

Análisis electrofisiológico e isocinético del mecanismo extensor de rodilla en el síndrome doloroso patelofemoral

Dr. Jesús Alberto Espinosa Meza,* Dr. Jesús Héctor Adame Treviño,** Dr. Ulises Albarrán Gómez,***
Dr. José Ángel Galván Gutiérrez***

RESUMEN

Introducción: El síndrome doloroso patelofemoral es un dolor retropatelar o en cara anterior de rodilla en ausencia de otra patología. El desbalance muscular y la debilidad del cuádriceps son algunas de las causas. El objetivo de este estudio es conocer los cambios electrofisiológicos e isocinético del mecanismo extensor de rodilla en pacientes con síndrome doloroso patelofemoral. **Material y métodos:** Estudio observacional, comparativo y transversal, 22 pacientes del grupo de estudio y 23 del grupo control, de ambos sexos y de entre 15 y 40 años. A todos se les realizó prueba isocinética utilizando velocidades angulares de 90°/seg. y 180°/seg. determinando el torque trabajo y potencia de los flexoextensores de rodilla. Se les realizó análisis electrofisiológico de los músculos: vasto medial oblicuo, vasto lateral, semitendinoso y porción corta del bíceps durante 5 contracciones isotónicas concéntricas determinando amplitud, tiempo de activación y el radio de extensores y flexores. **Resultados:** Se encontró un déficit estadísticamente significativo de la fuerza isocinética y la amplitud de los flexoextensores de rodilla en el grupo de estudio comparado con el control. **Conclusiones:** Existe un déficit en la fuerza muscular isocinética y la amplitud de los pacientes con síndrome doloroso patelofemoral.

Palabras claves: Electrofisiología, isocinesia, patelofemoral.

ABSTRACT

Introduction: The patellofemoral pain syndrome is an anterior or retropatellar pain in absence of other pathology. Muscular desbalance and weakness of quadriceps are considered some of the causes. The purpose of this study is to see the electro physiologic and isokinetic changes of the extensor mechanism in patients patellofemoral pain syndrome. **Material y methods:** Transverse comparative, observational study of 22 patients of study group and 23 subjects of the control group of both sexes ranging from the age of 15 to 40 years. All patients had an Isokinetic test made at angular velocities of 90°/s and 180°/s to determine pick torque, work and power. The electrophysiologic analysis for: vast medial oblique, vast lateral, semitendinoso, short portion of the femoral biceps for 5 isotonic contractions. Amplitudes, onset timing and extensor ratio and flexor ratio were determined. **Results:** There was found a deficit with statistical difference in the isokinetic force and the amplitud of patients in the study group as compared with the controlled group. **Conclusions:** There is a deficit in isokinetic strength and the amplitud in the patients with patellofemoral pain syndrome.

Key words: Electrophysiologic, isokinetics, patellofemoral.

- * Médico residente de tercer año de la especialidad de Medicina de Rehabilitación. Unidad de Medicina Física y Rehabilitación No. 1, del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- ** Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación. Coordinador Clínico de Educación e Investigación en Salud de la Unidad de Medicina. Unidad de Medicina Física y de Rehabilitación No. 1 Instituto Mexicano del Seguro Social.
- *** Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación. Unidad de Medicina Física y de Rehabilitación No. 1 del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Abreviaturas:

CPF	Condromalacia patelofemoral.
ES	Electromiografía de superficie.
ms	Milisegundos.
mV	Milivolts.
PCB	Porción corta del bíceps.
R VMO-VL	Radio vasto medial oblicuo-vasto lateral.
SDPF	Síndrome doloroso patelofemoral.
ST	Semitendinoso.
VMO	Vasto medial oblicuo.
VL	Vasto Lateral.

INTRODUCCIÓN

El síndrome doloroso patelofemoral (SDPF) es una patología común en la población general, se puede definir como dolor en la cara anterior o retropatelar en ausencia de otra patología, clínicamente la condición se presenta como un dolor difuso que se exacerba con actividades como subir y bajar escaleras, sedestación prolongada, realizar sentadillas o durante la genuflexión forzada¹.

Existen 3 factores que contribuyen a que se presente el SDPF, mala alineación de extremidades y patela, desbalance muscular y la actividad física excesiva. Los puntos clave del tratamiento del SDPF son la flexibilidad, propiocepción, resistencia, entrenamiento funcional, progresión gradual a la carga músculo-esquelética y fuerza muscular².

La fuerza de reacción de la articulación patelofemoral, se define como las fuerzas compresivas experimentadas en la patela durante las diferentes actividades³.

Los estabilizadores de la rótula los podemos considerar como pasivos: tróclea femoral y retináculos y activos que incluyen todos los músculos periarticulares. El cuádriceps está formado por 4 cuerpos musculares, vasto medial oblicuo (VMO) que se encuentra, oblicuamente orientado de 55-70° en relación al eje del cuádriceps, el vasto lateral (VL) que tiene un ángulo respecto al eje largo del cuádriceps de 22-45°, el vasto intermedio y por último el recto anterior que es biarticular⁴.

