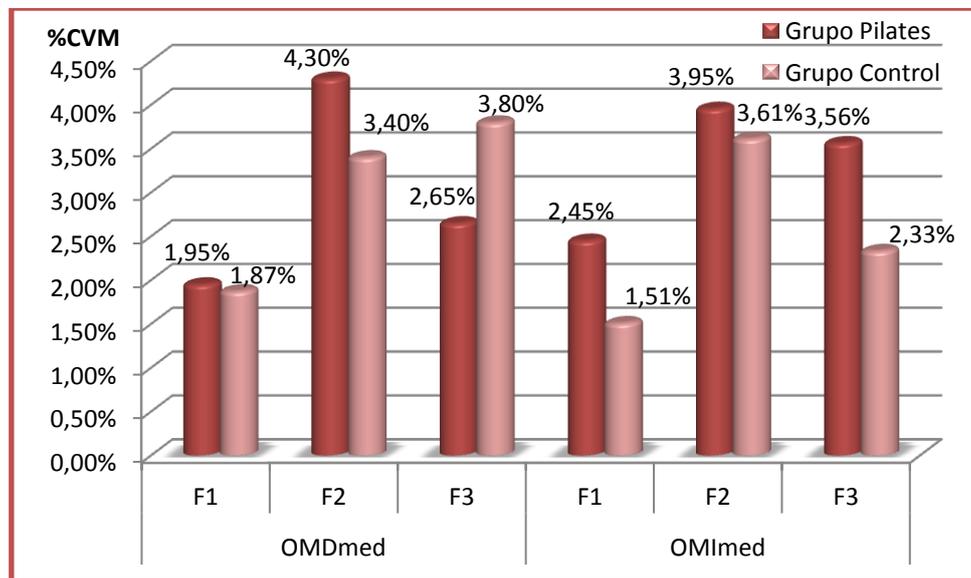


Figura 73. Ejercicio del Diamante. Oblicuo Mayor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.7.3. EJERCICIO DEL DIAMANTE. MÚSCULO OBLICUO MENOR

Los estadísticos descriptivos de los valores pico del Om en las tres fases del ejercicio del Diamante se recogen en la tabla 85 y sus normalizados en la figura 74 y en la tabla 87, como ocurre con los valores de actividad EMG media en las tablas 86 (valores absolutos), 88 (normalizados) y en la figura 75.

Tabla 85. Oblicuo menor en el ejercicio del Diamante. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmax	F1	0,0078 ± 0,0057	72,70	0,0022 - 0,0270
		F2	0,0150 ± 0,0094	62,47	0,0030 - 0,0435
		F3	0,0124 ± 0,0075	60,27	0,0022 - 0,0345
	Omlmax	F1	0,0075 ± 0,0055	72,78	0,0015 - 0,0217
		F2	0,0178 ± 0,0129	72,58	0,0030 - 0,0450
		F3	0,0117 ± 0,0103	88,07	0,0022 - 0,0420
Grupo Control (n=24)	OmDmax	F1	0,0044 ± 0,0019	42,70	0,0015 - 0,0075
		F2	0,0060 ± 0,0034	56,93	0,0022 - 0,0132
		F3	0,0084 ± 0,0043	51,24	0,0030 - 0,0157
	Omlmax	F1	0,0066 ± 0,0050	76,26	0,0022 - 0,0187
		F2	0,0106 ± 0,0090	84,46	0,0022 - 0,0382
		F3	0,0123 ± 0,0104	84,33	0,0022 - 0,0375

OmD: Oblicuo menor Derecho Oml: Oblicuo menor Izquierdo max: Valor pico

Tabla 86. Oblicuo menor en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmed	F1	0,0027 ± 0,0016	58,92	0,0007 - 0,0075
		F2	0,0063 ± 0,0038	61,41	0,0015 - 0,0172
		F3	0,0037 ± 0,0018	49,75	0,0012 - 0,0082
	Omlmed	F1	0,0037 ± 0,0027	74,52	0,0007 - 0,0097
		F2	0,0062 ± 0,0050	80,43	0,0012 - 0,0197
		F3	0,0055 ± 0,0044	79,47	0,0015 - 0,0195
Grupo Control (n=24)	OmDmed	F1	0,0028 ± 0,0013	46,96	0,0015 - 0,0057
		F2	0,0051 ± 0,0026	52,11	0,0022 - 0,0150
		F3	0,0059 ± 0,0036	60,89	0,0022 - 0,0150
	Omlmed	F1	0,0022 ± 0,0015	68,14	0,0007 - 0,0058
		F2	0,0041 ± 0,0034	82,86	0,0015 - 0,0165
		F3	0,0040 ± 0,0021	53,15	0,0015 - 0,0072

OmD: Oblicuo menor Derecho Oml: Oblicuo menor Izquierdo med: Valor de actividad media



En la tabla de valores pico normalizados, éstos se muestran superiores en el GP en todas las fases. Sin embargo, mientras en el GP en la fase F2 la de mayores valores, en el GC lo es la F3.

En el estudio de correlación hallamos diferencias significativas entre todas las fases en ambos grupos. En el GP con $p < 0,001$ excepto entre F2 y F3 donde $p < 0,05$. En el GC resultó $p < 0,05$ entre F1 y F2, $p < 0,001$ entre F1 y F3 y $p < 0,01$ entre F2 y F3.

En el análisis intergrupo sólo resultaron estadísticamente significativas ($p < 0,01$) las diferencias encontradas entre los valores pico a nivel de F2.

Tabla 87. Om en el ejercicio del Diamante. Valores pico normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmax	F1	3,99% \pm 2,47%	61,87%	0,70% - 9,68%
		F2 ^Φ	8,36% \pm 5,74%	68,70%	1,25% - 22,08%
		F3 ^{ΦΦ}	6,70% \pm 4,29%	64,01%	1,01% - 16,55%
	Omlmax	F1	5,64% \pm 5,52%	97,80%	0,32% - 26,79%
		F2	12,29% \pm 10,49%	85,32%	1,44% - 52,63%
		F3	7,62% \pm 6,68%	87,64%	1,09% - 24,39%
Grupo Control (n=24)	OmDmax	F1	3,24% \pm 1,50%	46,39%	0,85% - 5,80%
		F2 ^Φ	4,50% \pm 3,24%	71,97%	1,26% - 11,98%
		F3 ^{ΦΦ}	6,32% \pm 3,97%	62,82%	1,52% - 13,51%
	Omlmax	F1	4,23% \pm 3,30%	77,91%	0,47% - 11,86%
		F2	6,64% \pm 5,90%	88,82%	1,54% - 19,98%
		F3	7,35% \pm 5,92%	80,58%	1,74% - 19,61%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

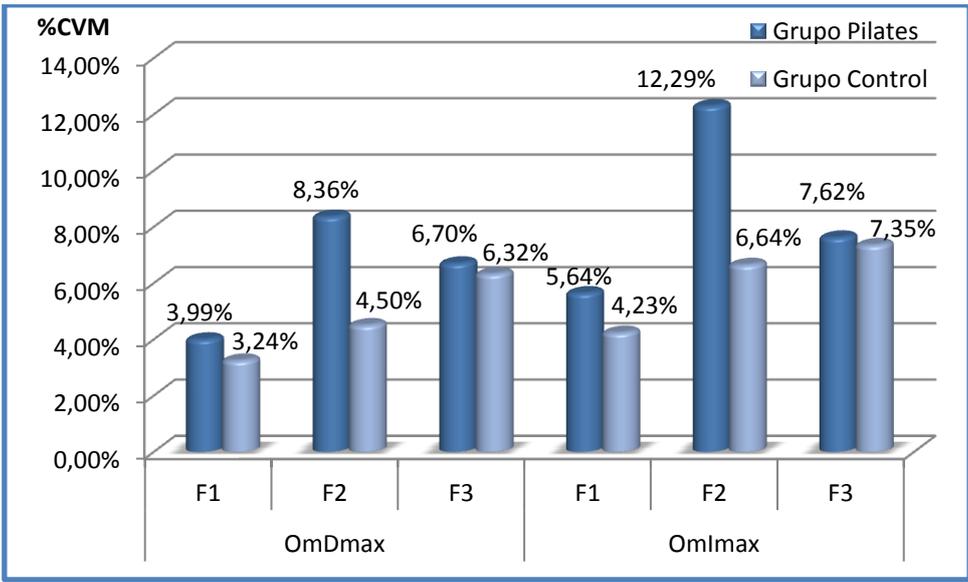


Figura 74. Ejercicio del Diamante. Oblicuo menor. Valores pico normalizados (%CVM)

En el caso de los valores de actividad media, observamos una tendencia a presentar valores superiores de actividad en el GP y a que sea F2 la fase con mayor señal electromiográfica.

En el análisis de correlación entre las fases del ejercicio, sólo encontramos diferencias significativas en el GP ($p < 0,001$) entre los valores de actividad media del Oml de la fase F2 y las otras dos, y en el GC entre F2 y F3 ($p < 0,05$).

Al comparar ambos grupos sólo resultaron estadísticamente significativas las diferencias halladas entre los valores de actividad media a nivel de F2 ($p < 0,01$).



