

Ejercicio isocinético en pacientes con gonartrosis

Dr. Héctor Gerardo Delgado Virgen,* Dr. Jesús Héctor Adame Treviño**

RESUMEN

Objetivo: Demostrar que el ejercicio isocinético es mejor que el isotónico para aumentar la capacidad física de la musculatura flexoextensora de la rodilla. **Material y métodos:** Estudio observacional, analítico, prospectivo, longitudinal, en una muestra de 40 pacientes, entre 40 a 65 años de edad, de ambos sexos, con diagnóstico clínico y radiológico de gonartrosis grado I-IV. Se realizó una evaluación isocinética inicial para medir el torque, trabajo total, potencia y fatiga de los músculos flexoextensores de ambas rodillas. Se formaron 2 grupos de 20 personas, un grupo recibió un programa de ejercicio isocinético y el otro grupo ejercicio isotónico durante 30 sesiones. Al final se evaluaron los parámetros isocinéticos iniciales, los resultados se analizaron con el paquete estadístico SPSSv.10 mediante la prueba t de Student (significancia $p < 0.05$). **Resultados:** Encontramos mejoría significativa ($p < 0.05$) con ambos programas de ejercicio, sin diferencia significativa entre ellos, en torque máximo a velocidad angular de 90° /seg y en trabajo total, potencia media y fatiga a velocidad angular de 180° /seg. **Conclusión:** Ambos programas de ejercicio mejoran los parámetros isocinéticos de los músculos flexoextensores de rodilla en pacientes con gonartrosis sin diferencia significativa entre ellos.

Palabras clave: Gonartrosis, ejercicio isocinético, ejercicio isotónico.

ABSTRACT

Objective: To demonstrate that the isokinetic exercise is better than the isotonic to increase the knee's flexor-extensor muscles physical capacity. **Methods:** Observational, analytical, prospective, longitudinal, on a sample of 40 patients, 40 to 65 years old, both sexes, with clinical and radiographic knee osteoarthritis grade I-IV. An initial evaluation was done to measure the isokinetic torque, total work, power and fatigue of the flexor-extensor muscles in both knees. The patients were divided into 2 groups of 20 people; one group received an isokinetic exercise program and the other group an isotonic exercise program, both in 30 treatment sessions. At the end, the initial parameters were evaluated and the results were analyzed using the SPSS v.10 statistical package with the Student's t test (significance $p < 0.05$). **Results:** Significant improvement ($p < 0.05$) was found in peak torque with 90° /seg of angular speed, total work, mean power and fatigue with 180° /seg in both exercise programs, without significant differences between them. **Conclusion:** Both exercise programs improve the isokinetic parameters in flexor and extensor muscles in patients' knees with osteoarthritis without significant difference between them.

Key words: Knee osteoarthritis, isokinetic exercise, isotonic exercise.

INTRODUCCIÓN

En México y en el resto del mundo, la osteoartrosis es una de las causas de discapacidad más importantes en personas de 40 años en adelante; antes de los 50 años de edad los hombres tienen una mayor prevalencia, pero después de los 50 años la prevalencia e incidencia es mucho más alta en las mujeres^{1,2}. Aproximadamente el 80% de las personas mayores de 65 años presentan cambios radiográficos con evidencia de osteoartrosis de rodillas, ocupando del 10 al 25% de las visitas al médico en la atención primaria, lo que condiciona algún

grado de discapacidad³. La osteoartrosis puede ser clasificada en primaria (idiopática) o secundaria, dependiendo de si se identifica una causa subyacente. Los síntomas principales son dolor en las articulaciones que se incrementa con la actividad y usualmente disminuye con el reposo, esto en las etapas tempranas; conforme progresa la enfermedad se desarrolla un componente inflamatorio y el dolor se presenta incluso en reposo. La rigidez articular es otro síntoma común de los pacientes con osteoartrosis, y a diferencia del dolor ésta se incrementa con el reposo, sobre todo por las mañanas y posterior a periodos largos de inactividad⁴, pero generalmente se resuelve en menos de media hora. Los criterios clínicos y radiográficos de la osteoartrosis de rodilla impuestos por el Colegio Americano de Reumatología (1996) son dolor en rodilla más osteófitos y al menos uno de los siguientes criterios: edad mayor de 50 años, rigidez articular durante menos de treinta minutos y crepitación con el movimiento activo de la rodilla. Las anomalías radiográficas en las articulaciones

* Médico residente de tercer año de la Especialidad de Medicina de Rehabilitación.