Hislop y Perrine definieron a la fuerza muscular como la capacidad de un músculo para producir fuerza y generar tensión activa, la fuerza va a depender de el tipo de fibra muscular, tamaño del músculo, longitud y velocidad de contracción, edad y sexo⁵.

El concepto de la isocinesia se introdujo por James Perrine a finales de los 60, la ventaja principal de los isocinéticos sobre el ejercicio isotónico e isométrico es que provee una resistencia acomodativa en base a la fuerza aplicada al igual que una cuantificación objetiva de las variables de la fuerza muscular como lo son pico de torque, la potencia y el trabajo, entre otras⁶.

La electromiografía de superficie (ES) es un estudio no invasivo que estudia la función muscular durante entrenamiento de biorretroalimentación, actividades deportivas y funcionales o actividades de la vida diaria, la señal emitida del músculo representa una suma de los potenciales de acción propagados desde muchas unidades motoras que se activan durante un movimiento, la ES provee información importante en cuanto a la activación muscular y la intensidad relativa⁷.

Algunos investigadores han evaluado la fuerza muscular de los flexoextensores de rodilla en pacientes con SDPF mediante prueba isocinética. Milgrom et al en 1991 realizaron un estudio en 390 militares: evaluaron los factores de riesgo para presentar SDPF secundario a sobreentrenamiento; realizaron entrenamiento durante 14 semanas, al término de éste el 15% de los militares presentó SDPF, de las variables estudiadas sólo la distancia intercondílea aumentada y la fuerza isométrica de cuádriceps aumentada con flexión de 85° de rodilla valorado con el aparato Dan Lurie modificado mostraron una diferencia significativa en los pacientes con SDPF secundario a sobre-entrenamiento. Messier et al en 1991 compararon la fuerza muscular de flexo extensores de rodilla en corredores con SDPF y un grupo control, sin encontrar diferencia significativa. Witvrouw et al en el 2000 realizaron un estudio prospectivo durante 2 años en 282 estudiantes de los cuales 24 desarrollaron SDPF y no encontraron una diferencia significativa en cuanto a la fuerza muscular de cuádriceps e isquiotibiales en pacientes con SDPF y un grupo control⁸.

Callaghan y Oldham en el 2004 realizaron un estudio en 57 pacientes con SDPF y 10 pacientes del grupo control en el cual se cuestionan si existe atrofia y debilidad del cuádriceps en los pacientes con SDPF mediante medición de área

muscular por medio de ultrasonido y medición del pico de torque de los flexoextensores de rodilla y encontró un déficit de 18.4% de la rodilla afectada al compararla con la no afectada y en el que se concluye que no existe relación en el tamaño muscular y el pico de torque extensor⁹.

Yildil et al en el 2003 realizaron un estudio con 30 atletas recreativos con diagnóstico de condromalacia patelofemoral (CPF) buscando la relación entre la fuerza muscular isocinética y la capacidad funcional de rodillas, se utilizaron variables de trabajo y potencia. En la valoración isocinética se encontró debilidad en la rodilla con CPF comparada con la rodilla control¹⁰.

Hazneci et al en 2005 realizaron un estudio en 24 pacientes con diagnóstico de SDPF y 24 sujetos sanos valorando la eficacia del ejercicio isocinético en la fuerza muscular y la sensibilidad propioceptiva articular utilizando variables de torque y trabajo total, en la valoración inicial se encontró diferencia entre la rodilla con SDPF presentando mayor debilidad comparado con el grupo control¹¹.

Numerosos estudios de investigación relacionados a la actividad electromiográfica de los músculos de cuádriceps en particular VMO y VL están reportados en la literatura; Moller BN et al 1986, Doxey GE et al 1987, Souza et al 1991 y Boucher JP et al 1992 estudiaron la actividad electromiográfica del cuádriceps al realizar ejercicios isométricos. Reynolds L et al 1983, y Stiene HA et al 1996 estudiaron la actividad electromiográfica del cuádriceps al realizar ejercicios de cadena cerrada, MacIntyre DL et al 1992, Powers CM et al 1996 y Sheehy P et al 1998 estudiaron la actividad electromiográfica del cuádriceps en actividades funcionales; en todos estos estudios no se encontró diferencia significativa en la actividad de los vastos medial y lateral de los pacientes con dolor patelofemoral¹².

Se ha estudiado la diferencia entre el tiempo de activación mediante electromiografía de superficie entre el VMO y el VL definiéndose como radio vasto medial oblicuo-vasto lateral (R VMO-VL)¹³.

Karst et al en 1995 realizaron un estudio en 27 individuos 15 pacientes sintomáticos con SDPF y 12 individuos sanos e investigaron la actividad electromiográfica del VMO y VL durante contracción voluntaria concéntrica de cuádriceps sin peso y con peso y la contracción involuntaria. No encontraron diferencia significativa entre el grupo sintomático y asintomático¹⁴.