Tabla 88. Om en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media normalizados (%CVM) por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	OmDmed	F1	1,85% ± 1,41%	76,23%	0,24% - 5,04%
		F2 ^Φ	4,10% ± 2,44%	59,62%	0,91% - 8,61%
		F3 ^{ΦΦ}	2,16% ± 1,71%	79,19%	0,43% - 7,53%
	Omlmed	F1	2,36% ± 1,78%	75,17%	0,32% - 6,85%
		F2	3,60% ± 2,18%	60,69%	0,54% - 8,35%
		F3	3,40% ± 2,47%	72,75%	0,82% - 9,97%
Grupo Control (n=24)	OmDmed	F1	2,39% ± 2,11%	88,39%	0,68% - 7,98%
		F2	2,33% ± 1,94%	83,44%	0,84% - 8,80%
		F3 ^{ΦΦ}	2,47% ± 1,96%	79,58%	0,84% - 8,80%
	Omlmed	F1	1,51% ± 1,33%	88,10%	0,23% - 4,50%
		F2	2,59% ± 2,16%	83,42%	0,66% - 8,63%
		F3	2,47% ± 1,54%	62,49%	0,70% - 5,76%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

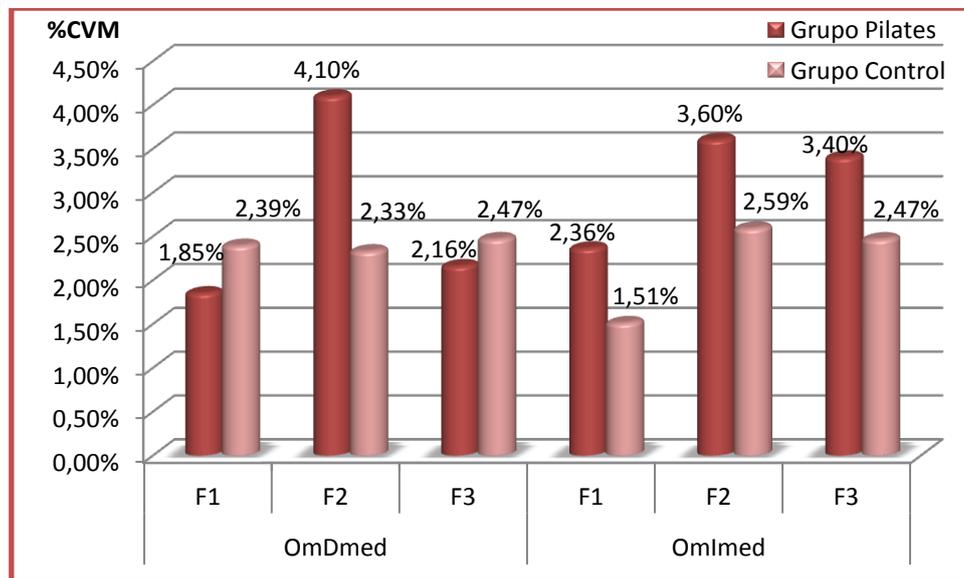


Figura 75. Ejercicio del Diamante. Oblicuo menor. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.7.4. EJERCICIO DEL DIAMANTE. MUSCULATURA LUMBAR

Mostramos los estadísticos descriptivos de los valores pico y de actividad media (mV) de las tres fases del ejercicio del Diamante en las tablas 89 y 90, mostrando a continuación los valores normalizados como %CVM (tablas 91 y 92) y su representación gráfica (figuras 76 y 77).

Tabla 89. Musculatura lumbar en el ejercicio del Diamante. Valores pico por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmax	F1	0,0151 ± 0,0115	76,57	0,0045 - 0,0555
		F2	0,0672 ± 0,0387	57,52	0,0075 - 0,1762
		F3	0,0353 ± 0,0242	68,57	0,0052 - 0,0990
	Llmax	F1	0,0125 ± 0,0090	72,15	0,0018 - 0,0427
		F2	0,0649 ± 0,0466	71,83	0,0090 - 0,1650
		F3	0,0355 ± 0,0233	65,45	0,0030 - 0,0822
Grupo Control (n=24)	LDmax	F1	0,0109 ± 0,0056	51,28	0,0045 - 0,0262
		F2	0,0268 ± 0,0184	68,77	0,0067 - 0,0607
		F3	0,0332 ± 0,0220	66,33	0,0067 - 0,0772
	Llmax	F1	0,0125 ± 0,0109	87,59	0,0022 - 0,0360
		F2	0,0333 ± 0,0232	69,72	0,0030 - 0,0767
		F3	0,0335 ± 0,0210	62,48	0,0030 - 0,0660

LD: Lumbar Derecho LI: Lumbar Izquierdo max: Valor pico

Tabla 90. Musculatura lumbar en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media por fase y grupo

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmed	F1	0,0048 ± 0,0034	71,13	0,0015 - 0,0150
		F2	0,0251 ± 0,0164	65,60	0,0015 - 0,0622
		F3	0,0125 ± 0,0096	76,51	0,0015 - 0,0487
	Llmed	F1	0,0056 ± 0,0046	82,98	0,0015 - 0,0187
		F2	0,0251 ± 0,0172	68,48	0,0015 - 0,0675
		F3	0,0163 ± 0,0128	78,60	0,0015 - 0,0622
Grupo Control (n=24)	LDmed	F1	0,0051 ± 0,0036	70,84	0,0015 - 0,0135
		F2	0,0242 ± 0,0172	71,28	0,0030 - 0,0615
		F3	0,0194 ± 0,0156	80,52	0,0015 - 0,0562
	Llmed	F1	0,0051 ± 0,0044	86,96	0,0015 - 0,0135
		F2	0,0244 ± 0,0195	80,16	0,0015 - 0,0547
		F3	0,0212 ± 0,0129	60,71	0,0015 - 0,0382

LD: Lumbar Derecho LI: Lumbar Izquierdo med: Valor de actividad media



En la tabla 91 vemos valores de actividad pico lumbar muy superiores a los del resto de músculo estudiados. A pesar de la tendencia del GP a presentar valores superiores, sobre todo en la F2, es superado por los valores del GC en la fase F3, que además resulta ser la de mayor actividad lumbar en este grupo.

En el estudio de correlación encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los valores pico de todas las fases en ambos grupos ($p < 0,001$) excepto entre las fases F2 y F3 del GC. Sin embargo, a nivel intergrupo resultaron estadísticamente significativas las diferencias entre los valores pico de F2 ($p < 0,001$).

Tabla 91. Musculatura lumbar en el ejercicio del Diamante. Valores pico normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Fase	Media \pm D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmax	F1	7,33% \pm 4,58%	62,45%	2,33% - 19,32%
		F2 ^Φ	32,95% \pm 16,36%	49,66%	5,83% - 77,28%
		F3 ^{ΦΦ}	16,81% \pm 10,13%	60,25%	2,80% - 43,42%
	Llmax	F1	5,58% \pm 3,62%	64,97%	0,59% - 16,30%
		F2	27,73% \pm 16,25%	58,60%	5,31% - 54,84%
		F3	15,37% \pm 9,08%	59,04%	1,56% - 37,09%
Grupo Control (n=24)	LDmax	F1	6,61% \pm 4,32%	65,44%	1,68% - 17,01%
		F2 ^Φ	14,95% \pm 9,80%	65,54%	1,88% - 32,25%
		F3 ^Φ	18,85% \pm 12,71%	67,41%	1,88% - 54,42%
	Llmax	F1	6,06% \pm 5,14%	84,77%	1,24% - 16,58%
		F2	16,69% \pm 12,68%	75,98%	1,18% - 39,50%
		F3	17,11% \pm 12,33%	72,06%	1,18% - 36,42%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

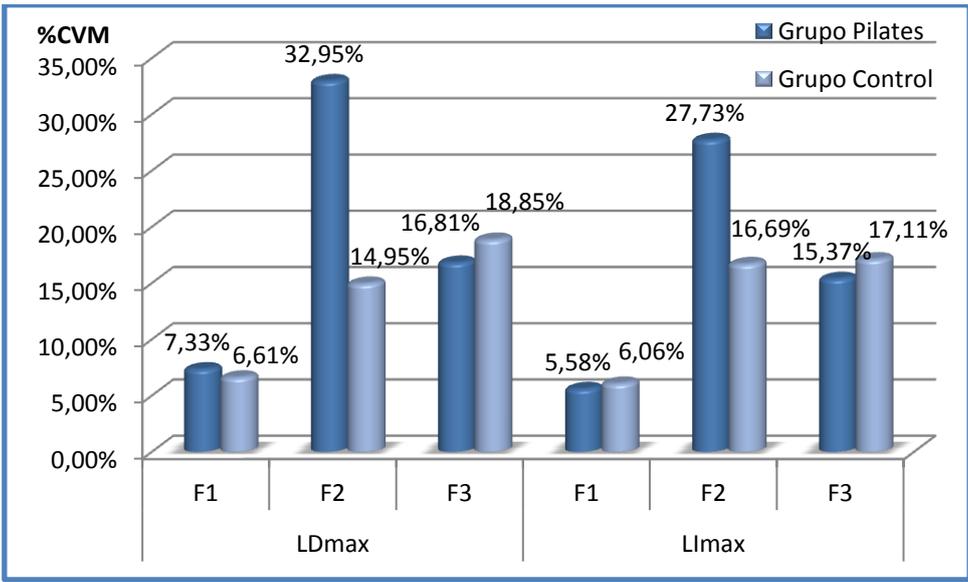


Figura 76. Ejercicio del Diamante. Lumbar. Valores pico normalizados (%CVM)

Al contrario de lo que ocurría con los valores pico de la musculatura lumbar, los valores de actividad media normalizados son más elevados en el GC que en el GP, pero siguen superando los valores de la musculatura abdominal. Destacan, una vez más, las cifras de F2 con respecto a las de las fases inicial y final del ejercicio.

Al comparar las fases entre sí, se hallaron diferencias significativas entre los valores de actividad media de todas ellas en ambos grupos con $p < 0,001$, excepto entre F2 y F3 del GC donde $p < 0,05$.

Comparando los valores de actividad media de los dos grupos obtuvimos diferencias significativas únicamente entre los valores de F3 ($p < 0,05$).



