

GENERALIDADES SOBRE LA DINAMOMETRÍA ISOCINÉTICA

Ignacio Martínez González-Moro

Especialista en Medicina del Deporte. Profesor Titular de Fisioterapia

INTRODUCCIÓN

La dinamometría isocinética es la técnica que estudia la fuerza muscular ejercida dinámicamente, en un rango de movimiento determinado y a una velocidad constante y programable.

Los avances técnicos e informáticos de los últimos años han permitido diseñar aparatos que brindan una información cada vez más precisa, fiable y manejable, por lo que estamos asistiendo a un aumento del número de prestaciones y de dinamómetros isocinéticos instalados en nuestro país, que a su vez incide sobre el número de investigaciones realizadas con los mismos.

La mayor ventaja de los dinamómetros modernos es la posibilidad de objetivar, en una gráfica, las curvas de fuerza/arco de movimiento y relacionar los diferentes valores obtenidos, entre sí y con los de otras exploraciones; por ello, son un instrumento preciso para la evaluación de la función muscular y valoración articular. La medida de la fuerza muscular es una forma de evaluar la efectividad de los programas de entrenamiento y rehabilitación siendo la dinamometría isocinética un buen método para ello.

Los dinamómetros isocinéticos se han utilizado en la rehabilitación, especialmente de la rodilla, como medio de realizar ejercicios dinámicos, concéntricos y excéntricos, en los que se consigue hacer trabajar todo el potencial de fuerza del músculo, en todos los grados del arco de movimiento.

El ejercicio isocinético puede ser utilizado para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar una fuerza o momento torsional y como una modalidad de ejercicio para restablecer el nivel de fuerza tras una lesión o, simplemente, como entrenamiento.

Por ello, los isocinéticos tienen dos posibilidades de uso: la primera como una máquina de musculación, sofisticada y versátil, que en manos de fisioterapeutas sirve para ayudar y mejorar la rehabilitación de lesiones articulares. La segunda posibilidad es la de ser un instrumento preciso para la evaluación de la función muscular y valoración articular. Estas dos modalidades tienen aplicación en el deportista y en la rehabilitación de lesiones del aparato locomotor, ya que se ha comprobado que la introducción de ejercicios isocinéticos acorta el tiempo de recuperación de determinadas lesiones y esto es importantísimo en el deporte profesional y que, por otro lado, la identificación de

posibles alteraciones puede servir para la prevención de lesiones y actuación precoz ante alteraciones musculares.

FUNDAMENTOS DE LA ISOCINÉTICA

Como anteriormente se dijo, los ejercicios isocinéticos son los que se realizan a una velocidad constante y programable. En la vida cotidiana y en las actividades físico-deportivas es prácticamente imposible conseguir que la velocidad de ejecución de un movimiento, a través de un eje articular, sea constante, por lo que es necesario un instrumento específico que permita su ejecución.

La resistencia que es capaz de vencer un músculo depende de la fuerza que realice, de su grado de contracción previo y de la posición de la articulación. Al realizar cualquier movimiento, por ejemplo la flexión del codo desde la extensión completa, la fuerza global que puede realizarse va a cambiar según la posición de la articulación, de tal forma que existen unos ángulos más favorables que otros.

Cuando la resistencia a vencer es constante y se pide que el sujeto realice la máxima fuerza que sea capaz, se obtienen distintas velocidades durante el movimiento. En las posiciones de más eficacia el movimiento es más rápido y en las más desfavorables es más lento. Esto da lugar a que a mayor fuerza, mayor velocidad y permite dibujar una curva de velocidad-posición angular.

Al realizar un ejercicio contra-resistencia, a lo largo de un rango de movimiento establecido, se podrá completar todo el movimiento cuando la resistencia sea ligera. Si se va aumentando progresivamente la carga llegaremos a una situación en la que la masa a desplazar supere la fuerza que el músculo es capaz de desarrollar en los ángulos más desfavorables con lo que ya no se podrá mover. Por ello, los ejercicios dinámicos tienen limitada la carga a desplazar por la fuerza máxima que se puede realizar en la zona menos favorable para ejercer fuerza; es decir la máxima carga dinámica depende de la zona más débil del movimiento.