Cerny et al en 1995 realizó un estudio en 31 individuos de los cuales 10 con SDPF y 21 del grupo control, valorando el R VMO-VL durante ejercicios de cadena cerrada y cadena abierta en diferentes posiciones sin encontrar diferencia significativa de la fuerza muscular durante la extensión de rodilla entre el grupo de estudio y el grupo control¹⁵.

Neptuno R et al en el 2000 concluyeron que el retraso en la activación del vasto medial de 5 ms tiene consecuencias

significativas en la mecánica de la articulación patelofemoral, incrementando las fuerzas de contacto lateral. Cowan S.M et al 2001 realizaron un estudio valorando la actividad electromiográfica del cuádriceps durante actividades funcionales en pacientes con SDPF y encontraron un retraso de la activación del VMO con respecto al VL, al subir escaleras de 16 ms y al bajar escaleras de 19 ms¹⁶.

Torres et al en el 2002 realizaron un estudio comparativo en 30 sujetos, 15 pacientes con diagnóstico de osteoartritis patelofemoral, y 15 sujetos sanos, evaluaron la actividad eléctrica de los músculos VMO y el VL a través de electrodos de superficie y analizaron el patrón de interferencia. Encontraron mayor actividad del VL durante la extensión en las contracciones concéntricas, excéntricas e isométricas con la rodilla a 30° de flexión en personas con osteoartritis patelofemoral¹⁷.

Existe controversia en estudios realizados en pacientes con SDPF en relación a los resultados del análisis electrofisiológico e isocinético de la musculatura flexo-extensora de rodilla, principalmente en los aspectos de la fuerza muscular así como en la diferencia del tiempo de activación del VMO y VL durante la contracción muscular del cuádriceps, es por esto que se desarrolló el presente estudio con el objetivo de conocer los cambios electrofisiológicos e isocinético del mecanismo extensor en pacientes con síndrome doloroso patelofemoral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio observacional, comparativo y transversal, realizado en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación No. 1 del IMSS de la ciudad de Monterrey, N.L. durante los meses de junio-noviembre del 2006, en un universo de 45 sujetos determinado por cuota, de ambos sexos, de entre 15 y 40 años, se formaron 2 grupos, un grupo control de 23 sujetos sanos y un grupo de estudio de 22 sujetos con diagnóstico de SDPF que presentaran dolor en cara anterior o retropatelar de leve a moderado y con un mínimo de 4 los siguientes criterios: maniobra de clarks positiva, signo de zohlbers positivo, ángulo Q incrementado > 18° mujeres y > 15° en hombres, dolor a la palpación en retináculo lateral y prueba de escalón 25 cm positiva. Se excluyeron pacientes post-quirúrgicos, con inestabilidad secundaria a lesión ligamentaria o meniscal, limitación de arcos de movilidad o con datos de efusión articular de rodilla. A los 2 grupos se les realizó historia clínica completa y se les realizó evaluación isocinética para medir el torque, trabajo y potencia de los músculos flexo extensores de ambas rodillas, para lo cual se utilizó un equipo Cybex Norm. Antes de iniciar la evaluación, realizaron un calentamiento de 10 minutos en bicicleta estacionaria, y un ensayo con el equipo para que el sujeto en estudio se familiarizara con la prueba, 2 min. después se realizó la prueba isocinética, con los siguientes parámetros:

tipo de contracción concéntrico-concéntrico, rango de movimiento de 0 a 90°, velocidad angular de 90° con 5 repeticiones y 180° con 20 repeticiones y descanso entre cada repetición de las pruebas de 20 seg. Para determinar el pico de torque en relación al peso corporal se tomó en cuenta la prueba con velocidad de 90°/seg. y para el trabajo y potencia en relación al peso corporal se tomó en cuenta la velocidad de 180°/seg. En un 2do tiempo se realizó estudio electrofisiológico de electromiografía de superficie con aparato neuromax XLTEK 1004, utilizando programa de análisis multicanal amplificado con filtros de entre 30 hrz y 3 Khz, con un tiempo de barrido de 100 ms por división y una ganancia de 500 uV. Se utilizaron electrodos de superficie de copa de oro para analizar la musculatura extensora en forma simultánea los músculos VMO y VL, los electrodos se colocaron en el vientre muscular del vasto medial oblicuo a 4 cm proximal al borde superomedial de la rótula con una orientación vertical de 55° y en el vientre muscular del vasto lateral a 8 cm del borde superolateral de la rótula con una orientación de 20°, el electrodo de tierra se colocó en el tubérculo de la tibia y el de referencia del polo superior de la rótula 10 cm proximales al vientre muscular del recto anterior en forma bilateral. Se utilizó como resistencia un peso de 10 lb colocandolo en la porción distal de la extremidad a estudiar, se colocó al paciente en una posición sedente con caderas a 90°, rodilla a 65° de flexión y tobillo a 90° y se le pidió a una voz de mando que realizara contracciones isotónicas concéntricas de los músculos extensores tomándose en cuenta 5 contracciones.