Tabla 92. Musculatura lumbar en el ejercicio del Diamante. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

GRUPO	Músculo	Fase	Media ± D. E.	CV (%)	Rango Mín-Máx
Grupo Pilates (n=34)	LDmed	F1	2,43% ± 1,67%	68,66%	0,57% - 6,31%
		F2 ^Φ	12,04% ± 7,02%	58,30%	1,54% - 29,99%
		F3 ^{ΦΦ}	6,13% ± 4,13%	67,29%	1,27% - 18,88%
	Llmed	F1	2,49% ± 1,88%	75,58%	0,30% - 8,66%
		F2	10,92% ± 6,60%	60,41%	0,66% - 22,92%
		F3	7,15% ± 4,73%	66,13%	0,66% - 20,63%
Grupo Control (n=24)	LDmed	F1	2,86% ± 2,06%	71,89%	0,65% - 7,76%
		F2 ^Φ	13,50% ± 8,26%	61,17%	1,26% - 28,28%
		F3 ^{ΦΦ}	11,50% ± 10,79%	93,80%	1,26% - 37,69%
	Llmed	F1	2,46% ± 1,98%	80,30%	0,54% - 5,61%
		F2	11,79% ± 9,41%	79,80%	0,59% - 27,03%
		F3	10,16% ± 6,03%	59,36%	1,20% - 19,31%

^ΦDiferencia estadísticamente significativa con respecto a F1

^{ΦΦ}Diferencia estadísticamente significativa con respecto a F2

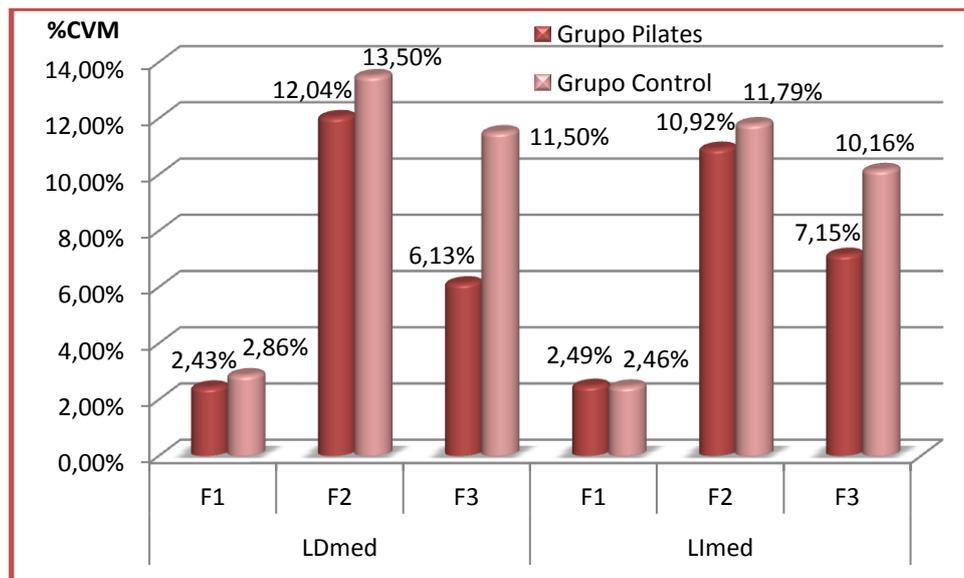


Figura 77. Ejercicio del Diamante. Lumbar. Valores de actividad media normalizados (%CVM)

4.8. INTERPRETACIÓN GLOBAL DE LA ACTIVIDAD MUSCULAR POR EJERCICIO

Presentamos, por último, un resumen de los resultados encontrados en cada grupo para la actividad eléctrica de la musculatura abdominal y paravertebral durante la ejecución de los cuatro ejercicios basados en el Método Pilates que seleccionamos para este estudio (tablas 93, 94, 95 y 96).

La intensidad de dicha actividad se establece en basal, mínima, baja, media y alta, pudiendo seguir un patrón estable, creciente o decreciente y establecerse en el momento inicial (primera mitad de la fase a tener en cuenta) o final (segunda mitad de la fase). La calificaremos de tardía cuando se produzca de forma inicial pero con cierto retraso respecto de otros músculos coactivados o bien del inicio de la fase.

Marcamos con asterisco las fases de cada músculo en las que hemos hallado diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos del estudio.



Tabla 93. Tabla resumen de la actividad muscular. Ejercicio del Rizo

Musculatura	Grupo	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Recto Anterior	Pilates	Basal	Basal Inicial	Basal*
	Control	Basal	Baja	Basal*
Oblicuo Mayor	Pilates	Basal	Baja Inicial*	Basal*
	Control	Basal	Mínima Inicial*	Basal*
Oblicuo menor	Pilates	Basal*	Baja Inicial	Mínima Final
	Control	Basal*	Mínima Inicial	Mínima Final
Lumbar	Pilates	Basal*	Media Tardía	Media Decreciente*
	Control	Basal*	Alta Tardía	Alta Decreciente*

*Diferencias significativas

En este ejercicio observamos que el Grupo Pilates presenta una mayor actividad que el Grupo Control en la fase 2 de la musculatura oblicua abdominal, principalmente en el OM. A nivel del RA es el grupo Control el que presenta mayor activación. No obstante, no apreciamos diferencias entre ambos grupos a nivel de la musculatura lumbar, que resulta ser la de mayor activación en la fase 3 del ejercicio en la que sí resultan significativas estas diferencias.

Tabla 94. Tabla resumen de la actividad muscular. Ejercicio del *Curl up*

Musculatura	Grupo	Fase 1	Fase 2		Fase 3	
Recto Anterior	Pilates	Basal	Alta	Estable*	Media Inicial	Decreciente
	Control	Basal	Media	Estable*	Baja Inicial	Decreciente
Oblicuo Mayor	Pilates	Basal*	Alta Tardía	Estable	Media Inicial	Decreciente
	Control	Basal*	Media Tardía	Estable	Baja Inicial	Decreciente
Oblicuo menor	Pilates	Basal*	Media	Estable	Baja Inicial	Decreciente*
	Control	Basal*	Alta	Estable	Media Inicial	Decreciente*
Lumbar	Pilates	Basal	Basal		Basal	
	Control	Basal	Basal		Basal	

*Diferencias significativas

En el ejercicio del *Curl up* encontramos una musculatura lumbar inactiva frente a la actividad eléctrica de carácter estable mostrada por la musculatura abdominal en ambos grupos desde el inicio de la fase 2 hasta su progresiva desaparición a lo largo de la fase 3. Cabe destacar el retraso en la participación del OM tanto en el GP como en el GC y la intensidad mostrada por el Om del GC que supera la del GP (aunque no de forma significativa) mientras ocurre lo contrario en el resto de los músculos abdominales.



Tabla 95. Tabla resumen de la actividad muscular. Ejercicio del Gato

Musculatura	Grupo	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Recto Anterior	Pilates	Basal	Media	Baja Inicial Decreciente *
	Control	Basal	Alta	Media* Inicial
Oblicuo Mayor	Pilates	Basal	Media	Baja Inicial Decreciente*
	Control	Basal	Alta	Media Inicial Decreciente*
Oblicuo menor	Pilates	Basal	Alta	Baja Inicial Decreciente*
	Control	Basal	Alta	Media* Inicial
Lumbar	Pilates	Basal*	Basal*	Media Final
	Control	Basal*	Basal*	Media Tardía

*Diferencias significativas

En el ejercicio del Gato vemos la predominancia de la musculatura abdominal en la fase de ejecución del mismo, con una intensidad que llega a ser alta en el Om. En la fase de retorno a posición de partida, la actividad abdominal cede a la lumbar el desarrollo del ejercicio. En el GP el cambio se produce por descenso gradual de la actividad abdominal y aumento de la lumbar que ocurre al final de la tercera fase, sin embargo en el GC se observa una caída de la actividad abdominal junto a un incremento de la misma en la zona lumbar más tardíamente pero antes que en el GP.

Tabla 96. Tabla resumen de la actividad muscular. Ejercicio del Diamante

Musculatura	Grupo	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Recto Anterior	Pilates	Basal	Basal	Basal*
	Control	Basal	Basal	Basal*
Oblicuo Mayor	Pilates	Basal	Basal	Basal*
	Control	Basal	Basal	Basal*
Oblicuo menor	Pilates	Basal	Basal*	Basal
	Control	Basal	Basal*	Basal
Lumbar	Pilates	Basal	Media*	Media* Inicial
	Control	Basal	Alta*	Alta* Inicial

*Diferencias significativas

En el ejercicio del diamante, la participación abdominal es prácticamente despreciable y toda la actividad se concentra en la zona lumbar durante la fase F2 del ejercicio, con una actividad de intensidad media en el GP y alta en el GC, que disminuye gradualmente durante la primera mitad de la fase final o de retorno a la posición inicial.



5. DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

La popularidad del MP en el campo del *fitness* y la rehabilitación es elevada y creciente pero podemos decir que, aunque la mayor parte de los estudios analizados demuestran efectos positivos tras la práctica del Método Pilates, existe poca evidencia científica acerca de sus beneficios (Bernardo 2007, La Touche, Escalante y Linares 2008, Rogers y Gibson 2009, Tinoco y Jiménez 2010), por lo que son necesarias mayores investigaciones sobre la efectividad del Método Pilates en la población adulta.

En las revisiones llevadas a cabo por Tinoco y Jiménez (2010) y por González-Gálvez et al. (2012) se observa que la principal línea investigadora se centra en evaluar los beneficios de Pilates sobre el dolor en la zona lumbar (Muscolino y Cipriani 2004, Donzelli et al. 2006, Rydeard, Leger y Smith 2006, La Touche, Escalante y Linares 2008, Curnow et al. 2009, Soriano Segarra 2011, Lim et al. 2011, Pereira et al. 2012, Wells et al. 2013, Aladro-Gonzalvo et al. 2013, Da Luz et al. 2013), y sobre todo en estos últimos años son cada vez más los que se preocupan por analizar si hay modificaciones en la composición corporal (Segal, Hein y Basford 2004, Jago et al. 2006, Olson y Smith 2005, Rogers y Gibson 2009, Cruz-Ferreira et al. 2011, Aladro-Gonzalvo et al. 2012), posiblemente por el creciente nivel de obesidad que existe en la sociedad actual.

No obstante, autores como Lange et al. (2000) ya promulgaron la necesidad de un mayor número de estudios sobre el efecto del MP en sujetos sanos, como los realizados por Olson y Smith (2005), Sekendiz et al. (2007), Caldwell et al. (2009), Emery et al. (2010), Menacho et al. (2010), Loss et al.



(2010), Queiroz et al. (2010), Souza et al. (2012) y Silva et al. (2013) así como tesis doctorales como la de García Pastor (2009).

Éste es nuestro caso; este estudio se realizó sobre una población de 58 mujeres sanas, físicamente activas, divididas en dos grupos: 34 practicantes del Método Pilates (grupo pilates: GP) y 24 no practicantes (grupo control: GC).