** Coordinador Clínico de Educación e Investigación en Salud. Especialista en Medicina de Rehabilitación.

Unidad de Medicina Física y Rehabilitación No. 1, UMAE 923. Instituto Mexicano del Seguro Social.

se clasifican de acuerdo al sistema de Kellgren-Lawrence para graduar la severidad de la osteoartritis, encontrándose en la etapa I disminución moderada del espacio articular, en la etapa II esclerosis subcondral, en la etapa III osteófitos marginales o centrales, y en la etapa IV quistes con márgenes escleróticos. La debilidad de los músculos cuádriceps ha sido correlacionada con la presencia de gonalgia en los pacientes con osteoartritis^{4,6}. La debilidad muscular de los flexores y extensores de rodilla, disminuye la estabilidad de la articulación y la capacidad de atenuación de las cargas, por lo tanto se debe de considerar como parte de un programa integral de rehabilitación de los pacientes con gonartrosis el fortalecimiento de dichos músculos⁷. El concepto de la isocinesia se introdujo por James Perrine a finales de los años 60, permite una cuantificación objetiva de las variables de la fuerza muscular como lo son el torque máximo, la potencia, el trabajo y la fatiga, entre otras⁸. Los ejercicios isocinéticos se realizan a una velocidad constante y preseleccionada, mientras que la resistencia varía hasta compensar la fuerza aplicada en cada punto del rango de movilidad. Esta acomodación permite una carga máxima de movimiento a lo largo de todo el rango de movilidad. Los ejercicios isocinéticos e isotónicos son opuestos entre sí, debido a que en los ejercicios isotónicos se presenta una resistencia fija a lo largo del rango de movilidad. Las ventajas únicas de los ejercicios isocinéticos son: única forma de cargar a un músculo que se contrae dinámicamente hasta su máxima capacidad en todos los puntos del rango de movilidad, su seguridad, debido a que un individuo nunca encontrará más resistencia de la que pueda manejar debido a que la resistencia es igual a la fuerza aplicada, se provee una resistencia acomodada a lo largo del rango de movilidad y se facilita el análisis de la fuerza muscular debido a la fijabilidad en el equipo y capacidad de reproducir las pruebas⁹. Pipes y Wilmore compararon los cambios en fuerza, composición corporal y medidas antropométricas en 36 hombres sanos divididos en 4 grupos, el grupo 1 recibió ejercicio isotónico, el grupo 2 ejercicio isocinético a baja velocidad, el grupo 3 ejercicio isocinético a alta velocidad y el grupo 4 de control, encontrando una clara superioridad en los grupos de ejercicio isocinético sobre el grupo de ejercicio isotónico en la mejoría de las variables estudiadas¹⁰. Emrani y colaboradores compararon el torque concéntrico a velocidades angulares de 90°/seg y 150°/seg de los músculos flexores y extensores de la rodilla en pacientes con diagnóstico de gonartrosis y un grupo control sano, encontrando una diferencia significativa ($p < 0.05$) en ambas velocidades angulares a favor del grupo control¹¹. Las guías del panel de Filadelfia de práctica clínica basada en evidencia recomiendan el incluir ejercicios de fortalecimiento y estiramiento de manera aislada como intervenciones para el manejo del dolor y la mejoría de la función en pacientes con osteoartritis de rodilla¹². Sisto y colaboradores concluyeron que los ejercicios de fortalecimiento del cuádriceps mejoran

la habilidad para controlar las fuerza en la articulación de la rodilla durante los movimientos dinámicos, y esto potencialmente reduciría la presencia de dolor¹³. Maurer y colaboradores compararon el efecto del ejercicio isocinético *versus* un programa educacional para el paciente en la mejoría del dolor y la función en 113 pacientes de entre 50 y 80 años de edad con diagnóstico de osteoartritis de rodilla; se compararon los cambios en el torque en extensión a velocidades angulares de 90°/seg, 120°/seg a las 8 y 12 semanas de iniciado el tratamiento, encontrando una mejoría significativa ($p < 0.05$) en ambos grupos a las 8 semanas a la velocidad angular de 90°/seg, mientras que a velocidad angular de 120°/seg demostró mejoría significativa solamente el grupo que recibió ejercicios isocinéticos¹⁴. Sibel Eyigor comparó la eficacia de un programa de ejercicio isocinético *versus* un programa de ejercicio de resistencia progresiva en 39 pacientes con diagnóstico de osteoartritis de rodilla bilateral, todos los pacientes fueron evaluados en un aparato isocinético Cybex antes y después del tratamiento, encontrando mejoría significativa al final del programa de ejercicio en el pico de torque y pico de torque por peso corporal de ambos grupos de pacientes, sin diferencia estadística significativa entre ambos grupos¹⁵. Huang y colaboradores estudiaron el efecto terapéutico de diferentes tipos de ejercicio de fortalecimiento en la capacidad funcional en 132 pacientes con osteoartritis de rodilla, los dividieron en 4 grupos (isocinéticos, isotónicos, isométricos y control); encontraron una ganancia significativa ($p < 0.05$) en el torque máximo a velocidad angular de 60°/seg en el grupo de pacientes con ejercicio isocinético y el grupo con ejercicio isotónico, mientras que a una velocidad angular de 180°/seg se encontró una ganancia significativa ($p < 0.05$) en el torque máximo sólo en el grupo de ejercicios isocinéticos¹⁶.