Para el análisis de la musculatura flexora se colocaron los electrodos en el punto medio entre el cóndilo medial y la tuberosidad isquiática para el semitendinoso (ST) y para la porción corta del bíceps femoral (PCB) a 8 cm proximal de la cabeza del peroné, el electrodo de tierra se colocó en la cabeza del peroné y el de referencia en 5 cm distal al electrodo de ST en forma bilateral, se colocó al paciente en decúbito prono con cadera 0° rodilla 0° y tobillo a 90° y se utilizó como resistencia un contrapeso de 5 lb colocado en la porción distal de la extremidad a estudiar y a una voz de mando se le pidió que realizara contracciones isotónicas concéntricas de los músculos flexores de rodilla y se tomaron en cuenta 5 contracciones. Al análisis electromiográfico se le midió la amplitud en milivolts (mV), tiempo de activación y la diferencia tiempo de activación o radio vasto medial oblicuo-vasto lateral y semitendinoso-porción corto del bíceps en milisegundos (ms). Los datos obtenidos se analizaron con la prueba t de Student con un nivel de confianza del 95% y una significancia del P menor de 0.05. Todos los sujetos dieron su consentimiento informado para participar en el estudio por escrito. El estudio se realizó bajo las recomendaciones de la investigación biomédica adoptada en 18ª. Asamblea Mundial de Helsinki.

RESULTADOS

La distribución por sexo de los pacientes con SDPF estudiados fue de 14 mujeres y 8 hombres, el promedio de edad de 29.57 años y un peso promedio de 166.5 libras, el lado más afectado fue el izquierdo con 12 pacientes y el menos afectado el derecho con 10.

En el grupo control no encontramos diferencia significativa al comparar lado a lado el torque, trabajo y potencia de los músculos flexo extensores de rodilla. (*Cuadro 1*). El grupo de estudio no mostró diferencia significativa de los mismos parámetros de torque trabajo y potencia entre el lado sintomático y el asintomático (*Cuadro 2*).

Al contrastar los parámetros de torque trabajo y potencia de la musculatura flexoextensora de la rodilla sana del grupo control con la sintomática del grupo de estudio se observó una diferencia significativa en todas las variables estudiadas (*Cuadro 3*).

En el grupo control al comparar los músculos flexo-extensores de la rodilla lado a lado en el análisis electrofisiológico con la electromiografía de superficie no encontramos diferencia significativa en la amplitud, el tiempo de activación y los radios de la activación muscular durante la contracción isotónica concéntrica de los músculos estudiados (*Cuadro 4*).

Al igual que el grupo control el grupo estudio, al comparar el análisis electrofisiológico de la electromiografía de superficie los músculos flexo-extensores de la rodilla lado a lado, no se observó diferencia significativa en la amplitud, el tiempo de activación y los radios de la activación muscular durante la contracción isotónica concéntrica (*Cuadro 5*).

La amplitud de los músculos flexoextensores de la rodilla del grupo control, fue mayor que en el grupo de estudio, esta diferencia tuvo significancia estadística (*Cuadro 6*).

Cuadro 1. Análisis isocinético de músculos de rodilla del grupo control.

	Extensores						Flexores					
	TO \bar{X}	SD	TR \bar{X}	SD	PO \bar{X}	SD	TO \bar{X}	SD	TR \bar{X}	SD	PO \bar{X}	SD
GCED	94.8	± 34	59	± 24	123	± 51	58	± 23	33	± 19	72	± 41
GCEI	90	± 29	58	± 25	119	± 52	44	± 17	28	± 17	55	± 27
P	0.62	†	0.89	†	0.79	†	0.08	†	0.38	†	0.12	†

TO = Torque.

TR = Trabajo

PO = Potencia.

P = Valor estadístico

GCED = Grupo control extremidad derecha.

GCEI = Grupo control extremidad izquierda.

\bar{X} = Media.

SD = Desviación estándar.

* Significancia estadística.

† No significancia estadística.

Cuadro 2. Análisis isocinético de músculos de rodilla del grupo estudio.

	Extensores						Flexores					
	TO \bar{X}	SD	TR \bar{X}	SD	PO \bar{X}	SD	TO \bar{X}	SD	TR \bar{X}	SD	PO \bar{X}	SD
GEES	71	± 33	42	± 33	77	± 58	34	± 20	12	± 13	24	± 24
GEEA	83	± 34	46	± 28	91	± 56	39	± 21	14	± 14	30	± 30
P	0.28	†	0.63	†	0.42	†	0.42	†	0.56	†	0.45	†

TO = Torque.

TR = Trabajo

PO = Potencia.