Coincidimos con lo expuesto por González-Gálvez et al. (2012) al seleccionar una población adulta puesto que, según señala esta autora, es la población empleada con mayor frecuencia en los estudios sobre el MP.

Son pocos los estudios sobre el MP que incluyen varones en su población. Como ejemplo encontramos los trabajos de Segal, Hein y Basford 2004, Petrofsky et al. 2005, Torres y Salido 2009 o Queiroz et al. 2010. Pero más del 80% de los practicantes del Método Pilates son mujeres (Von Perling de Souza y Brum 2006), coincidiendo con nuestra población.

Pese a que la mayoría de estudios demuestran grandes beneficios, Bernardo 2007 y Tinoco y Jiménez 2010 hacen hincapié en las debilidades de los mismos, esto es, la falta de claridad en el proceso de obtención de los sujetos, la gran controversia en la definición de Método Pilates y el reducido tamaño de la población (que impide generalizar los resultados).

En lo referente a la magnitud de la población, señalan diversos autores en sus revisiones bibliográficas que ésta suele ser insuficiente para aportar conclusiones con validez externa y poder generalizar los resultados, por lo que se recomienda aumentar la muestra en los futuros estudios (Bernardo 2007, La Touche, Escalante y Linares 2008, Tinoco y Jiménez 2010, Cruz-Ferreira et al. 2011). En nuestro caso contamos con un total de 58 mujeres superando en más del doble el número de sujetos de los últimos estudios publicados (Emery

et al. 2010, Olson y Smith 2005, Menacho et al. 2010, Loss et al. 2010, Queiroz et al. 2010, Souza et al. 2012, Marques et al. 2012, Silva et al. 2013) y la cifra más frecuente según la revisión de González-Gálvez et al. (2012) que se sitúa entre 11 y 20 personas.

No todos los artículos consultados emplean un grupo control como parte del método de su estudio. En este aspecto coincidimos con autores como Segal, Hein y Basford (2004), Herrington y Davies (2005), Emery et al. (2010) o Marques et al. (2012).

La división en dos grupos no se realizó aleatoriamente pues para la obtención de los sujetos a estudiar seleccionamos un centro deportivo y uno lúdico, ambos pertenecientes al caso urbano, con el fin de que fueran comparables (homogéneos). No obstante, los turnos de asistencia a ambos centros sí fueron seleccionados de forma aleatoria, en concreto fueron los turnos vespertinos de los días lunes, miércoles y viernes.

El estudio que hemos realizado se centra en la actividad muscular abdominal y paravertebral. En este mismo campo focalizaron también su atención los estudios comentados en el apartado 1.3.1. (de García, De Barros, y Saldanha (2004), Herrington y Davies (2005), Sekendiz et al. (2007), Donahoe-Fillmore et al. (2007), Endleman y Chritchley (2008), García Pastor (2009), Coelho (2010), Critchley, Pierson y Battersby (2011) y Dorado et al. (2012). Sin embargo empleaban instrumentos de medición diferentes al electromiógrafo, pilar fundamental de este estudio.

De los estudios que se sirven de la EMG para valorar la actividad muscular abdominal y/o paravertebral (apartado 1.3.2.) no tomaremos en consideración en la discusión de nuestros resultados el de Torres y Salido



(2009) ni el de Marques et al. (2012) por incluir en su población sujetos diagnosticados de lumbalgia mecanopostural.

En la colocación de los electrodos se siguieron las recomendaciones del proyecto europeo SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles) en el marco del programa BIOMED 2 disponibles en www.seniam.org en cuanto a la forma y el tamaño de los mismos así como a la debida distancia interelectrodo (2 cm) y colocación (longitudinal) respecto del vientre muscular.

Ya constataron Bellas, Aguirre y Duque en su revisión de 2006 la gran variabilidad e incluso la falta de especificación en el posicionamiento sobre músculos individuales de los electrodos de superficie durante los registros electromiográficos en los diversos estudios. Es por esto que optamos por seleccionar localizaciones que, sin abandonar las recomendaciones de la SENIAM, fueran fácilmente identificables y reproducibles en sujetos con diferente IMC y/o C/C para, con ello, evitar el potencial sesgo de información.

- Recto del abdomen (RA): diversos autores recomiendan situar el electrodo a 3 cm de la derecha de la línea alba (Souza, Baker y Powers 2001, Vera et al 2005b, Drysdale 2004, Silva et al. 2013). Sin embargo fueron colocados a 4 cm del mismo punto por la gran variabilidad anatómica en la morfología umbilical.
- Oblicuo externo (OE): Vera et al. en 2005b lo sitúan a 4 cm del ángulo costal anterior de la novena costilla del lado derecho, sobre la línea vertical imaginaria que asciende desde la espina ilíaca anterosuperior. Garcés et al. en 2001, lo coloca en el punto medio entre la cresta iliaca y el borde inferior de la última costilla. En nuestro estudio preferimos la

localización sugerida por Silva et al. en 2013; el punto medio de la línea vertical que une la EIAS con la parrilla costal.

- Oblicuo interno (OI), sobre el centro geométrico del triángulo formado por el ligamento inguinal, el borde externo de la vaina del *rectus abdominis* y la línea imaginaria que une la espina ilíaca anterosuperior y el ombligo (Vera et al. 2005b, Urquhart et al. 2005, Escamilla et al. 2006). Como señalan Torres y Salido (2009) y Marques et al. (2012) citando a Anders et. al (2007), el fenómeno *crosstalk* en el registro del EMG es posible entre OI y TA (transverso del abdomen). No obstante, en el principio de centralización del MP debe darse la contracción del TA, por lo que este registro electromiográfico es válido aunque desconozcamos la participación de cada uno de ellos.
- Lumbar: La SENIAM diferencia las porciones iliocostal, longuísimo y multifido del músculo erector de la espalda. No es objeto de nuestro estudio esto, por lo que seleccionamos una localización fácilmente reproducible y que registrara la actividad de este grupo muscular de forma global; un través de dedo superior a la articulación sacroilíaca.

Previo a la colocación de los electrodos activos y en concordancia con la recomendaciones de la SENIAM, la piel debe ser rasurada y frotada enérgicamente con agentes limpiadores a fin de reducir la impedancia de la interfase electrodo-piel (Vera et al. 2005a, Cavalcanti y Vieira 2011). Sin embargo, con el sistema de registro de Biometrics® empleado por nosotros no es necesaria esta preparación. Únicamente en el caso de pieles que



presentaban cremas o sudor reciente, se aplicó alcohol antes de situar los electrodos.

No hemos encontrado, sin embargo, ningún grupo de investigación que coincida con nosotros en el empleo del electromiógrafo DataLOG MWX8 (Biometrics[®], Reino Unido) para la valoración de los efectos del Método Pilates. Torres y Salido se sirvieron en 2009 del Neuromax XLTEK 1004 (Neurosolutions LLC[®], EE.UU.), Emery et al. en 2010 del Telemetry 900 system (Noraxon[®], EE.UU.) y Loss et al. emplearon en 2010 el Miotool 400 (Miotec Biomedical Equipments Ltd[®], Brasil) coincidiendo con Souza et al. en 2012. Más recientemente, Silva et al. (2013) usan el electromiógrafo MP150 (Biopac Systems Inc., EE.UU.). Por otro lado, son varios los autores que no especifican el material electromiográfico con el que obtienen los datos de sus estudios, por ejemplo, Olson y Smith 2005, Queiroz et al. 2010 o Marques et al. 2012.

La señal EMGS registrada fue normalizada con respecto a la CVM, lo que constituye el método recomendado para la interpretación fisiológica de las mismas y su comparación entre diferentes sujetos, músculos, puntos de colocación de los electrodos y momentos de toma de registros (Ng et al. 2002). En su revisión, Monfort et al. (2009) indican que las maniobras de CVM deben ser descritas con detalle, como es el caso de nuestro estudio y de otros como los de Drysdale 2004, Petrofsky et al. 2005, Olson y Smith 2005, Silva et al. 2009, Loss et al. 2010, Menacho et al. 2010, Queiroz et al. 2010, Souza et al. 2012, Bouillon et al. 2012.

En este sentido es importante recordar también lo que ya señalaron Kendall, McCreary y Provance (2005): la disminución de la actividad de la musculatura abdominal durante la flexión del tronco cuando la zona lumbar se

separa de la superficie de apoyo, pues esto implica la participación de los flexores de la cadera en el movimiento de incorporación. Es por esto que en nuestro estudio no pedimos a las voluntarias que se incorporen totalmente, sino que eleven las escápulas, para así evitar que los flexores de cadera intervengan. Además, y con el objetivo de eludir posibles artefactos, de los 10 segundos de CVM registrados seleccionamos 5 segundos para su análisis estadístico.

Sin embargo, según Monfort et al. (2009), en algunos estudios no se realiza ninguna normalización de la señal o se realiza por otros medios. Éste es el caso de Silva et al. (2013), que emplearon el valor pico de actividad dinámica, o de Emery et al. (2010) y Marques et al. (2012) que utilizan el máximo RMS obtenido durante la contracción.

Dentro de las valoraciones previas que realizamos, se midió el contorno de la cintura a nivel del punto medio entre la cresta ilíaca y la costilla más inferior, en la línea media axilar, y se tomó la mayor circunferencia a nivel de las nalgas como la medida del contorno de la cadera. Para ello seguimos las recomendaciones de la OMS (2008) que junto a la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad considera que la medición de la circunferencia de la cintura tiene una buena correlación con la acumulación de grasa perivisceral, cuando se emplean referencias óseas, ya que en las obesidades severas el ombligo puede estar extremadamente bajo (SEEDO 2000).

La OMS (1997) establece que los puntos de corte para considerar los datos antropométricos indicadores de riesgo para la salud, deben ser dependientes de la población, por lo que en nuestro estudio hemos tenido en cuenta los establecidos por la SEEDO (2000) para el contorno de la cintura de



las mujeres españolas, esto es, riesgo elevado a partir de 82 cm, y riesgo muy elevado a partir de 90 cm. Cabe destacar que existiendo 2 mujeres con riesgo muy alto en cada grupo, éstas suponen un 8% en el GC y un 11% en el GP. Esto es debido al pequeño tamaño de la población, que provoca que valores absolutos pequeños hagan variar ampliamente los porcentajes.