La patología de rodilla se encontró en el 6to lugar de los motivos de consulta de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación No. 1 de Monterrey, NL durante el año 2008, de los cuales la gonartrosis registró un total de 600 consultas (1.85% del total de la consulta externa). Ante la evidencia reportada en otros estudios del beneficio del ejercicio isocinético en la rehabilitación de los pacientes con gonartrosis, y ya que la UMFYR No. 1 cuenta con el recurso para ofrecerlo a los pacientes con este diagnóstico, se desarrolló esta investigación con el objetivo de demostrar que el ejercicio isocinético es mejor que el ejercicio isotónico para aumentar la capacidad física de la musculatura flexoextensora de la rodilla en pacientes con gonartrosis.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio observacional, analítico, prospectivo y longitudinal, realizado en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación No. 1 del IMSS de la ciudad de Monterrey, N.L. y en el Departamento de Medicina Física y Rehabilitación del HGZMF

No. 6 en San Nicolás de los Garza, NL, durante los meses de julio 2008 - noviembre 2009, en un universo de 40 sujetos determinado por muestreo probabilístico por proporciones, de entre 40 y 65 años de edad, de ambos sexos, con diagnóstico clínico y radiológico de gonartrosis grado I-IV, se excluyeron pacientes postquirúrgicos de rodilla, con limitación de arcos de movilidad, con datos clínicos de lesión ligamentaria o meniscal aguda, con gonalgia severa, con antecedente de enfermedad cardíaca y con deterioro cognitivo o clínico por patología concomitante. Se formaron 2 grupos al azar (A y B) de 20 personas cada uno, a los 2 grupos se les realizó historia clínica completa y una evaluación isocinética inicial para medir el torque, trabajo total, potencia y fatiga de los músculos flexoextensores de ambas rodillas con un equipo CON-TREX MJ. Antes de iniciar la evaluación, se realizó 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 minutos después se realizó la valoración isocinética con los siguientes parámetros: paciente sentado con cadera, rodilla y tobillo a 90° , sujetado por cintillas estabilizadoras, el eje de rotación del brazo del dinamómetro se colocó lateral al epicóndilo femoral, tipo de contracción concéntrico-concéntrico, rango de movimiento de 0 a 90° , velocidad angular de $90^{\circ}/\text{seg}$ con 10 repeticiones y $180^{\circ}/\text{seg}$ con 20 repeticiones y descanso de 20 seg entre cada prueba. Para determinar el torque máximo se tomó en cuenta la prueba con velocidad de $90^{\circ}/\text{seg}$, para fatiga, trabajo total y potencia en relación al peso corporal la velocidad de $180^{\circ}/\text{seg}$. Posterior a la valoración isocinética inicial el grupo A recibió 30 sesiones de fortalecimiento para la musculatura flexoextensora de la rodilla con ejercicios isocinéticos, que consistió en aplicación de compresa húmeda caliente a ambas rodillas por 15 minutos, ejercicios de estiramiento, músculos flexores y extensores de cadera, rodilla y tobillo, movilización activo libre de rodillas en flexión y extensión, posteriormente en aparato Cybex Kinetron II se realizó entrenamiento progresivo de fortalecimiento: sesiones 1-10: posición sentado con caderas y rodillas en 90° de flexión, velocidad de 90 cm/s, 1 min de ejercicio por 2 min de descanso para un total de 10 minutos; sesiones 11-20: posición semisentado, velocidad 70 cm/s, 1 min de ejercicio por 2 min de descanso y sesiones 21-30: posición parado, velocidad 50 cm/s, 1 min de ejercicio por 2 min de descanso. El grupo B recibió 30 sesiones de terapia física para fortalecimiento de la musculatura flexoextensora de la rodilla con ejercicios isotónicos, que consistió en aplicación de compresa húmeda caliente a ambas rodillas por 15 minutos, ejercicios de estiramiento a músculos flexores y extensores de cadera, rodilla y tobillo, movilización activo libre de rodillas en flexión y extensión, ejercicios isotónicos de resistencia progresiva con el método DeLorme, se midió en un inicio el peso máximo en 10 repeticiones a través de un arco completo de movimiento de rodilla, las sesiones 1-15: 3 series de 10

repeticiones, 1ra serie $\frac{1}{2}$ del peso máximo de 10 repeticiones, 2da serie $\frac{3}{4}$ del peso máximo de 10 repeticiones, 3ra serie con el peso máximo de 10 repeticiones, con un descanso de 1 minuto entre cada serie. Se midió nuevamente el peso máximo en 10 repeticiones a través de un arco completo de movimiento de rodilla, y se procedió en las sesiones 16-30: 3 series de 10 repeticiones, 1ra serie $\frac{1}{2}$ del peso máximo de 10 repeticiones, 2da serie $\frac{3}{4}$ del peso máximo de 10 repeticiones, 3ra serie con el peso máximo de 10 repeticiones, con un descanso de 1 minuto entre cada serie. Se realizó una valoración isocinética final a los sujetos de ambos grupos para medir el torque, trabajo total, potencia y fatiga de los músculos flexoextensores de ambas rodillas, así como el porcentaje de mejoría de cada uno de estos valores. Los datos obtenidos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS v.10 utilizando medidas de tendencia central y prueba t de Student para comparación de medias con un nivel de confianza del 95% y una significancia de $P < 0.05$. Todos los pacientes fueron informados previamente sobre el estudio y consintieron por escrito a participar en él; este estudio fue aceptado por el Comité de Ética local de investigación, se realizó bajo las normas éticas institucionales y acuerdos de la 18^o Asamblea Mundial de Helsinki.