P = Valor estadístico

GEES = Grupo estudio extremidad sintomática.

GEEA = Grupo estudio extremidad asintomática.

\bar{X} = Media.

SD = Desviación estándar

* Significancia estadística.

† No significancia estadística

Cuadro 3. Análisis comparativo isocinético de músculos de rodilla entre el grupo control vs grupo de estudio.

	Extensores						Flexores					
	TO \bar{X}	SD	TR \bar{X}	SD	PO \bar{X}	SD	TO \bar{X}	SD	TR \bar{X}	SD	PO \bar{X}	SD
GCES	94.8	± 34	59	± 24	123	± 51	58	± 23	33	± 19	72	± 41
GEES	71	± 33	42	± 33	77	± 58	34	± 20	12	± 13	24	± 24
P	0.02	*	0.05	*	0.01	*	0.0004	*	0.0001	*	0.0004	*

TO = Torque.

TR = Trabajo

PO = Potencia.

P = Valor estadístico

GCES = Grupo control (extremidad sana).

GEES = Grupo de estudio (extremidad sintomática)

 \bar{X} = Media.

SD = Desviación estándar.

* Significancia estadística.

† No significancia estadística

Cuadro 4. Análisis electromiográfico de los músculos de rodilla del grupo control.

	Flexores				Extensores				Flexores				Extensores				Flexores				Extensores			
	ST		PCB		Amplitud		VL		Tiempo de activación		VMO		VL		Radio		R ST-PCB		R VM-VL		R VM-VL		R VM-VL	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
GCED	2	± 0.55	1.6	± 0.54	1.56	± 0.44	1.38	± 0.45	280.1	± 90.3	280.3	± 90.4	337	± 57.1	341.3	± 56.7	-0.34	± 0.77	-3.2	± 5.11				
GCEI	2.13	± 0.61	1.86	± 0.61	1.51	± 0.37	1.24	± 0.51	275	± 76.7	275	± 77	334	± 61.6	338.5	± 63.32	-0.4	± 0.95	-3.6	± 3.65				
P	0.36	†	0.25	†	0.51	†	0.32	†	0.83	†	0.83	†	0.87	†	0.87	†	0.73	†	0.79	†				

GCEI = Grupo control (extremidad izquierda)

GCED = Grupo control (extremidad derecha)

R VMO-VL = Radio vasto medial oblicuo-vasto lateral

R ST-PCB = Radio semitendinoso-porción corta del bíceps

VMO = Vasto medial oblicuo

PCB = Porción corta del bíceps

ST = Semitendinoso

VL = Vasto lateral

 \bar{X} = Media.

P = Valor estadístico

SD = Desviación estándar

* Significancia estadística

† No significancia estadística

Cuadro 5. Análisis electromiográfico de los músculos de rodilla del grupo estudio.

	Flexores				Extensores				Flexores				Extensores				Flexores				Extensores			
	ST		PCB		Amplitud		VL		Tiempo de activación		VMO		VL		Radio		R ST-PCB		R VM-VL		R VM-VL		R VM-VL	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
GEES	1.53	± 0.45	1.38	± 0.44	1.2	± 0.31	1	± 0.25	274	± 99.8	274.2	± 99.7	306	± 91.9	309.2	± 92.7	-0.18	± 0.9	-3.09	± 4.4				
GEEA	1.58	± .38	1.37	± 0.31	1.27	± 0.33	1.1	± 0.38	288	± 132.9	288.2	± 131.1	306.8	± 101.3	310	± 102.4	-0.13	± 0.77	-3.36	± 3.3				
P	0.72	†	0.97	†	0.44	†	0.32	†	0.69	†	0.69	†	0.98	†	0.97	†	0.79	†	0.85	†				

GEES = Grupo control (extremidad sintomática)

GEEA = Grupo control (extremidad asintomática)

R VMO-VL = Radio vasto medial oblicuo-vasto lateral

R ST-PCB = Radio semitendinoso-porción corta del bíceps

VMO = Vasto medial oblicuo

PCB = Porción corta del bíceps

ST = Semitendinoso

VL = Vasto lateral

 \bar{X} = Media.

P = Valor estadístico

SD = Desviación estándar

* Significancia estadística

† No significancia estadística

Cuadro 6. Análisis electromiográfico comparativo de músculos de rodilla grupo control vs grupo de estudio.