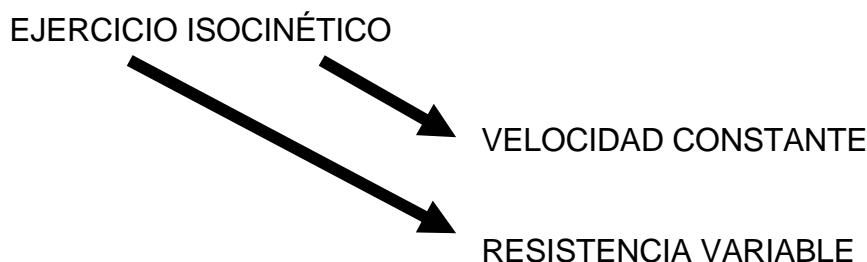
Si queremos que un músculo realice una contracción dinámica con la máxima fuerza de la que sea capaz observamos que existen zonas del rango de movimiento en la que dicho músculo no ejerce todo su potencial de fuerza ya que se encuentra limitado por las zonas más débiles. Para conseguir este objetivo se podría realizar el ejercicio con resistencias variables, de tal forma que en las zonas más favorables estas sean mayores que en las menos favorables. Así el músculo consigue el máximo efecto externo en todo el rango de movimiento.

Para realizar un ejercicio a velocidad constante (isocinético) es necesario oponer una resistencia variable al movimiento que se ejecuta. Esta resistencia será mínima en las zonas del movimiento en la que el músculo es más débil y

mayor cuanto más fuerza se puede realizar. Por ello se dice que la resistencia que aplica el dinamómetro se adapta a la fuerza del sujeto.

Los dinamómetros isocinéticos una vez que se fija la velocidad esta permanece constante, independientemente de la fuerza que realice el sujeto. Cuando el sujeto realice una fuerza que pudiera ocasionar una mayor velocidad que la seleccionada, el dinamómetro aumenta la resistencia para que actúe como freno y se mantenga la velocidad estable. Si se desarrolla menos fuerza que la necesaria para mantener el movimiento a la velocidad establecida, el aparato disminuye la resistencia y “ayuda” a mantener la velocidad.

Asimismo los dinamómetros isocinéticos permiten corregir el efecto de la gravedad, en los movimientos que se hacen a favor de la misma se resta su acción oponiendo una resistencia equivalente al peso del segmento móvil y de los suplementos mecánicos a él unidos y en los movimientos que se hacen en contra de ella se “ayuda” corrigiendo la penalización que supone el desplazar la masa en contra de la gravedad.



Esta propiedad de conseguir una resistencia variable y acomodaticia permite obtener la máxima fuerza para cada posición angular y a la vez es una garantía de seguridad ya que si en algún momento el sujeto deja de hacer fuerza (por dolor o distracción), el dinamómetro deja de oponer resistencia y se evita la aparición de lesiones.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS DINAMÓMETROS ISOCINÉTICOS

Un equipo de dinamometría isocinética lo forman varios componentes (figura 1)

- a) El dinamómetro formado por un brazo de palanca móvil y un dispositivo que actúa como sensor de la fuerza ejercida.
- b) Un asiento regulable que puede adoptar diversas posturas y permite situar al deportista en la posición más adecuada para el ejercicio que va a ejecutar.
- a) Un monitor y un teclado de ordenador con los que se visualizan los resultados, se introduce información al ordenador y se controlan las variables del ejercicio.

- d) Un ordenador con los programas de control del dinamómetro y con los archivos de la información obtenida en cada prueba, incluyendo los datos referentes a la posición de paciente, características del ejercicio y sus resultados.
- e) Soportes y accesorios que permiten adaptar y ajustar el brazo de palanca del dinamómetro a la articulación a estudiar.



PRINCIPIOS GENERALES

La fuerza producida por los músculos del sujeto va a generar un momento torsional, que expresa el producto de la fuerza ejercida por la distancia desde el eje del movimiento (eje de la articulación) al punto de aplicación de la resistencia (colocación del sensor del dinamómetro). Sus unidades en el Sistema Internacional son el Newton-metro.