RESULTADOS

Se estudiaron un total de 40 pacientes, con un rango de edad entre 40 y 65 años, el grupo con ejercicio isocinético con una media de edad de 55.1 años y el grupo con ejercicio isotónico con una media de edad de 54.4 años, no encontrándose diferencia significativa entre ambos grupos ($p > 0.05$); y una distribución por sexo de 33 mujeres y 7 hombres (grupo de ejercicio isocinético 15 mujeres y 5 hombres; grupo de ejercicio isotónico 18 mujeres y 2 hombres).

Al comparar los valores isocinéticos iniciales de los músculos extensores de ambas rodillas entre el grupo de isocinesia y el grupo isotónico se encontró una diferencia significativa ($p < 0.05$) en el grupo isocinético en las variables de torque máximo a velocidad angular de $90^{\circ}/\text{seg}$ bilateralmente, en trabajo total y potencia media a $180^{\circ}/\text{seg}$ para la rodilla izquierda, y en fatiga a $180^{\circ}/\text{seg}$ para la rodilla derecha (*Cuadro 1*).

En la valoración isocinética inicial de los músculos flexores de ambas rodillas encontramos una diferencia significativa ($p < 0.05$) a favor del grupo isocinético en el torque máximo a $90^{\circ}/\text{seg}$, trabajo total y potencia media a $180^{\circ}/\text{seg}$ de forma bilateral, mientras que en la fatiga a $180^{\circ}/\text{seg}$ no hubo diferencia significativa entre ambos lados (*Cuadro 2*).

Al término de los programas de ejercicio aplicados, se observó mejoría significativa ($p < 0.05$) en las variables de torque máximo a $90^{\circ}/\text{seg}$, trabajo total, potencia media y fatiga a $180^{\circ}/\text{seg}$ en músculos flexores y extensores de ambas rodillas, tanto en el grupo con ejercicio isocinético como en el grupo con ejercicio isotónico (*Cuadros 1 y 2*).

Cuadro I. Análisis isocinético de los músculos extensores de ambas rodillas.

	Torque máximo (Nm)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		Isocinético		Isotónico		P		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			
Inicial	40.2	± 20.4	25.6	± 24.9	*0.03	44.8	± 19.4	29.6	± 23.5	*0.03	
Final	60.8	± 25.4	41.8	± 26.5	*0.02	65.2	± 29.5	41.9	± 26.0	*0.003	
P	*0.007		*0.0001			*0.0003		*0.001			
	Trabajo total (J)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		Isocinético		Isotónico		P		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			
Inicial	474.4	± 304.6	291.2	± 351.1	†0.11	492.1	± 291.4	279.2	± 251.1	*0.01	
Final	718.2	± 356.2	419.3	± 407.2	*0.0004	688.5	± 318.2	418.8	± 297.3	*0.01	
P	*0.0002		*0.001			*0.0003		*0.001			
	Potencia media (W)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		Isocinético		Isotónico		P		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			
Inicial	28.7	± 17.1	17.4	± 21.2	†0.09	29.8	± 16.7	17.3	± 17.8	*0.03	
Final	51.8	± 27.9	27.0	± 25.1	*0.004	50.0	± 26.9	27.6	± 22.5	*0.009	
P	*0.003		*0.0005			*0.0002		*0.001			
	Fatiga (J/Seg)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		Isocinético		Isotónico		P		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			
Inicial	0.16	± 0.18	0.05	± 0.06	*0.01	0.17	± 0.17	0.10	± 0.12	†0.11	
Final	0.48	± 0.49	0.18	± 0.18	*0.005	0.56	± 0.69	0.18	± 0.16	*0.02	
P	*0.003		*0.001			*0.009		*0.003			

 \bar{x} = media* = significancia estadística ($p < 0.05$)

Sd = desviación estándar

† = no significancia estadística ($p > 0.05$)

P = Valor estadístico

Al comparar los valores isocinéticos finales del grupo de isocinesia y del grupo isotónico, se encontró una diferencia significativa ($p > 0.05$) en el grupo isocinético en las variables de torque máximo a 90 /seg, trabajo total, potencia y fatiga a 180 /seg de los músculos extensores y flexores de ambas rodillas, a excepción de la fatiga de los músculos flexores de la rodilla derecha (Cuadros 1 y 2).