	Flexores				Extensores				Flexores				Extensores				Flexores				Extensores			
	Amplitud								Tiempo de activación								Radio							
	ST	PCB	VMO	VL	ST	PCB	VMO	VL	ST	PCB	VMO	VL	ST	PCB	VMO	VL	R ST-PCB	R VM-VL	R ST-PCB	R VM-VL	R ST-PCB	R VM-VL	R ST-PCB	R VM-VL
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
GCES	2	± 0.55	1.6	± 0.54	1.56	± 0.44	1.38	± 0.45	280.1	± 90.3	280.3	± 90.4	337	± 57.1	341	± 56.7	0.34	± 0.77	-3.2	± 5.11				
GEES	1.53	± 0.45	1.38	± 0.44	1.2	± 0.31	1	± 0.25	274	± 99.8	274.2	± 99.7	306	± 91.9	309	± 92.7	-0.18	± 0.9	-3.09	± 4.4				
P	0.004	*	0.04	*	0.001	*	0.001	*	0.83	†	0.83	†	0.18	†	0.16	†	0.51	†	0.9	†				

GCES = Grupo control (extremidad sana)

GEES = Grupo control (extremidad sintomática)

R VMO-VL = Radio vasto medial oblicuo-vasto lateral

R ST-PCB = Radio semitendinoso-porción corta del bíceps

VMO = Vasto medial oblicuo

PCB = Porción corta del bíceps

ST = Semitendinoso

VL = Vasto lateral

 \bar{X} = Media.

P = Valor estadístico

SD = Desviación estándar

* Significancia estadística

† No significancia estadística

DISCUSIÓN

Existen numerosos estudios en pacientes con SDPF en donde utilizan la valoración isocinética como una medición objetiva de la fuerza muscular; Callaghan y Oldham en 1995 realizaron un estudio comparativo entre pacientes sanos y con SDPF, evaluaron el volumen del cuádriceps con ultrasonido y el torque del cuádriceps mediante isocinesia a velocidades angulares de 90°/seg y encontraron que el volumen muscular del cuádriceps no mostró alteración en los pacientes con SDPF al compararlo con sanos, a diferencia del torque (fuerza muscular) en el que encontraron un déficit del 18.4% en los pacientes con SDPF. A diferencia del estudio de Callaghan y Oldham, en nuestro estudio no evaluamos el trofismo del cuádriceps objetivamente mediante ultrasonido, sólo la perimetría del muslo durante la exploración física sin encontrar diferencia importante durante las mediciones. Los valores encontrados en la medición del torque de los pacientes con SDPF son semejantes a los de Callaghan ya que el déficit encontrado fue del 15%, nosotros también utilizamos la velocidad de 90°/seg para evaluar el torque⁹.

Yildiz et al en el 2003 realizaron un estudio, en 30 atletas recreativos con diagnóstico de condromalacia patelofemoral mediante resonancia magnética nuclear (RMN), sin patología en rodilla contralateral, la edad promedio fue de 24 años, evaluaron la actividad funcional de la rodilla y la fuerza muscular de flexoextensores de rodilla a través de una evaluación isocinética, utilizaron velocidades de 60°/seg para medir el torque y 180°/seg para el trabajo y compararon la rodilla sintomática con la asintomática. Se encontró un déficit del 16% de extensores y del 20% de los flexores en cuanto al torque de la extremidad sintomática y se encontró un déficit del 7% en el trabajo de los extensores y del 9% de los flexores. En nuestro estudio a diferencia del de Yildiz se

valoraron sujetos sanos sedentarios y pacientes con diagnóstico clínico de SDPF, el promedio de edad fue de 29 y 29.57 años respectivamente, a diferencia de Yildiz utilizamos velocidades de 90°/seg para medir el torque, y el trabajo y la potencia a velocidades de 180°/seg. Realizamos la valoración de la actividad electrofisiológica del VMO, VL, ST y PCB con electromiografía de superficie y nuestro análisis fue comparativo no sólo entre lados sintomático y asintomático del paciente sino que también se realizó comparación con un grupo de pacientes sanos. Los valores que encontramos en la medición del torque y trabajo fueron muy similares, el déficit de extensores fue del 15% y de flexores de un 13% y en el trabajo los extensores con un déficit de 9% y de 15% para flexores¹⁰.

Hazmecı et al en el 2005 realizaron un estudio comparativo en 48 sujetos deportistas recreativos, divididos en 2 grupos: uno de 24 pacientes con SDPF y otro de 24 sujetos sanos, el promedio de edad fue de 25 años, valoraron los cambios que se sucedían en la propiocepción articular y en la fuerza muscular de pacientes con SDPF posterior a un programa de ejercicio isocinético, la propiocepción se midió con el dinamómetro a través de la colocación en una posición de la pierna en un rango de entre 40 y 50 grados de flexión de rodilla, la fuerza se midió con el torque y trabajo a velocidades angulares de 60 y 180°/seg, se utilizó un equipo Cybex Norm; se encontró un déficit de los pacientes con SDPF del torque 19% para extensores y de 20% para flexores, comparado con el grupo control, y un déficit del 22% para extensores y de 20% para flexores en el trabajo. A diferencia de Hazmecı nuestros pacientes son sedentarios y presentan un promedio de edad mayor de 29.57, las velocidades utilizadas fueron de 90°/seg y de 180°/seg. De igual manera nosotros encontramos un déficit del torque del 25% para extensores y uno para flexores de 42%, y un déficit en los pacientes con SDPF para los músculos extensores de 28%

y para los flexores del 63% al compararlos con el grupo control, esto se explica debido a que los músculos antigravitatorios son los que más se activan durante las actividades en un estilo de vida sedentario¹¹.