Para la realización de cualquier ejercicio isocinético, una vez colocado el paciente o deportista sobre la máquina, hay que fijar los siguientes parámetros:

1. El rango de movimiento.
2. La velocidad de trabajo.
3. El tipo de ejercicio (concéntrico o excéntrico).
4. La forma de realización (continua o contracción a contracción).
5. Las características globales del ejercicio (intensidad, repeticiones, pausas, sets, etc.).
6. Otras modalidades

1 El rango del movimiento

Va a depender de tres situaciones:

- a) Si se trata de una evaluación.
- b) Si es un ejercicio de rehabilitación.
- c) Si es un ejercicio de potenciación en un deportista sano.

Cuando se realiza una evaluación el rango se establece en función del protocolo que utilizemos, lo que va a permitir estandarizar las medidas y poder realizar comparaciones y progresar en la investigación y conocimientos.

En la rehabilitación el rango de movimiento se establece en función de las posibilidades del paciente (previamente se realizará una medición de su rango útil), de las limitaciones impuestas por el tratamiento médico o quirúrgico o por la propia patología subyacente.

Para la potenciación muscular en un deportista sano se seleccionara el recorrido según el déficit observado en una evaluación previa o bien se escogerá el rango más específico para el grupo muscular que se quiera entrenar.

El rango de movimiento se establece a partir de una posición fija que se considera como el "grado cero", y a partir de ahí se determina la amplitud.

2 La velocidad de trabajo.

También va a estar condicionada por las tres situaciones anteriores:

- a) Si se trata de una evaluación.
- b) Si es un ejercicio de rehabilitación.
- c) Si es un ejercicio de potenciación en un deportista sano.

En las evaluaciones se suelen utilizar varias velocidades, unas velocidades lentas (hasta 60°/s), intermedias (90 ó 120°/s) y rápidas (180-300°/s), dependiendo de la articulación, grupo muscular, movimiento y protocolo específico.

En la rehabilitación se suele empezar por velocidades rápidas o intermedias que generan menos fuerza muscular y que permiten unos esfuerzos de menor duración. La intensidad del ejercicio se consigue disminuyendo la velocidad (se aumenta el tiempo de trabajo y el número de fibras musculares actuantes).

Para la potenciación específica la velocidad estará en función del objetivo a cumplir y si se busca fuerza explosiva (rápidas) o fuerza resistencia (lentas).

3 El tipo de ejercicio (concéntrico o excéntrico).

Todos los dinamómetros isocinéticos permiten el ejercicio concéntrico y la mayoría de los equipos modernos ambas modalidades.

En las evaluaciones es aconsejable realizar ambos tipos de ejercicio ya que se consigue más información sobre la articulación y los músculos explorados.

El ejercicio concéntrico es el más utilizado en la rehabilitación y entrenamiento, aunque los protocolos más modernos combinan ambas modalidades.

La potenciación con ejercicios excéntricos es más molesta que con ejercicios concéntricos pero consigue una mayor ganancia de fuerza muscular; por ello, se reserva para las fases avanzadas de los ejercicios de rehabilitación.

En los deportistas ya entrenados se puede usar el ejercicio excéntrico para conseguir ganancias más rápidas de fuerza en el marco de programas específicos de entrenamiento.

4 La forma de realización (continua o contracción a contracción).

Las evaluaciones se realizan de ambas formas, según el modelo de dinamómetro y las preferencias del investigador. Todos los dinamómetros permiten el ejercicio continuo pero sólo unos cuantos la modalidad de contracción a contracción también conocida como “overlay” o superpuesta.

Nosotros preferimos la segunda modalidad, ya que consideramos que permite obtener el máximo de fuerza del paciente. Se realiza una contracción y se detiene el dinamómetro se determina si el esfuerzo es superior al anterior y se archiva el mayor, se vuelve a repetir y así sucesivamente hasta conseguir la máxima fuerza.

5 Las características globales del ejercicio (intensidad, repeticiones, pausas, sets, etc.).

Van a depender del objetivo que se persiga y de la fase del tratamiento o entrenamiento en la que nos encontremos.