El índice cintura-cadera (C/C) es aceptado también como un buen indicador de la obesidad central y, aunque no están claramente definidos los valores a partir de los cuales se observa un aumento del riesgo cardiovascular, se ha propuesto como valor delimitador del riesgo (y como tal ha sido empleado en este estudio) 0,85 en las mujeres (OMS 1997), utilizando también referencias óseas.

En este trabajo pretendíamos determinar la influencia de las variables antropométricas sobre la señal electromiográfica. No hemos encontrado correlación entre la edad de los sujetos y la intensidad de la señal registrada por EMGS a nivel abdominal o paravertebral, pero sí hemos hallado una correlación negativa entre ésta señal y variables antropométricas como el peso, el IMC o el contorno de cadera, relacionadas con la obesidad. Esto podemos atribuirlo bien a una menor actividad muscular en los sujetos obesos o bien a un efecto de aislamiento eléctrico por parte de este tejido adiposo acumulado que actúa como artefacto disminuyendo la señal EMGS. También hemos obtenido una correlación negativa entre la talla de los sujetos y la señal de los Om, quizá atribuible a la mayor dispersión de las zonas de inervación motora en los individuos de mayor talla, lo que hace que esta señal eléctrica se reduzca, siendo más notable este efecto en la musculatura más profunda. Sin embargo no se han encontrado estudios con objetivos similares con los que

contrastar estos resultados. Aquellos que toman en consideración las variables antropométricas lo hacen para estudiar el efecto de la práctica del MP sobre la composición corporal (Segal, Hein y Basford 2004, Jago et al. 2006, Olson y Smith 2005, Rogers y Gibson 2009, Cruz-Ferreira et al. 2011).

Realizamos también comparaciones bilaterales en las diversas posiciones de reposo y en los ejercicios de contracción voluntaria máxima y ninguna resultó significativa. Este hallazgo sumado al carácter simétrico de los ejercicios seleccionados, nos llevó a no repetir dichas comparaciones en los ejercicios basados en el Método Pilates. Estos resultados coinciden con los de Souza, Baker y Powers (2001).

Para la elección de los ejercicios se revisaron diversos ejercicios del MP y se seleccionaron aquellos que contenían acciones donde el raquis debía ser estabilizado mediante la contracción de los músculos del tronco. Posteriormente, se eliminaron aquellos donde no era posible registrar la EMG de los músculos del abdomen o cuya ejecución era muy costosa. Como resultado de este proceso, se seleccionaron los cuatro ejercicios simétricos descritos en el apartado 3.1.5.

No hemos encontrado publicaciones que seleccionen los mismos ejercicios que en nuestro estudio, pero autores como Olson y Smith (2005), Souza et al. (2012) o Silva et al. (2013) emplean también ejercicios de flexión de tronco simétricos (*the hundred, the teaser*), como simétrico es el *double leg kick* seleccionado entre otros para el estudio de los erectores espinales de Menacho et al. (2010). Coincidimos así mismo con Queiroz et al. (2010) en emplear la retroversión y anteversión pélvica aunque ellos lo emplea en cuatro ejercicios y ninguno de ellos es el Gato, seleccionado por nosotros.



Sin embargo otros autores realizan la valoración electromiográfica de los efectos del MP sobre los músculos del tronco mediante estudios de intervención (Emery et al. 2010), mediante la extensión de cadera (Loss et al. 2010) o simplemente aplicando el principio de Centralización (Marques et al. 2012).

Dividimos los ejercicios en tres fases de cinco segundos, con la excepción del ejercicio del Gato en el que se establecieron fases de siete segundos pues su realización implica la movilización de toda la columna vertebral, mientras en los otros tres ejercicios sólo se moviliza una parte de ella.

En las figuras que muestran los patrones tipo observamos una mayor facilidad de interpretación de los resultados que al emplear las tablas matemático-estadísticas. Nos permite observar el tiempo de activación y la amplitud de la actividad eléctrica a pesar de que no sea suficiente su significación estadística, así como detectar artefactos susceptibles de ser eliminados previamente al análisis estadístico de los datos numéricos. Sin embargo, para un análisis visual adecuado se hace necesario un eje de ordenadas con la misma escala, pero que permita ver toda la amplitud de la señal y esto se complica a medida que aumentamos el número de canales de registro. Y, por otro lado, al obtenerse este patrón con valores absolutos resulta difícil emplearlo para comparaciones intra e intergrupo.

En este análisis numérico no hemos tenido en cuenta las diferencias significativas entre los valores absolutos de la actividad EMGS, ya que al ser la CVM una constante, obtendríamos los mismos resultados que al emplear los valores normalizados.

También es destacable que a pesar de no obtener diferencias significativas en todas las comparaciones, sí encontramos diferencias en términos de tendencias. Esto se debe a que el registro electromiográfico, aunque homogéneo entre los grupos, resulta heterogéneo en el estudio intragrupo.

Al realizar una CVM lumbar las practicantes del MP presentan mayor activación muscular lumbar que las no practicantes, coincidiendo con los resultados de Emery et al. en 2010.

En situación de reposo, las voluntarias no practicantes del método muestran mayor actividad del oblicuo mayor, y las practicantes la presentan del recto anterior. Pero a pesar de los resultados aportados por Cruz-Ferreira et al. en su revisión de 2011 según los cuales existe una evidencia limitada en el grosor del OI durante el reposo o durante posturas funcionales, no hemos encontrado otros estudios que analicen el comportamiento electromiográfico de la musculatura del tronco en reposo.

Durante la fase inicial de los ejercicios hemos obtenido una mayor actividad eléctrica en las practicantes del MP, sobre todo en el Om, lo que traducimos en un aumento del tono basal de esta musculatura como consecuencia de la práctica de esta actividad física. Sin embargo, de nuevo ningún estudio valora la actividad muscular previa a la ejecución del ejercicio.

En la fase de vuelta a la posición inicial de nuestros cuatro ejercicios las no practicantes muestran mayor actividad muscular. Recientemente Silva et al. (2013) han empleado también la división de los ejercicios del MP en fases y la valoración de la actividad durante la fase excéntrica, encontrando una mayor activación tanto en la fase concéntrica como en la excéntrica con los



abdominales convencionales que con tres ejercicios basados en el MP enfocados a la musculatura abdominal. Nosotros consideramos que esta menor actividad de las practicantes en las fases finales de los ejercicios puede deberse al desconocimiento de la técnica correcta de ejecución de los ejercicios, aunque sería necesario un estudio de intervención sobre el grupo control para descartar que se deba directamente a la práctica del MP. Podríamos considerar también, coincidiendo con Petrofsky et al. (2005), que el MP favorece la coactivación simultánea de múltiples grupos musculares pero de menor intensidad en cada uno de ellos, proporcionando así un movimiento más eficiente.

No encontramos diferencias durante la ejecución del ejercicio del Rizo, ni del ejercicio del *Curl up*. En sus estudios, Olson y Smith (2005) y Silva et al. (2013) tampoco encuentran una mayor actividad en practicantes de Pilates al realizar ejercicios de flexión de tronco al compararla con la obtenida mediante un abdominal clásico. Pero el ejercicio del Rizo es un ejercicio de extensión de tronco y en sus fases inicial y final aparecen valores superiores de activación en el grupo Control, coincidiendo con la afirmación de Emery et al. (2010) acerca de la disminución de la actividad del erector espinal lumbar en los sujetos practicantes del Método.

No obstante, sí encontramos diferencias en la ejecución de los ejercicios del Gato y del Diamante.

En la ejecución del ejercicio del Gato, obtuvimos que las no practicantes presentan más actividad lumbar en F1 y F2 y más actividad abdominal en F3. Esto supone una aproximación a los resultados de Queiroz et al. (2010), según los cuales en los ejercicios de retroversión pélvica (equivalentes a la fase F2

del ejercicio del Gato) los practicantes de Pilates muestran más actividad en el OE pero no a nivel paravertebral, mientras que en los ejercicios de anteversión pélvica (como en la F3 del ejercicio del Gato) presentan más actividad paravertebral pero no abdominal.

Durante la ejecución del Diamante, las practicantes del MP presentan más actividad que las no practicantes en lumbares y Om, lo que contradice los hallazgos de Emery et al. (2010) que encontró más actividad en los erectores espinales en los sujetos practicantes del Método Pilates frente al grupo Control.

Analizando la actividad muscular por fases, hemos hallado que la fase de ejecución (F2) es la que presenta mayor actividad muscular y la fase de reposo (F1) la de menor en todos los ejercicios. En todos ellos participan en mayor o menor medida los cuatro músculos estudiados, tanto en la fase de ejecución como en la de retorno a la posición inicial (F3), pero cabe destacar una mayor implicación de oblicuos externos y musculatura paravertebral en la fase final del ejercicio del Gato, coincidiendo de nuevo con Queiroz et al. (2010).

Petrofsky et al. sugieren en su trabajo (2005) un empleo del MP como trabajo de resistencia para aquellos que requieran menor estrés articular y muscular. Nosotros, en base al presente estudio proponemos el Pilates como un método de aumento del tono basal de la musculatura y de mejora de la eficiencia ya que permite reducir la actividad muscular necesaria para la realización del movimiento. Es decir, lo proponemos con fines estabilizadores de la musculatura del tronco para la realización de las actividades de la vida diaria, pero no como disciplina para fortalecer esta musculatura, pues los niveles de activación son muy inferiores al 66% de la CVM, valor de actividad



muscular mínimo necesario sugerido por Atha en 1981 (citado por Souza, Baker y Powers en 2001) para que un ejercicio tenga efecto fortalecedor.

En concreto, el ejercicio del Rizo permite reducir la actividad lumbar y potenciar la actividad del OM, el del *Curl up* potencia el RA y toda la musculatura abdominal, el del Gato tiene doble utilidad permitiendo reducir la actividad de la musculatura lumbar en su fase de ejecución y la de la abdominal en la de retorno a posición inicial y el ejercicio del Diamante permite reducir la actividad lumbar.