Karst et al 1995 realizó un estudio en 27 individuos: 15 pacientes sintomáticos con SDPF, 9 con sintomatología bilateral y 6 unilateral y 12 individuos sanos, evaluó la actividad electromiográfica del VMO y VL, durante una contracción involuntaria del cuádriceps mediante el reflejo miotático extensor de rodilla; una contracción voluntaria concéntrica de extensores de rodilla sin peso similar al reflejo patelar y una contracción voluntaria con peso utilizando un step de 8 cm de altura realizando una extensión activa de rodilla. Se promediaron 4 contracciones, se encontró una diferencia en el tiempo de activación del VMO y VL de < 5 ms para todos los pacientes del grupo sintomático durante las contracciones voluntarias. Este estudio utilizó, al igual que nosotros, el diagnóstico clínico para la selección de sus pacientes, el promedio de edad fue similar, pero Karst utilizó también una contracción involuntaria mediante reflejo miotático y nosotros sólo la contracción voluntaria de tipo de isotónica concéntrica con peso, nosotros encontramos una diferencia en el tiempo de activación entre el VMO/VL en el grupo control de -3.2 ms extremidad derecha y -3.6 ms extremidad izquierda y en cuanto al grupo de estudio de -3.09 para la sintomática y -3.36 ms para la asintomática, activándose siempre el VMO antes que el VL al igual que los pacientes de Karst, que presentaron una diferencia menor a 5 ms¹⁴.

Cerny et al en 1995 estudiaron a 10 pacientes con SDPF y un grupo control de 21 pacientes sanos, con edades de entre 19 y 43 años, utilizaron la actividad electromiográfica de el VMO, VL y aductor mayor (AM), determinando la actividad electromiográfica mediante señales mioeléctricas diferencialmente amplificadas con filtros de 50-850 hrz, se digitalizaron 2000 muestras/segundo a través de un convertidor AD y un programa B y L el cual rectificaba la señal y establecía un umbral para los 1ros dos segundos de actividad electromiográfica, se valoró la activación muscular en diferentes tipos de ejercicios, con el objetivo principal de determinar qué tipo de ejercicio aumentaba la actividad del VMO sobre el VL, el RVMO-VL en pacientes con SDPF y en sanos y como propósito secundario el determinar qué efecto tiene el tape durante el ejercicio en la rodilla y si altera la actividad muscular.

Cerny encontró que la relación de VMO-VL fue similar en todos los pacientes, y ejercicios realizados, sólo con un aumento del R VMO-VL durante el ejercicio de cadena abierta: extensión de rodilla con rotación medial de cadera. Nuestro estudio lo realizamos en 22 pacientes, el doble que el de Cerny, utilizamos electrodos de superficie y el electrodos de aguja, valoramos la actividad durante la con-

tracción concéntrica con resistencia, él valoró la contracción concéntrica de rodilla e isométrica, nosotros encontramos un radio de -3.2 para el grupo control y de -3.09 para el grupo de estudio, los resultados de Cerny fueron similares, encontró un radio de 1.1 de promedio con mínimo de .6 y máximo de 2 en el grupo control y de 1.1 en el grupo de estudio con mínimo de .5 y máximo de 2.2. En ambos estudios se encontró que la activación fue primero del VMO y después el VL¹⁵.

Torres et al en el 2002 realizaron un estudio comparativo en 30 sujetos, 15 pacientes con un promedio de edad de 58 años y con diagnóstico de osteoartrosis patelofemoral, y 15 sujetos sanos con un promedio de edad de 32 años, evaluaron la actividad eléctrica de los músculos VMO y el VL a través de electrodos de superficie y analizaron el patrón de interferencia midiendo amplitud en microvolts, de promedio de frecuencia en hertz, la potencia en decibeles y el voltaje en microvolts, durante contracciones: concéntrica, excéntrica e isométrica a partir de los 30°, utilizando un contrapeso de de 3 kg, utilizaron el equipo Viking IV de Nicolet, con el programa de patrón de interferencia y análisis espectral, utilizando programa IPA con amplificador con ancho de banda de 20 hrz a 10 Khrz con un tiempo de barrido de 50 ms y una ganancia de 1 milivolt. Encontró mayor actividad muscular a los 30° del vasto lateral en todos los tipos de contracciones en personas con osteoartrosis patelofemoral. A diferencia del estudio de Torres et al, nosotros estudiamos pacientes con diagnóstico clínico de SDPF de entre 15 y 40 años con un grupo control de similar edad, nuestro análisis electrofisiológico fue de los músculos VMO y VL durante una contracción concéntrica a partir de 65° y Torres a partir de los 30° utilizamos barrido de 100 ms y una ganancia de 500 uV. Realizamos una promediación de variables de amplitud en mV, de tiempo de activación en el R VMO/VL y R ST/PCB en milisegundos, mientras que Torres utilizó el promedio de frecuencia en hertz la potencia en decibeles y el voltaje en microvolts. Torres reporta sólo una mayor actividad muscular a los del VL en todos los tipos de contracciones en personas con osteoartrosis patelofemoral, nosotros encontramos la relación inversa, es decir, un mayor actividad muscular del VMO. Nuestro estudio mostró un déficit del grupo con SDPF del 24% en el VMO y del 28% en el VL en relación al grupo de sanos¹⁷.