6 Otras modalidades.

Los dinamómetros isocinéticos también permiten la realización de otras modalidades de ejercicios:

- * Isotónicos cuando se fija la resistencia.
- * Pasivos cuando se produce el movimiento sin la acción del sujeto.
- * Isométricos si se realiza la fuerza sin movimiento, es decir en una posición prefijada.

LA EVALUACIÓN ISOCINÉTICA

El ejercicio isocinético puede ser utilizado para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar una fuerza o momento torsional y como modalidad de ejercicio para restablecer el nivel de fuerza prelesional de un grupo muscular o iniciar un programa de potenciación.

El desarrollo de la Medicina del Deporte, de la Rehabilitación y la Fisioterapia han ido paralelos a la objetivación y cuantificación de los distintos aspectos del rendimiento humano. La medida de la fuerza muscular es una forma de evaluar la efectividad de los programas de rehabilitación y entrenamiento y la dinamometría isocinética es un buen método para ello.

METODOLOGÍA DE LA VALORACIÓN ISOCINÉTICA

La función articular puede evaluarse de dos formas, una de ellas determinando, mediante goniometría, la amplitud o arco de movimiento que se puede realizar (activo o pasivo) en la articulación a explorar. La otra forma de evaluación es cuantificando la fuerza que ejercen los músculos que actúan sobre la articulación en cada uno de los ángulos de dicho arco de movimiento. Cuando esta evaluación se realiza con un dinamómetro isocinético constituye lo que denominamos valoración isocinética articular.

La valoración isocinética permite objetivar el trabajo de los músculos y detectar la aparición de zonas con déficit de fuerza o desencadenantes de dolor.

Para evaluar una articulación se seleccionará el rango de movimiento útil y la velocidad de ejecución. Tras explicar al paciente lo que se va a realizar se harán ejercicios de calentamiento y de familiarización con el aparato.

El paciente realizará tres o cuatro contracciones submáximas y posteriormente se le pedirá el máximo esfuerzo que sea capaz, con la ayuda de las gráficas que nos muestra el monitor seleccionaremos la contracción máxima de cada tipo de movimiento. Si el paciente no rinde el máximo, los datos que obtengamos no serán fiables ni utilizables.

Para que las evaluaciones sean fiables es necesario seguir escrupulosamente unas normas de homogeneidad en cuanto a la posición del paciente, la alineación de los ejes, la colocación de los soportes, la velocidad de ejecución, el rango de movimiento, las órdenes y estímulos para hacer la máxima fuerza y el tiempo de descanso entre contracción y contracción.

Las evaluaciones isocinéticas se realizan de forma comparativa, de tal forma que si conocemos una situación previa del paciente, una segunda exploración nos permite conocer la efectividad de la rehabilitación o el entrenamiento que realiza. Si en una extremidad hay una lesión, podemos compararla con el lado sano. Si un grupo muscular está hiper o atrofiado lo podemos comparar con sus antagonistas. También se compara la fuerza concéntrica con la excéntrica.

Diferencias menores al 10% en las comparaciones de dos datos de la valoración isocinética se consideran como no significativas y cuando difieren más del 20% son altamente significativas, considerándose que existe una causa que produce dicha diferencia. Esta regla es aplicable a las comparaciones bilaterales y a las secuenciales en una misma articulación.

Cuando se realiza una evaluación se estudia en primer lugar la extremidad sana, o la dominante, a velocidad lenta y posteriormente a velocidad rápida.

En condiciones normales se observa que la fuerza excéntrica es superior a la concéntrica en todos los ángulos del rango de movimiento, esto se puede ver fácilmente al superponer las curvas de trabajo concéntrico y excéntrico.

Los cocientes entre agonistas/antagonistas son frecuentemente usados en las valoraciones isocinéticas pero, para que los valores de referencia sean aplicables, se deben ajustar al tipo de contracción (concéntrica/excéntrica) y a la velocidad de ejecución ya que en estudios recientes se ha observado que ambas situaciones influyen de forma distinta en el comportamiento de cada músculo.

Consideramos que los informes de una evaluación isocinética deben expresarse de forma comparativa o porcentual. Los valores absolutos de la fuerza o del momento torsional obtenido en determinado rango de movimiento aportan una información escasa con poca utilidad clínica y deportiva. Mediante los programas informáticos adecuados podemos obtener las siguientes comparaciones que permiten una evaluación precisa.