A fin de determinar cuál de los dos grupos fue el que presentó mayor beneficio con cada uno de los programas de

ejercicio, se calculó el porcentaje de ganancia de cada una de las variables isocinéticas, que al ser contrastadas no mostraron diferencia significativa ($p > 0.05$) (Cuadros 3 y 4).

DISCUSIÓN

En México y en el resto del mundo, la osteoartritis es una de las causas de discapacidad más importantes en personas

Cuadro II. Análisis isocinético de los músculos flexores de ambas rodillas.

	Torque máximo (Nm)									
	Derecho					Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P	Isocinético		Isotónico		P
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
Inicial	25.9	± 12.9	17.5	± 11.6	*0.01	25.3	± 8.9	18.4	± 10.8	*0.02
Final	41.4	± 16.6	26.1	± 12.7	*0.0004	39.1	± 14.6	26.4	± 14.4	*0.002
P	*0.002		*0.0004			*0.001		*0.0008		
	Trabajo total (J)									
	Derecho					Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P	Isocinético		Isotónico		P
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
Inicial	361.1	± 184.9	217.9	± 189.3	*0.02	358.6	± 168.8	216.3	± 111.1	*0.003
Final	497.6	± 201.1	305.7	± 204.2	*0.002	488.8	± 192.0	328.4	± 182.5	*0.009
P	*0.0007		*0.002			*0.0001		*0.004		
	Potencia media (W)									
	Derecho					Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P	Isocinético		Isotónico		P
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
Inicial	21.8	± 11.3	13.0	± 12.9	*0.02	21.2	± 9.9	13.3	± 8.7	*0.01
Final	36.2	± 16.5	20.5	± 15.0	*0.0009	35.6	± 16.3	22.4	± 14.9	*0.008
P	*0.002		*0.001			*0.001		*0.002		
	Fatiga (J/Seg)									
	Derecho					Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P	Isocinético		Isotónico		P
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
Inicial	0.11	± 0.11	0.08	± 0.17	† 0.632	0.10	± 0.08	0.08	± 0.13	† 0.65
Final	0.22	± 0.15	0.16	± 0.21	† 0.232	0.26	± 0.21	0.16	± 0.16	*0.02
P	*0.008		*0.01			*0.0005		*0.0006		

 \bar{x} = media

* = significancia estadística (p < 0.05)

Sd = desviación estándar

† = no significancia estadística (p > 0.05)

P = Valor estadístico

mayores de 40 años de edad^{1,2}. La debilidad muscular de los flexores y extensores de rodilla disminuye la estabilidad de la articulación y la capacidad de atenuación de las cargas; por lo tanto se debe de considerar como parte de un programa integral de rehabilitación de los pacientes con gonartrosis el incluir ejercicios de fortalecimiento muscular.

Dentro de las investigaciones descritas en la literatura médica en relación a ejercicios de fortalecimiento muscular

encontramos la de Pipes y Wilmore¹⁰ que en 1975 compararon los cambios en fuerza, composición corporal y medidas antropométricas en 36 hombres sanos, divididos en 4 grupos, el grupo 1 fue tratado con ejercicio isotónico, el grupo 2 con ejercicio isocinético a baja velocidad, el grupo 3 con ejercicio isocinético a alta velocidad y el grupo 4 sin ejercicio; encontraron que el ejercicio isocinético fue superior al ejercicio isotónico en la mejoría de las variables estudiadas.

Cuadro III. Porcentaje de ganancia de las variables isocinéticas en músculos extensores de ambas rodillas.

	Torque máximo (Nm)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P		Isocinético		Isotónico		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	P	
Inicial	40.2	± 20.4	25.6	± 24.9			44.8	± 19.4	29.6	± 23.5	
Final	60.8	± 25.4	41.8	± 26.5	†0.10		65.2	± 29.5	41.9	± 26.0	
\bar{x} %	65.2	± 57.2	114.4	± 142.0			59.6	± 82.8	82.8	± 173.0	
	Trabajo (J)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P		Isocinético		Isotónico		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	P	
Inicial	474.4	± 304.6	291.2	± 351.1			492.1	± 291.4	279.2	± 251.1	
Final	718.2	± 356.2	419.3	± 407.2	†0.89		688.5	± 318.2	418.8	± 297.3	
\bar{x} %	70.5	± 89.3	70.1	± 96.8			57.1	± 72.8	72.2	± 123.2	
	Potencia (W)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P		Isocinético		Isotónico		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	P	
Inicial	28.7	± 17.1	17.4	± 21.2			29.8	± 16.7	17.3	± 17.8	
Final	51.8	± 27.9	27.0	± 25.1	†0.87		50.0	± 26.9	27.6	± 22.5	
\bar{x} %	107.6	± 121.4	114.5	± 174.5			85.6	± 96.1	94.6	± 174.7	
	Fatiga (J/Seg)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P		Isocinético		Isotónico		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	P	
Inicial	0.16	± 0.18	0.05	± 0.06			0.17	± 0.17	0.10	± 0.12	
Final	0.48	± 0.49	0.18	± 0.18	†0.84		0.56	± 0.69	0.18	± 0.16	
\bar{x} %	414.7	± 615.8	383.0	± 430.0			413.1	± 847.0	178.1	± 252.9	