5.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La principal limitación de nuestro estudio la constituye el tamaño de la población. A pesar de superar ampliamente el tamaño del resto de trabajos consultados, sería necesario ampliar el número de sujetos para poder extrapolar los resultados a la población general (Bernardo 2007, La Touche, Escalante y Linares 2008, Tinoco y Jiménez 2010, Cruz-Ferreira et al. 2011).

Dado que no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones bilaterales, podríamos haber empleado los electrodos de un hemicuerpo con la finalidad de distinguir la actividad de los tres fascículos de erector espinal, como lo hacen las recomendaciones del proyecto SENIAM.

La resistencia para las valoraciones de la contracción voluntaria máxima fue manual (Hislop y Montgomery 1999 y Kendall, McCreary y Provance 2005) y, por tanto, examinador-dependiente. Podríamos diseñar otras formas de valoración de la CVM más reproducibles.

El periodo de aprendizaje de los ejercicios a realizar también puede considerarse limitante. Dedicar dos sesiones por individuo a la recogida de datos incluyendo en la primera varias repeticiones de los ejercicios a realizar podría reducir las presumibles diferencias debidas al desconocimiento de la técnica de ejecución de los mismos.

Los ejercicios se seleccionaron de los realizados con mayor frecuencia en las sesiones del MP y, en el caso del ejercicio del Gato, por su relación con el campo de la Fisioterapia. Existen múltiples ejercicios y diversas variaciones de los mismos que podrían haberse seleccionado, como los ejercicios *the Hundred* o *the Teaser* seleccionados en varios artículos ya publicados (Olson y Smith 2005, Souza et al. 2012)



5.2. NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este estudio podría considerarse el inicio de una línea de investigación susceptible de ser ampliada de muy diversas formas:

- Aumentando en tamaño poblacional
- Empleando los 8 electrodos en un solo hemicuerpo cuando los ejercicios a realizar sean simétricos y aumentar así el número de músculos a estudiar
- Diseñando nuevos métodos para realizar las CVM que no sean examinador-dependientes
- Ampliando el plazo de familiarización y aprendizaje de los ejercicios a valorar y variando su número y/o tipo o seleccionando una población que ya los conozca, por ejemplo, el ejercicio del Gato es bastante universal en el mundo de la Fisioterapia y el acondicionamiento físico; no es exclusivo del MP.
- Pero sobre todo, modificando el diseño del estudio para hacerlo de tipo longitudinal, incluso podríamos pensar en realizar un estudio de intervención. Descartaríamos así el que las diferencias encontradas entre el GP y el GC sean debidas a una selección positiva de las practicantes del método por la que nuestros hallazgos no sean consecuencia sino motivo para la práctica del MP.



6. CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

1. La actividad electromiográfica de superficie de la musculatura abdominal y paravertebral mantiene una correlación negativa con las variables antropométricas relacionadas con la obesidad (peso, índice de masa corporal y contorno de cadera). No existe correlación con la edad de los sujetos ni con su talla.
2. Los valores electromiográficos obtenidos en ambos lados, en todos los ejercicios y músculos analizados, muestran una simetría entre los mismos, ya que no existen diferencias significativas entre ellos.
3. Existen diferencias entre las mujeres que practican el Método Pilates y las que no.

En la CVM lumbar las practicantes del MP presentan mayor activación muscular lumbar que las no practicantes.

En situación de reposo, las no practicantes muestran mayor actividad del oblicuo mayor, y las practicantes del recto anterior.

En las fases iniciales, de preparación al ejercicio, las practicantes del MP presentan mayor actividad, sobre todo en el Om, lo que traduce un mayor tono muscular asociado al mantenimiento de una postura.

Durante la vuelta a la posición inicial las no practicantes muestran mayor actividad muscular debido a la falta de aprendizaje del ejercicio.

En la fase de ejecución de los ejercicios Rizo y *Curl up*, no hay diferencias entre grupos. Sí existen en la del ejercicio del Gato, donde las no practicantes presentan más actividad lumbar. En la ejecución del



Diamante las practicantes del MP presentan más actividad que las no practicantes en lumbares y Om.

4. En todos los ejercicios la fase de ejecución (F2) es la que presenta mayor actividad eléctrica muscular mientras que la fase de reposo (F1) es la de menor. Se aprecia una participación distinta de los diferentes músculos en cada fase del ejercicio y en cada grupo, destacando una mayor implicación de oblicuos externos y musculatura paravertebral en la fase final del ejercicio del Gato.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aladro-Gonzalvo AR, Araya-Vargas GA, Machado-Diaz M, Salazar-Rojas W. Pilates-based exercise for persistent, non specific low back pain and associated functional disability: A meta-analysis with meta-regression. *J Bodyw Mov Ther* 2013. 17, 125-36
- Aladro-Gonzalvo AR, Machado-Díaz M, Moncada-Jiménez J, Hernández-Elizondo J, Araya-Vargas G. The effect of Pilates exercises on body composition: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther* 2012. 16, 109-14
- Anders C, Wagner H, Puta C, Grassme R, Petrovitch A, Scholle HC. Trunk muscle activation patterns during walking at different speeds. *KINESIOLOGJG. J Electromyogr Kinesiol.* 2007; (17): 245-52
- Atha J. Strengthening muscle. In: Miller D, editor. *Exercise and sport sciences reviews*. Vol 9. Philadelphia: The Franklin Institute; 1981. p. 1-73
- Bellas Beceiro B, Aguirre Jaime A, Duque González B. Dinamometría y electromiografía de superficie simultaneas en la identificación del dolor lumbar inespecífico y su carácter fidedigno. Madrid: Plan Nacional para el SNS del MSC. Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud; 2007. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: SESCS No 2006/14
- Bernardo LM. The effectiveness of Pilates training in healthy adults: an appraisal of the research literature. *J Bodyw Mov Ther.* 2007; (11): 106-10
- Biometricsltd.com [internet]. Reino unido; c2012 [acceso en 2013 junio 25]. Disponible en: <<http://www.biometricsltd.com/index.htm>>
- Bolek JE. Use of multiple-site performance-contingent SEMG reward programming in pediatric rehabilitation: a retrospective review . *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2006 Sep;31(3):263-72
- Bonell CE, Cherniz AS, Tabernig CB. Estudio de las características temporales del electromiograma del músculo tibial anterior durante la marcha hemiparética. *Rev. bras. eng. Biomed.* 2007; 23(3); 253-62
- Bosco J. Pilates terapéutico: para la rehabilitación del aparato locomotor. Madrid: Panamericana; 2012
- Bouillon L E, Wilhelm J, Eisel P, Wiesner J, Rachow M, Hatteberg L. Electromyographic assessment of muscle activity between genders during unilateral weight-bearing tasks using adjusted distances. *Int J Sports Phys Ther.* 2012; 7(6), 595-605
- Busquets L. Las cadenas musculares. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005



- Caldwell K, Harrison M, Adams M, Travis Triplett N. Effect of Pilates and Taiji quan training on self-efficacy, sleep quality, mood, and physical performance of college students. *J Bodyw Mov Ther.* 2009; 13: 155-63
- Cárceles R, Cos F. Manual completo de Pilates suelo. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2009
- Carrasco-Poyatos M. Iniciación al Método Pilates. Modalidad suelo. Murcia: Diego Marín; 2013
- Cavalcanti M, Vieira T. Surface electromyography: Why, when and how to use it. *Rev Andal Med Deporte.* 2011; 4(1):17-28
- Coelho VS, Kozu AH, dos Santos CF, Vitor LG, Gil AW, de Oliveira MR, et al. Avaliação dos efeitos do método Pilates na função do tronco. *Ter Man.* 2010; 8(40):508-16
- Critchley DJ, Pierson Z, Battersby G. Effect of Pilates mat exercises and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity: pilot randomised trial. *Man Ther.* 2011; 16(2): 183-89
- Cruz-Ferreira A, Fernandes J, Laranjo L, Bernardo LM, Silva A. A systematic review of the effects of pilates method of exercise in healthy people. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92(12):2071–81
- Curnow D, Cobbin D, Wyndham J, Boris Choy ST. Altered motor control, posture and the Pilates method of exercise prescription. *J Bodyw Mov Ther.* 2009; 13(1): 104-11
- Da Luz M A, Costa LOP, Fuhro FF, Manzoni ACT, de Oliveira NTB, Cabral CMN. Effectiveness of mat Pilates or equipment-based Pilates in patients with chronic non-specific low back pain: a protocol of a randomised controlled trial. *BMC musculoskelet disord.* 2013; 14(1): 16-20
- Da Silva ACLG, Mannrich G. Pilates on rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther Movement.* 2009; 22: 449-55
- Donahoe-Fillmore B, Hanahan N, Mescher M, Clapp D, Addison N, Weston C. The effects of a home Pilates program on muscle performance and posture in healthy females: a pilot study. *J Womens Health Phys Ther.* 2007;31:6-11
- Donzelli S, Di Domenica F, Cova AM, Galletti R, Giunta N. Two different techniques in the rehabilitation treatment of low back pain: a randomized controlled trial. *Europa Medicophysica* 2006, 42:205-10