COMPARACIONES ISOCINÉTICAS	
BILATERAL	SECUENCIAL
CON CURVAS TIPO	GRUPOS ANTAGONISTAS
ENTRE TIPOS DE CONTRACCIÓN	DISTINTAS VELOCIDADES

A) Comparaciones bilaterales.

Se evalúa la diferencia de fuerza entre el lado dominante y el contralateral. En la figura 1 se muestran las curvas de la valoración isocinética del cuádriceps derecho con el izquierdo, tanto en su forma concéntrica como excéntrica.

B) Comparaciones secuenciales.

Al realizarse en dos épocas o situaciones distintas permiten objetivar la evolución de los programas de entrenamiento o rehabilitación. Conociendo el estado muscular del atleta y su evolución a lo largo de su vida deportiva se podría sospechar el momento en el que, al desviarse de la normalidad, pueden aparecer lesiones.

C) Comparaciones con curvas “tipo”.

Cuando la curva del momento de fuerza de un grupo muscular no se ajusta al modelo “tipo” debemos pensar las siguientes posibilidades :

- a) No se ha esforzado al máximo.
- b) Existe algo que impide el desarrollo de la máxima fuerza.

Se está tratando de establecer patrones de normalidad y de patologías concretas en las curvas isocinéticas, para algunas situaciones ya se han propuesto curvas típicas y en otras todavía se están estudiando.

Se compara la curva de fuerza/posición angular con la “curva tipo” de ese músculo y movimiento. Observamos diferencias debidas a atrofias, hipertrofias exageradas, secuelas de lesiones o aparición de zonas o arcos dolorosos. La figura 2 presenta un trazado normal para el lado derecho y una curva “atípica” para el izquierdo.

Como test de fuerza las curvas de los estudios con isocinéticos permiten al entrenador observar cómo se comporta todo el músculo a lo largo del arco de movimiento y detectar zonas de “debilidad”, para poder ser entrenadas posteriormente de una forma específica y cuantificar las ganancias de fuerza entre distintas fases del entrenamiento.

D) Comparaciones entre grupos musculares antagonistas.

Sirve para detectar desequilibrios musculares. Entendemos por balance muscular la relación existente entre dos músculos o grupos musculares, es decir la fuerza relativa de un grupo muscular con respecto a otro. Este otro grupo puede ser el formado por sus antagonistas o sus homónimos de la otra extremidad.

El balance más estudiado y utilizado en dinamometría isocinética es el de la flexo-extensión de la rodilla y, por tanto, el de los músculos isquiosurales con el cuádriceps, mediante la adopción del cociente flexores/cuádriceps. La comparación del cociente flexores/cuádriceps del lado sano con el lesionado es de gran valor para establecer un punto de referencia y objetivo en el tratamiento.

El problema en esta situación es establecer cuál es la relación normal entre ambos grupos musculares. Los estudios efectuados sobre rodillas sanas, no lesionadas, muestran un rango amplio de valores, y que las relaciones entre dichos grupos musculares cambian según la velocidad de ejecución del movimiento. Así, a 60º/segundo se puede considerar normal una relación flexores cuádriceps de 0.65 (ó 65%), mientras que en esa misma rodilla, evaluada a 180º/segundo se puede obtener una relación del 0.9 en el rendimiento de los isquiosurales, con respecto al cuádriceps. También se debe tener en cuenta que la presencia de un acortamiento de la musculatura isquiosural afecta al cociente F/Q. Con estos datos se plantea que el equilibrio muscular fisiológico no es algo constante sino dinámico y que el desarrollo de la fuerza de estos músculos tiende a igualarse a velocidades altas. Ello obliga a evaluar cada músculo a varias velocidades y comparar los distintos cocientes agonistas/antagonistas.

Desviaciones importantes en los cocientes agonistas/antagonistas son indicativas de patología o de un entrenamiento o rehabilitación mal ejecutados, que tras detectarse obligan a replantear el programa de ejercicios y que con una nueva evaluación comprobar el efecto del nuevo programa.

E) Comparaciones entre el trabajo excéntrico y el concéntrico.