 \bar{x} = media

P = Valor estadístico

Sd = desviación estándar

* = significancia estadística (p < 0.05)

 \bar{x} % = media del porcentaje de ganancia

† = no significancia estadística (p > 0.05)

Nuestro estudio se asemeja al de Pipes y Wilmore, ya que comparamos dos tipos de ejercicio: el isocinético y el isotónico, pero a diferencia de ellos estudiamos a pacientes con diagnóstico de gonartrosis, así como la mejoría de los parámetros isocinéticos de torque, trabajo, potencia y fatiga de la musculatura flexora y extensora de rodilla, y a diferencia de ellos encontramos que ambos tipos de ejercicio mejoran de manera significativa (p < 0.05) los parámetros isocinéticos

valorados sin existir diferencia significativa entre ambos tipos de ejercicio.

Maurer y colaboradores¹⁴ en 1999 compararon el efecto del ejercicio isocinético *versus* un programa educacional en la mejoría del dolor y la función en 113 pacientes de entre 50 y 80 años de edad con diagnóstico de osteoartrosis de rodilla; las sesiones de ejercicio isocinético se realizaron 3 veces por semana durante 8 semanas, consistieron en realizar

Cuadro IV. Porcentaje de ganancia de las variables isocinéticas en los músculos flexores de ambas rodillas.

	Torque máximo (Nm)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P		Isocinético		Isotónico		P
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
Inicial	25.9	± 12.9	17.5	± 11.6		25.3	± 8.9	18.4	± 10.8		
Final	41.4	± 16.6	26.1	± 12.7	†0.82	39.1	± 14.6	26.4	± 14.4	†0.83	
\bar{x} %	73.6	± 67.9	79.9	± 107.0		65.6	± 82.3	73.2	± 150.8		

	Trabajo (J)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P		Isocinético		Isotónico		P
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
Inicial	361.1	± 184.9	217.9	± 189.3		358.6	± 168.8	216.3	± 111.1		
Final	497.6	± 201.1	305.7	± 204.2	†0.52	488.8	± 192.0	328.4	± 182.5	†0.45	
\bar{x} %	53.5	± 69.3	69.7	± 101.0		48.7	± 66.3	76.3	± 159.7		

	Potencia (W)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P		Isocinético		Isotónico		P
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
Inicial	21.8	± 11.3	13.0	± 12.9		21.2	± 9.9	13.3	± 8.7		
Final	36.2	± 16.5	20.5	± 15.0	†0.33	35.6	± 16.3	21.4	± 14.9	†0.58	
\bar{x} %	85.1	± 92.6	130.3	± 206.2		81.4	± 87.1	114.5	± 266.2		

	Fatiga (J/Seg)										
	Derecho					P	Izquierdo				
	Isocinético		Isotónico		P		Isocinético		Isotónico		P
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
Inicial	0.11	± 0.11	0.08	± 0.17		0.10	± 0.08	0.08	± 0.13		
Final	0.22	± 0.15	0.16	± 0.21	†0.81	0.26	± 0.21	0.16	± 0.16	†0.73	
\bar{x} %	244.8	± 302.9	274.8	± 472.3		386.3	± 576.3	321.0	± 498.6		

 \bar{x} = media

P = Valor estadístico

Sd = desviación estándar

* = significancia estadística (p < 0.05)

 \bar{x} % = media del porcentaje de ganancia

† = no significancia estadística (p > 0.05)

un total de 27 repeticiones por sesión, repartidas en 3 series de 3 extensiones de rodilla a velocidades angulares de 90°/seg, 120°/seg y 150°/seg. El grupo que no recibió ejercicio, se ingresó en un programa educacional que consistió en 4 pláticas impartidas por un reumatólogo acerca de la enfermedad, la proyección de un video acerca de la protección articular y técnicas de autocuidado en la osteoartritis, así como asesoría nutricional y psicológica. Se compararon los cambios en las

escalas funcionales de WOMAC y MOS, así como el torque en extensión a velocidades angulares de 90°/seg y 120°/seg a las 8 y 12 semanas de iniciado el tratamiento. Encontraron mejoría significativa en el dolor y la funcionalidad con ambos programas. Sin ser su objetivo principal, Maurer evaluó el parámetro isocinético de torque a velocidades angulares de 90°/seg y 120°/seg, esta última sin ser la velocidad idónea para analizar esta variable, encontrando mejoría significativa en