CONCLUSIÓN

1. El torque, trabajo y potencia de la musculatura flexora extensora en pacientes sanos es igual en ambas rodillas.
2. El torque, trabajo y potencia de la musculatura flexora extensora fue mayor en la rodilla asintomática que en la sintomática sin ser estadísticamente significativa en los pacientes con SDPF.

3. El torque, trabajo y potencia está disminuido en forma significativa en los pacientes con SDPF al compararlo con los pacientes sanos.
4. La amplitud es el único parámetro electrofisiológico que se afecta en forma significativa en los pacientes con SDPF.
5. No existe diferencia significativa en el R VMO/VL de los pacientes con SDPF y los pacientes sanos.
6. Durante la contracción isotónica concéntrica del cuadriceps el VMO se activa primero que el VL.

REFERENCIAS

1. Cowan SM, Benell KL, Crossley KM, Hodges P, McConnell J. Physical therapy alters recruitment of the vast patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(12): 1879-1885.
2. Maffulli N. Anterior knee pain: an overview of management options En: Puddu Giancarlo, Giombini Arrigo, Selvanetti Alberto. *Rehabilitation of sports injuries: current concepts*. Berlín: Springer, 2001: 148-153.
3. Kasim NQ, Fulkerson JP. Acute and chronic injuries to the patellofemoral joint. En: Garrett, William E., Speer, Kevin P., Kirkendall, Donald T. *Principles and practice of orthopedic sports medicine*. Philadelphia: Lippincott Williams y Wilkins, 2000: 709-742.
4. Kapanji IA. *Cuadernos de fisiología articular: miembro inferior*. 4ª ed. Barcelona: Mansson, S.A. 1990: 76-158.
5. Gaines JM, Talbot LA. Isokinetic strength testing in research and practice. *Biol Res Nurse* 1999; 1(1): 57-64.
6. Chan, Kai-Ming. Isokinetic in rehabilitation. En: Puddu Giancarlo, Giombini Arrigo, Selvanetti Alberto. *Rehabilitation of sports injuries current concepts*. Berlín: Springer, 2001: 194-202.
7. Ferdjallah M, Wretch JJ. Anatomical and technical considerations in surface electromyography. *Phys Med Rehabil Clinic North Am* 1998; 9(4): 925-931.
8. Fredericson M, Yoon K. Physical examination and patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2006; 85(3): 234-243.
9. Callaghan MJ, Oldham JA. Quadriceps atrophy: to what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome. *Br J Sports Med* 2004; 38: 295-299.
10. Yildiz Y, Aydin T, Sekir U, Cetin C, Ors F, Alp Kalyon T. Relation between isokinetic muscle strength and functional capacity in recreational athletes with chondromalacia patellae. *Br J Sports Med* 2003; 37: 475-479.
11. Hezneci B, Yildiz Y, Sekir U, Aydin T, Kalyon TA. Efficacy of isokinetic exercise on joint position sense and muscle strength in patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2005; 84: 521-527.
12. Mohr KJ, Kvitne RS, Pink MM, Fiedeler B, Perry J. Electromyography of quadriceps in patellofemoral pain with patellar subluxation. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 415: 261-271.
13. Souza DR, Gross MT. Comparison of vastus medialis obliquus: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. *Phys Ther* 1991; 71(4): 310-320.
14. Karst GM, Willett GM. Onset timing of electromyography activity in the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther* 1995; 75(9): 813-823.
15. Cerny K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther* 1995; 75(8): 672-683.
16. Stensdotter AK, Hodges PW, Mellor R, Sundelin G, Häger-Ross C. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(12): 2043-2047.
17. Torres C, Coronado R, Diez MP, Escobar RE, Chávez D. Determinación del equilibrio muscular del cuadriceps en la osteoartritis del compartimiento patelofemoral. *Rev Mex Med Fis Rehab* 2002; 14(1): 15-19.

Dirección para correspondencia
Dr. Jesús Alberto Espinosa Meza.
Avenida Constitución y
Félix U Gómez sin número.
Monterrey, Nuevo León
Tel. 83 44 22 44
Domicilio particular:
Plata 680 Fraccionamiento
La Rosa, Saltillo, Coahuila
Tel. 01 844 4 3176 39.
Fax 01 844 4 15 41 99.