En condiciones normales las curvas de fuerza excéntrica son superiores a las concéntricas, de tal forma que en cada punto del rango de movimiento la fuerza excéntrica ejercida ha de superar a la concéntrica. En la figura 3 se observa una disposición normal de esta relación.

Koutedakis y colaboradores sugieren que el estudio de la relación del momento pico excéntrico/concéntrico del cuádriceps aumenta (por disminuir la fuerza concéntrica) en atletas de elite sobreentrenados y que esta exploración podría utilizarse como herramienta en el diagnóstico del sobreentrenamiento.

F) Comparaciones de la fuerza ejercida a distintas velocidades.

Como norma general aceptamos que al aumentar la velocidad del estudio disminuye la fuerza máxima que pueden generar los músculos. Este principio es evidente en el trabajo concéntrico de la mayoría de los grupos musculares, pero no se mantiene en el trabajo excéntrico en el cual las diferencias entre las fuerzas ejercidas a diferentes velocidades no son significativas.

En los deportistas, lo ideal sería explorar las articulaciones en una posición y velocidad lo más parecidas posible a su gesto deportivo, aunque muchas veces esto no es posible por limitaciones técnicas. Las velocidades alcanzadas durante las actividades deportivas superan la capacidad de movimiento de los dinamómetros isocinéticos, pero a pesar de ello, el ejercicio isocinético es considerado una herramienta útil en la evaluación y rehabilitación de las lesiones deportivas.

Otra posibilidad de evaluación isocinética del deportista es la de cuantificar la resistencia muscular, esto se realiza mediante el denominado índice de fatiga. Hay varias formas de hallarlo, basadas en distintos ejercicios con varias repeticiones máximas de la fuerza y el estudio de los porcentajes de variación de la fuerza entre las primeras y las últimas contracciones.

La evaluación músculo-articular va a permitir aportar datos para ayudar en el diagnóstico y seguimiento de determinadas patologías y lesiones. Podemos considerar que es una técnica de exploración complementaria.

Los dinamómetros también pueden servir como aparatos para realizar el ejercicio físico, como máquinas de musculación, tanto con fines rehabilitadores como para la ganancia de fuerza en deportistas.

INFORMACIÓN QUE APORTAN LAS EVALUACIONES.

Las situaciones que se han propuesto para la evaluación muscular y que proporcionan información sobre el estado de la musculatura y su posible alteración son los siguientes:

- 1) Debilidad general del músculo.
- 2) Zonas de debilidad o atrofia localizada.
- 3) Alteraciones en el cociente agonistas/antagonistas del mismo lado.

- 4) Discrepancias bilaterales.
- 5) Relación trabajo excéntrico/ trabajo concéntrico.
- 6) Relación trabajo concéntrico agonista y trabajo excéntrico antagonista.
- 7) Resistencia del grupo muscular.
- 8) Zonas del recorrido angular en las que aparece la máxima fuerza muscular (pico de fuerza).

Los puntos más estudiados son los que hacen referencia al balance o equilibrio muscular, entendiendo como balance muscular la relación existente entre dos músculos o grupos musculares, es decir la fuerza relativa de un grupo muscular con respecto a otro. Este otro grupo pueden ser sus antagonistas o sus homónimos de la otra extremidad. La deficiencia de un grupo muscular, o su excesivo desarrollo, va a dar lugar a la aparición de un desequilibrio músculo-articular, facilitando la aparición de lesiones.

VARIABLES Y MAGNITUDES FÍSICAS

Las principales variables a tener en cuenta en Dinamometría Isocinética son las siguientes:

VARIABLE	CARACTERÍSTICAS
VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	Velocidades lentas (hasta 60º/s). Velocidades rápidas (mayores a 180º/s).
RANGO DE MOVIMIENTO	Establecido para cada articulación y movimiento. Limitado por la patología específica.
TIPO DE CONTRACCIONES	Concéntrica. Excéntrica.
RITMO DE TRABAJO	Continuo. Sobrepuesto o contracción a contracción.

Las magnitudes físicas empleadas en Dinamometría Isocinética son las siguientes.