- Dorado C, Calbet JA, Lopez-Gordillo A, Alayon S, Sanchis-Moysi J. Marked effects of Pilates on the abdominal muscles: a longitudinal magnetic resonance imaging study. *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Aug; 44(8):1589-94
- Drysdale CL, Jennifer E, Earl JE, Hertel J. Surface electromyographic activity of the abdominal muscles during pelvic-tilt and abdominal-hollowing exercises. *J Athl Train.* 2004; 3: 32-6
- Ekstrom R, Donatelli R, Carp K. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37(12): 754-62
- Emery K, De Serres S, McMillan A, Côté J. The effects of a Pilates training program on arm-trunk posture and movement. *Clin Biomech* 2010;25:124-30
- Endleman I, Critchley DJ: Transversus abdominis and obliquus internus activity during pilates exercises: measurement with ultrasound scanning. *Arch Phys Med Rehabil* 2008, 89: 2205-12
- Escamilla RF, Babb E, DeWitt R, et al. Electromyographic analysis of traditional and nontraditional abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. *Phys Ther.* 2006; 86: 656-71
- Fernández E, Santana F, Merino R. Joseph Hubertus Pilates; anatomía de un gigante olvidado. *Trances.* 2011; 3(3): 353-78
- Frigo C, Crenna P. Multichannel SEMG in clinical gait analysis: a review and state-of-the-art. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009; 24: 236-45
- Garcés-Martín GL, Milutinovic L, Medina-Leal D, Rasines-Pardo JL, Oliver-Roca G. Uso de la isoestación B-2000 (R) y electromiografía de superficie en la valoración del dolor lumbar. *Mapfre Medicina.* 2001; 12(4), 241-49
- Garcia IE, de Barros SM, Saldanha M. Evaluación isocinética de la musculatura comprendida en la flexión y en la extensión del tronco: efecto del método Pilates. *Rev Bras Med Esporte.* 2004; 10 (6): 491-93
- García Pastor T. Efecto de la práctica del Método Pilates: beneficios en estado de salud, aspectos físicos y comportamentales [tesis doctoral]. Universidad de Castilla la Mancha; 2009
- Gladwell V, Head S, Hagggar M, Beneke R: Does a program of Pilates improve chronic non-specific low back pain?. *J Sport Rehabil* 2006, 15:338-50
- González-Gálvez N, Sainz de Baranda P, García-Pastor T, Aznar S. Método Pilates e investigación: revisión de la literatura. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte.* 2012; 12(48): 771-86



- Guedes de Siqueira B, Ali S, Bento NVO, Monteiro E, Martín EH. Pilates method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females. *J Bodyw Mov Ther.* 2010; 14: 195-202
- Herrington L, Davies R. The influence of Pilates training on the ability to contract the transverses abdominis muscle in asymptomatic individuals. *J Bodyw Mov Ther.* 2005; 9: 52-7
- Hislop H, Montgomery J. Examen de los músculos del tronco. En: Daniels-Worthingham's pruebas funcionales musculares. Madrid: Marbán; 1999. p. 33-56
- Ickes DM. Pilates: An Adjunct to a PT's Practice. *Rehab managem: The Interdiscip J Rehab.* 2009; 22(5): 32-3
- ÍREZ G B. Pilates exercise positively affects balance, reaction time, muscle strength, number of falls and psychological parameters in 65+ years old women [tesis doctoral]. Middle East Technical University; 2009
- Isacowitz R, Clippinger K. Pilates anatomy. Illinois: Human Kinetics; 2011
- Jago R, Jonker ML, Missaghian M, Baranowski T. Effect of 4 weeks of Pilates on the body composition of young girls. *Prev Med.* 2006; 42(3): 177-80
- Johnson EG, Larsen A, Ozawa H, Wilson CA, Kennedy KL. The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. *J Bodyw Mov Ther.* 2007; 11 (3): 238-42
- Kaesler DS, Mellifont RB, Swete Kelly P, Taaffe DR. A novel balance exercise program for postural stability in older adults a pilot study. *J Bodyw Mov Ther.* 2007; 11 (1): 37-43
- Kcpilates.com [Internet]. Missouri: Personal best Pilates studio, Inc.; c2011 [acceso en 2013 junio 25]. Disponible en: <http://www.kcpilates.com>
- Keays KS, Harris SR, Lucyshyn JM, MacIntyre DL. Effects of Pilates exercises on shoulder range of motion, pain, mood, and upper-extremity function in women living with breast cáncer: a pilot study. *Phys Ther.* 2008; 88(4): 494-510
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Músculos del tronco, pruebas y ejercicios de fuerza. En: Kendall's Músculos, pruebas, funciones y dolor postural. Madrid: Marbán; 2005. p. 131-76
- La Touche R, Escalante K, Linares MT: Treating non-specific chronic low back pain through the Pilates Method. *J Bodyw Mov Ther* 2008, 12: 364-70

- Lange C, Unnithan V, Larkam E, Latta PM. Maximizing the benefits of Pilates-inspired exercise for learning functional motor skills. *J Bodyw Mov Ther.* 2000; 4(2): 99-108
- Latey P. The Pilates method: history and philosophy. *J Bodyw Mov Ther.* 2001; 5(4): 275-82
- Levine B, Kaplanek B, Jaffe WL. Pilates training for use in rehabilitation after total hip and knee arthroplasty: a preliminary report. *Clin Orthop Rel Res.* 2009; 467(6): 1468-75
- Lim ECW, Poh RLC, Low AY, Wong WP: Effects of Pilates-based exercises on pain and disability in individuals with persistent non specific low back pain: A systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011; 41:70-80
- Loss JF, Melo MO, Rosa CH, Santos AB, La Torre M, Silva YO. Electrical activity of external oblique and multifidus muscles during the hip flexion-extension exercise performed in the Cadillac with different adjustments of springs and individual positions. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14(6): 510-17
- Marques NR, Morcelli MH, Hallal CZ, Gonçalves M. EMG activity of trunk stabilizer muscles during Centering Principle of Pilates Method. *J Bodyw Mov Ther.* 2012; 17(2): 185-91
- Martínez-González-Moro I. Aplicaciones del Método Pilates en personas con necesidades especiales. En: Carrasco M. *Iniciación al Método Pilates. Modalidad suelo.* Murcia: Diego Marín; 2013. p. 57-73
- Massó-Ortigosa N, Rey F, Romero D, Gual G, Costa Tutusaus L, Germán A. Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte. *Apunts Med Esport.* 2010; 45(165): 127-36
- Menacho MO, Obara K, Conceição JS, Chitolina ML, Krantz DR, da Silva RA et al. Electromyographic effect of mat Pilates exercise on the back muscle activity of healthy adult females. *J Manip Physiol Ther.* 2010; 33(9): 672-78
- Monfort-Pañego M, Vera-García FJ, Sánchez-Zuriaga D, Sarti- Martínez MA. Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. *J Manip Physiol Ther.* 2009; 32: 232-44
- Muscolino JE, Cipriani S. Pilates and the "powerhouse". *J Bodyw Mov Ther.* 2004; 8: 15-24
- Ng JKF, Kippers V, Parnianpour M, Richardson CA. EMG activity normalization for trunk muscles in subjects with and without back pain. *Med Sci Sports and Exerc.* 2002; 34(7): 1082-86



- Olson M, Smith C. Pilates Exercise: Lessons From the Lab. IDEA Fitness J. 2005; Nov-Dic: 1-5
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva, World Health Organization (WHO): 1997
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Waist Circumference and Waist–Hip Ratio. Report of a WHO Consultation. Geneva, World Health Organization (WHO): 2008
- Pereira LM, Obara K, Dias JM, Menacho MO, Guariglia DA, Schiavoni D, Pereira HM, Cardoso JR: Comparing the Pilates method with no exercise or lumbar stabilisation for pain and functionality in patients with chronic low back pain: Systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil. 2012; 26:10-20
- Petrofsky J, Morris A, Bonacci J, Hanson A, Jorritsma R, Hill J. Muscle use during exercise: a comparison of conventional weight equipment to Pilates with and without a resistive exercise device. J Appl Res. 2005; 5(1): 160–73
- Posadzki P, Lizis P, Hagner-Derengowska M: Pilates for low back pain: A systematic review. Complement Ther Clin Pract 2011, 17:85-89
- Queiroz BC, Cagliari MF, Amorim CF, Sacco IC. Muscle Activation during Four Pilates Core Stability Exercises in Quadruped Position. Arch Phys Med Rehab. 2010; 91(1): 86-92
- Redmetodopilates.com [internet]. Argentina; c2011-2013 [acceso en 2013 junio 25]. Disponible en: <<http://www.redmetodopilates.com.ar>>
- Rogers K, Gibson AL. Eight-week traditional mat Pilates training-program effects on adult fitness characteristics. Res Q Exerc Sport. 2009; 80(3): 569-74
- Rydeard R, Leger A, Smith D: Pilates-based therapeutic exercise: Effect on subjects with nonspecific chronic low back pain and functional disability: A randomized controlled trial. J Orthop Sports Phys Ther. 2006; 36: 472-84
- Segal N, Hein J, Basford J. The Effects of Pilates Training on flexibility and Body Composition: An Observational Study. Arch Phys Med Rehab. 2004; 85: 1977-81
- Sekendiz B, Altun O, Korkusuz F, Akin S. Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. J Bodyw Mov Ther. 2007; 11: 318-26
- Seniam.org [internet]. Países Bajos; c2006-2008 [acceso en 2013 junio 25]. Disponible en: <<http://www.seniam.org>>

- Silva MF, Silva MA, Campos RR, Mostagi FQ, Cardoso APR, Abrão T, Cardoso JR. A comparative analysis of the electrical activity of the abdominal muscles during traditional and Pilates-based exercises under two conditions. *Braz J Kinanthrop Human Perform.* 2013; 15(3): 296-304
- Silva YO, Melo MO, Gomes LE, Bonezi A, Loss JF. Analysis of the external resistance and electromyographic activity of hip extension performed according to the Pilates method. *Rev Bras Fisioter.* 2009; 13(1): 82-9
- Singh V, Kumar D, Polus B, Fraser S. Strategies to identify changes in SEMG due to muscle fatigue during cycling. *J Med Engin Tech.* 2007; 31(2): 144-51
- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO). Consenso SEEDO'2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin (Barc)* 2000; 115: 587-97
- Soriano Segarra ML. Pilates method as a contributing factor to the treatment of low back pain. *AGON Int J Sport Sci.* 2011; 1(2): 129-42
- Souchard P. RPG. Principios de la reeducación postural global. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2010
- Souza EFD, Cantergi D, Mendonça A, Kennedy C, Loss JF. Electromyographic analysis of the rectus femoris and rectus abdominis muscles during performance of the hundred and teaser pilates exercises. *Rev Bras Med Esporte.* 2012; 18(2): 105-8
- Souza GM, Baker LL, Powers CM. Electromyographic activity of selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82(11): 1551-7
- Tinoco M, Jiménez M. Revisión bibliográfica de los estudios de investigación relacionados con el Método Pilates. *Scientia.* 2010; 15(2): 105-24
- Torres GAG, Salido ASE. Programas de ejercicio en lumbalgia mecanopostural. *Rev Mex Med Fís Rehab.* 2009; 21: 11-9
- Urquhart DM, Barker PJ, Hodges PW, Story IH, Briggs CA. Regional morphology of the transversus abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. *Clin Biomech.* 2005; 20(3): 233-41
- Valenzuela A. Sotai. Reeducación postural integral. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2006