ambos grupos de estudio a las 8 semanas, siendo mayor en el de ejercicio isocinético sin ser significativa, manteniéndose la mejoría hasta las 12 semanas en el grupo isocinético, en donde el grupo de programa educacional tiene un retroceso en el valor medido. Nosotros al igual que Maurer y colaboradores, estudiamos pacientes con osteoartritis de rodilla; a diferencia de él nosotros comparamos 2 tipos de ejercicio (isotónico e isocinético), medimos las variables isocinéticas de torque a velocidad angular de 90°/seg, trabajo, potencia y fatiga a 180°/seg en los músculos flexores y extensores de ambas rodillas, mientras que Maurer estudió los cambios en relación a funcionalidad y dolor; nosotros encontramos que el ejercicio isocinético y el ejercicio isotónico producen cambios significativos en todos los parámetros isocinéticos evaluados sin haber diferencia significativa entre ambos programas de ejercicio; mientras que el estudio de Maurer concluye que hubo mejoría en el dolor y la función en ambos grupos de estudio en relación a los parámetros isocinéticos evaluados, nosotros encontramos mejoría significativa a las 6 semanas, a diferencia de Maurer que lo hizo a las 8 semanas.

Huang y colaboradores¹⁶ en el 2003 estudiaron 132 pacientes de entre 45 y 77 años de edad con diagnóstico de osteoartritis de rodilla grado II de Altman, con la finalidad de ver el efecto terapéutico de diferentes tipos de ejercicio de fortalecimiento en el dolor, la funcionalidad (índice de Lequesne y la velocidad de la marcha) y el pico de torque en extensión y flexión de rodilla a velocidades angulares de 60°/seg y 180°/seg en dinamómetro isocinético Kin-Com 505; los pacientes se dividieron en 4 grupos de 33 pacientes cada uno, el grupo I recibió ejercicio isocinético, el II ejercicio isotónico, el III ejercicio isométrico y el grupo IV fue control; la carga de trabajo fue de 3 sesiones por semana durante 8 semanas, seguido de un programa de ejercicio en casa durante 1 año. Encontraron una mejoría significativa ($p < 0.05$) a las 8 semanas en el dolor y la funcionalidad (índice de Lequesne y velocidad de la marcha) en los 3 programas de ejercicio, no así en el grupo control; al comparar los diferentes programas de ejercicio el grupo de ejercicio isotónico mostró una mejoría significativa ($p < 0.05$) en reducción del dolor, mientras que en relación a la función (índice de Lequesne y velocidad de la marcha) el grupo de ejercicio isocinético fue significativamente mejor ($p < 0.05$) que los otros grupos. En el pico de torque encontraron mejoría significativa ($p < 0.05$) en el grupo de ejercicio isocinético y el grupo de ejercicio isotónico a velocidad angular de 60°/seg, sin diferencia significativa entre ambos grupos. Nuestro estudio se semeja al de Huang y cols., ya que comparamos el efecto del ejercicio isocinético *versus* el ejercicio isotónico en 40 pacientes con diagnóstico de gonartrosis, realizamos una valoración isocinética inicial y una posterior a 30 sesiones del programa de ejercicio a velocidades angulares de 90°/seg

y 180°/seg para la musculatura flexora y extensora de ambas rodillas; encontramos una mejoría significativa ($p < 0.05$) a las 6 semanas de tratamiento en el torque máximo a velocidad angular de 90°/seg, en trabajo total, potencia media y fatiga a velocidad angular de 180°/seg en ambos grupos de ejercicio, sin diferencia significativa ($p > 0.05$) entre ellos, coincidiendo con lo reportado¹⁵ por Huang y colaboradores.

Sibel Eyigor¹⁵ en el 2003 estudió a 39 pacientes con diagnóstico de osteoartritis de rodilla bilateral para comparar la eficacia de un programa de ejercicio isocinético *versus* un programa de ejercicio isotónico de resistencia progresiva en la mejoría del dolor y la capacidad funcional, evaluó al inicio el dolor con la escala visual análoga y la funcionalidad con la escala WOMAC, índice Lequesne, tiempo de caminata, escala AIMS2 y cuestionario SF 36; así mismo evaluó parámetros isocinéticos con un aparato Cybex Norm a velocidades angulares de 60°/seg, 90°/seg 120°/seg y 180°/seg; posterior a la evaluación inicial formó 2 grupos de pacientes, a uno se le aplicó un programa de ejercicio isocinético que consistió en ejercicios de flexión y extensión de rodilla en aparato Cybex a velocidades angulares de 60°/seg, 90°/seg 120°/seg y 180°/seg, con 6 repeticiones en cada una, 3 días a la semana durante 6 semanas; y al otro un programa de ejercicio isotónico de resistencia progresiva basado en el método de DeLorme, con una frecuencia de 5 días a la semana durante 6 semanas. Al final encontraron mejoría significativa ($p < 0.05$) en el dolor, la función y los parámetros isocinéticos con ambos programas de ejercicio sin diferencia significativa entre ellos. Al igual que Sibel Eyigor, nosotros estudiamos pacientes con diagnóstico de osteoartritis de rodilla, comparamos el ejercicio isocinético *versus* el ejercicio isotónico y formamos 2 grupos de tratamiento, no evaluamos dolor ni funcionalidad, sólo los parámetros isocinéticos de la musculatura extensora y flexora de ambas rodillas a velocidades angulares 90°/seg y 180°/seg. Aplicamos 2 programas de ejercicio, el grupo de ejercicio isocinético consistió en 30 sesiones en aparato Cybex Kinetron II: las primeras 10 sesiones en posición sentado con caderas y rodillas en 90° de flexión, a una velocidad de 90 cm/s, 1 min de ejercicio por 2 min de descanso para un total de 10 minutos; de la sesión 11 a la 20 en posición semisentado, a una velocidad de 70 cm/s, 1 min de ejercicio por 2 min de descanso y las sesiones 21 a 30 en posición parado, a una velocidad de 50 cm/s, 1 min de ejercicio por 2 min de descanso; el grupo de ejercicio isotónico se llevó a cabo de acuerdo al método de DeLorme con una frecuencia de 5 sesiones por semana para un total de 30 sesiones. Nuestros resultados coinciden con lo publicado por Sibel Eyigor ya que ambos programas mejoran el torque máximo a 90°/seg, trabajo total, potencia media y fatiga a 180°/seg de los músculos flexores y extensores de ambas rodillas en forma significativa ($p < 0.05$), sin diferencia significativa ($p > 0.05$) entre ambos grupos.