FUERZA (newton)	Es el producto de la masa desplazada por la aceleración adquirida. Es lo que realmente hace el músculo.
MOMENTO (newton x metro)	Cuando la fuerza se realiza a lo largo de un eje de rotación. Es el momento torsional e indica el resultado externo.
TRABAJO (Julios)	Es la fuerza ejercida por la distancia de desplazamiento. Es la energía desarrollada. Gráficamente se objetiva como el área bajo la curva del momento.
POTENCIA (vatios)	Es el trabajo producido por el tiempo empleado. Útil en tareas repetitivas.

Las unidades más empleadas en la valoración isocinética son las derivadas del momento torsional, se pueden expresar como el *momento medio* desarrollado en todo el rango de movimiento; el *momento máximo* alcanzado y la *posición angular del recorrido* en que se ejerce el momento máximo. Se puede

estudiar el momento de cada ángulo determinado obteniéndose los *momentos angulares específicos*.

Los momentos o fuerzas realizadas se pueden expresar de forma aislada o relacionando los grupos musculares antagonistas. De esta manera se obtienen los *cocientes flexores/extensores* de la cadera, rodilla, hombro o el *cociente rotadores externos/rotadores internos* del hombro. Esta forma de expresar los resultados nos permite detectar posibles déficit de fuerza y desequilibrios musculares.

Para poder comparar los datos de diversas personas o poblaciones, se deben expresar en función del peso corporal total o del peso muscular dando lugar a la llamada fuerza relativa o momento relativo.

La morfología de las gráficas que representan las curvas de fuerza permiten detectar zonas débiles del recorrido articular, objetivar la aparición de puntos dolorosos, observar dónde aparece el momento máximo y sospechar la simulación de una lesión ya que cada grupo muscular tiene una “*curva tipo*” para cada modalidad de ejercicio (concéntrico y excéntrico).

METODOLOGÍA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE UNA EVALUACIÓN ISOCINÉTICA

Ante unas curvas y datos numéricos de una evaluación isocinética es conveniente mantener un orden para interpretar dichos datos e identificar toda la información que muestran.

Los pasos que sugerimos son los siguientes:

- 1.- Establecer el número de test o pruebas que se están comparando.
- 2.- Identificar en cada uno de los tests el lado al que corresponde, la velocidad a la que se ha ejecutado y el orden en el que se realizaron.
- 3.- Establecer si es una comparación bilateral o de diversos test de la misma extremidad.
- 4.- Indicar, según las unidades de medida, que magnitud se está midiendo (fuerza, momento, trabajo, potencia, etc).
- 5.- Detectar si está comparando una medida puntual (picos de fuerza o fuerza en un ángulo específico) o la media en determinado rango o arco de movimiento.
- 6.- Establecer el porcentaje de variación entre los tests y su significado e importancia.
- 7.- Informar sobre el comportamiento de las curvas fuerza-posición angular, su normalidad y morfología, describiendo las manifestaciones atípicas que muestren.

8.- Realizar, cuando proceda, los cocientes o relaciones entre grupos musculares antagonistas y entre trabajo excéntrico y concéntrico analizando su significado.

CRITERIOS DE NORMALIDAD

Consideramos que una valoración isocinética es normal cuando se cumplen todos y cada uno de los siguientes criterios:

a.- La curva de trabajo excéntrico debe envolver a la del trabajo concéntrico, para un mismo grupo muscular, velocidad de movimiento y rango articular.

b.- La morfología de las curvas deben ser similares a la “tipo”.

c.- Las diferencias bilaterales, o entre dos exploraciones distintas, serán inferiores al 10%.

d.- Los momentos máximos del trabajo concéntrico son menores en las velocidades más altas.

e.- La relación agonistas/antagonistas depende de la velocidad de ejecución, de tal forma que a velocidades más altas las relación tiende a la unidad.

Cuando no se cumpla alguno de estos criterios estamos ante una alteración y hay que establecer la correlación clínico-isocinética para establecer su significado e importancia.