- Vera FJ, Arroyo N, López JL, Alonso JI, Flores B, Sarti MA. Eficacia de cuatro juegos motores para el acondicionamiento de los músculos del abdomen. *Motric. Europ J Hum Mov.* 2005a; 14: 81-93
- Vera-García FJ, López JL, Alonso JI, Flores-Parodi B, Arroyo N, Sarti MA. Juegos Motores. Una alternativa para fortalecer los músculos del abdomen. *Apunts Educ Fís Dep.* 2005b; 79: 80-5
- Von Sperling de Souza M, Brum C. Who are the people looking for the Pilates method? *J Bodyw Mov Ther.* 2006; 10: 328-34
- Wells C, Kolt GS, Marshall P, Hill B, Bialocerkowski A. Effectiveness of Pilates exercise in treating people with chronic low back pain: a systematic review of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol.* 2013; 13:7

ANEXOS

ANEXO 1



ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE Y PILATES

SUJETO Nº _____

FICHA DE DATOS

Nombre:						Edad:		
Tlf:			e-mail:					
Sexo	H	M	Peso:	Kg	Talla:	cm	IMC:	Kg/m ²
C. cintura:			cm		C. cadera:		cm	
Ocupación:						h/sem		
Motivo de práctica de PILATES:								
Lugar y tiempo de práctica:						Horas/sem:		Días/sem:
Lugar y tiempo de práctica:						Horas/sem:		Días/sem:
Lugar y tiempo de práctica:						Horas/sem:		Días/sem:
OTRA actividad deportiva:						Horas/sem:		Días/sem:
OTRA actividad deportiva:						Horas/sem:		Días/sem:
Antecedentes médicos: diabetes, fibromialgia, alergia a esparadrado, hernias (abdominal, inguinal, crural, discal)								
Embarazada	Sí	No	Fecha último parto:			Gestaciones:	Abortos:	Partos:
Medicación crónica: corticoides, relajantes musculares, AINES, antidepresivos, otra								
Desórdenes neuromusculares: contracturas habituales, esclerosis múltiple, distrofia, Parkinson, otro								
Patología del raquis: escoliosis, cifolordosis, artrosis, espondiloartritis, discopatía, otra								
Cirugía abdominal: cesárea, hernia, abdominoplastia,							Año:	
Cirugía raquis, cadera, cintura escapular: hernia, artrodesis, prótesis, manguito rotador								
Lumbalgias: mecánica, otra causa (indicar)							Años de evol:	
ACTUALMENTE y/o en los días previos: Contractura, menstruación, lumbalgia, medicación								

Criterios de exclusión:

- Cicatrices quirúrgicas que dificulten la EMGS
- Embarazadas
- Lumbalgia crónica



ANEXO 2



UNIVERSIDAD DE MURCIA
GRUPO DE INVESTIGACIÓN
EJERCICIO FÍSICO Y RENDIMIENTO HUMANO
FACULTAD DE MEDICINA
30100 - MURCIA

INFORMACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE LA ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE

INFORMACIÓN GENERAL

En caso de presentar alergias medicamentosas, alteraciones de la coagulación, enfermedades cardiopulmonares, debe ponerlo en conocimiento del personal que va a realizar la prueba. Así mismo, debe comunicar si porta prótesis o marcapasos y facilitar información sobre su medicación habitual o cualquier otra circunstancia que afecte a su estado de salud.

ELECTROMIOGRAFÍA

La electromiografía de superficie (EGMS) es una prueba realizada bajo supervisión médica para estudiar cómo funcionan muchos de los nervios que transmiten la sensibilidad y la fuerza, así como los músculos. Para ello se colocarán unos electrodos de superficie sobre la piel de lugares precisos del cuerpo registrando la actividad eléctrica muscular. Para explorar los músculos no será necesario utilizar ningún tipo de aguja y por lo tanto no existe riesgo alguno de contagios, ni de electrocución. No se inyecta ninguna sustancia ni se aplica corriente eléctrica.

Para la realización de esta prueba es necesario que acuda con el cuerpo limpio y sin haberse aplicado cremas hidratantes ni productos cosméticos. No es necesario que venga en ayunas; puede desayunar o comer normalmente.

Durante la sesión se le darán las indicaciones para la realización de los ejercicios.

La sesión durará aproximadamente 30 minutos.

RIESGOS DE LA ELECTROMIOGRAFÍA

Esta exploración no es dolorosa, y generalmente es bien tolerada. No se produce ninguna consecuencia importante predecible.

Existe un mínimo riesgo de irritación y enrojecimiento debido al adhesivo de los electrodos y solamente aparece en pieles especialmente sensibles resolviéndose espontáneamente en minutos. No existe riesgo de infección local.

Consentimiento

Yo, _____, con DNI _____, doy mi consentimiento para que me sea realizada una **ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE**.

Se me ha facilitado esta hoja informativa, habiendo comprendido el significado del procedimiento y los riesgos inherentes al mismo, y declaro estar debidamente informado/a habiendo tenido oportunidad de aclarar mis dudas en entrevista personal con el Grupo de Investigación Ejercicio Físico y Rendimiento Deportivo de la Universidad de Murcia.

Asimismo, he recibido respuesta a todas mis preguntas, habiendo tomado la decisión de manera libre y voluntaria.

Murcia, _____ de _____ de _____

Paciente

Doc. Identidad

Grupo de Investigación

Doc. Identidad Doc. Identidad

Firma: _____

Firma: _____

ANEXO 3



ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE Y PILATES

EJERCICIOS PILATES

1.- EMG EN BIPEDESTACIÓN

2.- EMG EN DECÚBITO SUPINO

3.- RIZO DE PELVIS

<p>Seg 0- seg 5 Pies descalzos</p>	
<p>Mientras inspira, mantenga la pelvis neutra, los hombros abajo, la cabeza neutra y las piernas flexionadas a la altura de las caderas</p>	
<p><i>En posición básica de Pilates (PBP); Decúbito supino con caderas y rodillas flexionadas a 45º y miembros superiores extendidos a los lados del cuerpo. Mantener en reposo. Inhalación</i></p>	
<p>Seg 5- seg 10</p>	
<p>Mientras expira, enrolle su pelvis y a continuación su columna lumbar a modo de persiana mientras las eleva controlando el abdomen y evitando emplear para ello los glúteos.</p>	
<p><i>Retroversión pélvica, extensión de cadera y flexión de columna lumbar (evitar contraer los glúteos). Exhalación</i></p>	
<p>Seg 10- seg 15</p>	
<p>Mientras inspira, deshaga vértebra a vértebra la posición hasta retornar a la posición inicial</p>	
<p><i>Extensión de columna vertebral, flexión de cadera y anteversión pélvica. Inhalación</i></p>	



4.- CURL UP

<p>Seg 0- seg 5 Pies descalzos</p>	
<p>Mientras inspira, mantenga la pelvis neutra, los hombros abajo, la cabeza neutra y las piernas flexionadas a la altura de las caderas</p> <p><i>En posición básica de Pilates (PBP); Decúbito supino con caderas y rodillas flexionadas a 45° y manos entrelazadas por detrás de la cabeza. Mantener en reposo.</i> <i>Inhalación</i></p>	
<p>Seg 5- seg 10</p>	
<p>Mientras expira, eleve la cabeza y el primer tercio de la espalda (no hacia su pelvis). Ayúdese mirando al techo.</p> <p><i>Flexión dorsal alta sin flexión total cervical (el mentón no debe contactar con el esternón).</i> <i>Exhalación</i></p>	
<p>Seg 10- seg 15</p>	
<p>Mientras inspira, vuelva a la posición inicial</p> <p><i>Extensión de columna vertebral. Inhala</i></p>	

5.- GATO

<p>Seg 0- seg 7 Pies descalzos</p>	
<p>Mientras inspira, en posición de cuadrupedia mantenga la cadera neutra. Las rodillas separadas a la anchura de las caderas y situadas bajo las mismas. Las manos separadas a la anchura de los hombros y bajo los mismos.</p> <p><i>En cuadrupedia. Inhalación</i></p>	
<p>Seg 7- seg 14</p>	
<p>Mientras expira, enrolle primero su pelvis y a continuación su columna lumbar vértebra a vértebra a modo de persiana.</p> <p><i>Retroversión pélvica y flexión progresiva ascendente de la columna vertebral. Exhalación</i></p>	
<p>Seg 14- seg 21</p>	
<p>Mientras expira, desenrolle primero su pelvis y a continuación su columna lumbar vértebra a vértebra a modo de persiana</p> <p><i>Anteversión pélvica y extensión progresiva ascendente de la columna vertebral. Exhalación</i></p>	



6.- DIAMANTE

<p>Seg 0- seg 5 Pies descalzos</p>	
<p>Mientras inspira, tendido boca abajo mantenga su cuerpo alineado con las manos bajo la frente, alargue su cuello. Pies separados a la altura de las caderas.</p>	
<p><i>En decúbito prono. Manos bajo la frente. Columna cervical en posición neutra. Inhalación</i></p>	
<p>Seg 5- seg 10</p> <p>Mientras expira y mantiene el abdomen contraído llevando su ombligo hacia su espalda, eleve el tercio superior de la espalda. Evite llevar la cabeza hacia atrás (mire la colchoneta). Evite mover la pelvis</p>	
<p><i>Extensión de columna dorsal sin báscula pélvica ni extensión cervical. Exhalación</i></p>	
<p>Seg 10- seg 15</p>	
<p>Mientras inspira, vuelva a la posición inicial</p>	
<p><i>Retorno a posición inicial. Inhalación</i></p>	