CONCLUSIONES

Ambos programas de ejercicio (isocinético e isotónico) mejoran el torque máximo, potencia media, trabajo total y fatiga en los músculos flexores y extensores de rodilla en pacientes con gonartrosis.

No existe diferencia significativa entre los programas de ejercicio isocinético e isotónico para la mejoría de los parámetros isocinéticos en pacientes con gonartrosis.

REFERENCIAS

- Lozano R, Frenk J, González MA. El peso de la enfermedad en adultos mayores, México 1994. *Salud Pública Mex* 1996; 38: 419-429.
- De Pavía E, Larios MG, Briceño G. Manejo de la osteoartritis en medicina familiar y ortopedia. *Archivos en Medicina Familiar* 2005; 7(3): 93-98.
- Messier SP, Loeser RF, Hoover JL, Semble EL, Wise CM. Osteoarthritis of the knee: effects on gait, strength, and flexibility. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73(1): 29-36.
- Stitik TP, Kaplan RJ, Kamen LB, Vo AN, Bitar AA, Shih VC. Rehabilitation of orthopedic and rheumatologic disorders. 2. Osteoarthritis assessment, treatment, and rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86 (3 Suppl 1): S48-55.
- Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Bole G. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 1986; 29: 1039-49.
- Kellegren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1957; 16: 494-502.
- Tan J, Balci N, Sepici V, Gener FA. Isokinetic and isometric strength in osteoarthritis of the knee. A comparative study with healthy women. *Am J Phys Med Rehab* 1995; 74(5): 364-369.
- Chan, Kai-Ming. Isokinetic in rehabilitation. En: Puddu Giancarlo, Giombini Arrigo, Selvanetti Alberto. *Rehabilitation of sports injuries current concepts*. Berlín: Springer, 2001: 194-202.
- Davies GJ. *A compendium of Isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques*. 4th Edition. S & S Publishers.1992. pp 8-15.
- Pipes TV, Wilmore JH. Isokinetic versus isotonic strength training in adult men. *Med Sci Sports* 1975 Winter; 7(4): 262-74.
- Emrani A, Bagheri H, Reza M, Jabal-Ameli M, Reza G, Talebian S. Isokinetic strength and functional status in knee osteoarthritis. *J Phys Ther Sci* 2006; 18(2): 107-114.
- Philadelphia panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for knee pain. *Physical Therapy* 2001; 81(10): 1675-1694.
- Sisto SA, Malanga G. Osteoarthritis and therapeutic exercise. *Am J Phys Med Rehab* 2006; 85 (Suppl): S69-S78.
- Maurer BT, Stern AG, Kinossian B, Cook KD, Schumacher HR Jr. Osteoarthritis of the knee: isokinetic quadriceps exercise versus an educational intervention. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 1293-1299.
- Eyigor S. A comparison of muscle training methods in patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol* (2004) 23: 109-115.
- Huang MH, Lin YS, Yang RC, Lee CL. A comparison of various therapeutic exercises on the functional status of patients with knee osteoarthritis. *Seminars in Arthritis and Rheumatism* 2003; 32(6): 398-406.

Dirección para correspondencia:
 Dr. Héctor Gerardo Delgado Virgen
 Av. Constitución S/N.
 Esq. con Av. Félix U. Gómez, Centro.
 67194. Monterrey, Nuevo León, México.
 Teléfono (81) 81 50 31 32 Ext. 41593.
 Domicilio particular: Juan Rulfo Núm. 210
 Colonia Jardines Vista Hermosa
 28017 Colima, Colima, México
 Teléfono (312) 31 4 28 37

www.medigraphic.org.mx