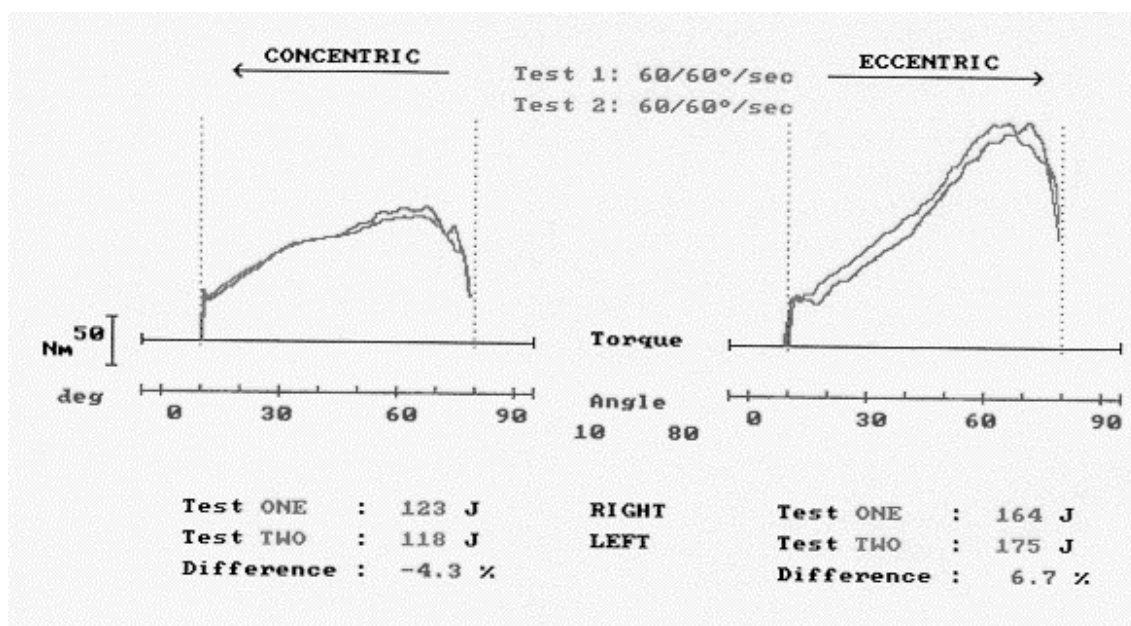


Figura 2 Curvas momento/posición angular con indicación del trabajo global realizado en una valoración isocinética de ambos cuádriceps a 60°/s. Es una valoración normal.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- * Albert M : Eccentric muscle training on sports and orthopaedics. New York : Churchill Livingstone ; 1995.
- * Blas LM, Vazquez C, Martínez I: Valoración isocinética de la musculatura rotadora del hombro. Selección 1998 7(4): 15-23.
- * Chan KM, Maffulli N : Principles and practice of isokinetics in sports medicine and rehabilitation. Honk Kong : Williams and Williams ; 1997.
- * Davis M, Prentice WE: Rehabilitación de la rodilla. En: Prentice WE . Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. Barcelona : Paidotribo ;1997 . p.433-453.
- * Galvez Failde JM, Galvez Hernández JM, Miranda Mayordomo M, Valls Cabrero M, Cámara Anguita R: Isocinéticos en rehabilitación: puesta al día. Selección 1993; 2(2) 77-81.
- * Martínez González-Moro I. Isocinéticos en Medicina del Deporte. Selección 1998. 7(2) 88-94.
- * Martínez González-Moro I. Valoración Clínico-isocinética del aparato locomotor. Universidad de Murcia. 2003.
- * Martín-Gil García, M: Valoración Isocinética de la Fuerza de la Musculatura Isquiosural. Implicaciones de su cordedad. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia 2000.
- * Miranda Mayordomo M, Galvez Failde JM, Cámara Anguita R, Gálvez Hernández JM : Análisis de la relación flexores/cuádriceps en la valoración isocinética. Arch Med Dep 1993; 10 : 427-433.
- * Oman J: La isocinética en la rehabilitación. En: Prentice WE. Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. Barcelona : Paidotribo; 1997 . p.94-126.
- * Perrin DH : Isocinética : Ejercicios y valoración. Barcelona : Bellaterra ; 1994.
- * Valdés M, Molins J, Acebes O, Real C, Aguilar JJ: El ejercicio isocinético: valoración y método de tratamiento. Rehabilitación 1996; 30: 429-435.