



- ◆ Trabajo realizado por la Biblioteca Digital de la Universidad CEU-San Pablo
- ◆ Me comprometo a utilizar esta copia privada sin finalidad lucrativa, para fines de investigación y docencia, de acuerdo con el art. 37 de la M.T.R.L.P.I. (Modificación del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual del 7 julio del 2006)

J.A. Martín Urrialde

Interpretación de las curvas isocinéticas

13

Fisioterapeuta. Madrid

Correspondencia:
J.A. Martín Urrialde.
Coslada 8,4º Dcha.
28028 Madrid.

RESUMEN

Desde hace unos años los equipos isocinéticos se han incorporado al panorama técnico del fisioterapeuta, aportando gráficas para valoración y comprobación del estado del paciente. Presento los principales puntos a considerar al analizar cualquier trabajo isocinético con especial atención a las anomalías detectadas en el mismo, y su valoración, según los principales autores. Por último, una extensa iconografía presenta las más diversas anomalías detectadas a través de tests isocinéticos.

PALABRAS CLAVE

Isocinético; Curva; Análisis; Anomalías.

ABSTRACT

Since few years ago, the isokinetics devices have been incorporated into technical panorama of physical therapist, contributing graphics for evaluation and verification of muscular conditions of patients. I nominate the principal points of view when some isokinetics work is analyzed, with special consideration to abnormalities detected in them, and his valoration according to principal authors. At least, a great iconography present many abnormalities detected on isokinetics tests.

KEY WORDS

Isokinetics; Curve; Analysis; Abnormality.

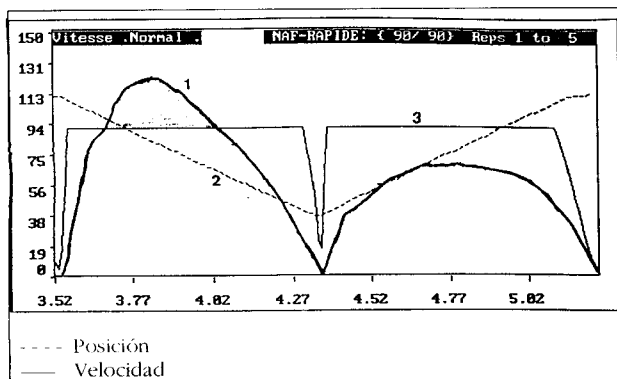


Figura 1. Superposición de gráficas

INTRODUCCIÓN

La existencia de dinamómetros isocinéticos con estaciones de datos informáticas, permiten al fisioterapeuta la realización de pruebas físicas encaminadas al conocimiento de los valores de momento dinámico de un par agonista-antagonista, como expresión de la vieja "fuerza" muscular, término este actualmente en desuso, desde la aparición de estos mecanismos.

Es mundialmente aceptada la validez de los datos obtenidos, siempre y cuando se cumplan unos requisitos de posicionamiento, calibración y fijación del sujeto, existiendo cientos de artículos y publicaciones, sobre todo americanas, que muestran la gran variedad de cifras^(1,8,11).

Sin embargo, será preciso realizar tres advertencias previas, necesarias para evitar la confusión que reina sobre este campo médico.

LAS CURVAS ISOCINÉTICAS NO SON DIAGNÓSTICAS

La curva isocinética es la representación gráfica de un esfuerzo puntual, durante un tiempo determinado y a una velocidad constante, oponiéndose a la resistencia brindada por el aparato, y considerando un eje de giro común. Por tanto, no sería aventurado decir que es la sucesión de momentos de fuerza, y también temporales, que el sujeto realiza durante un ejercicio dado. Su trazado, por tanto, tiene un valor simbólico, pudiendo variar en función de constantes

físicas, anatómicas y mecánicas. La interpretación diagnóstica de una curva solo puede ser aceptada si la misma se hace en el marco del análisis de la anamnesis del sujeto, de la cuantificación de su grado de fatiga, movilidad, torque, etc.

Por otra parte, es usual utilizar dentro del trabajo isocinético y del análisis de sus resultados, ratios comparativas, como el segmento sano/enfermo, relaciones torque/peso, torque/edad y fatiga en el primer y tercer tercio de un ejercicio.

De la interpretación correcta de estos datos, y de su integración en el análisis multidisciplinar del sujeto, debe surgir el valor de una gráfica isocinética. El diagnóstico aislado, por el trazado de una curva, sería un acto de ignorancia, pues anularíamos el valor de otros datos exploratorios objetivos.

En este sentido, Rothstein y Lamb⁽²⁾, centran el valor isocinético en la búsqueda de nuevos datos normativos ante "la falta de una adecuada investigación y la proliferación de terminología inespecífica... (sic).

LAS CURVAS ISOCINÉTICAS NO SON MANIPULABLES

Como expresión gráfica de una serie de momentos cinéticos continuos, las curvas no admiten manipulación externa, siendo veraces reflejos de la actividad motora del sujeto, por lo que a menudo, junto con los datos cuantificables son usadas como pruebas de tipo pericial en procesos judiciales y laborales⁽³⁾.

En este sentido, cada equipo dispone de su software, de una serie de comandos que permiten la limpieza de artefactos de las curvas obtenidas, artefactos por otra parte, que tienen su origen en fenómenos mecánicos, ligados a los brazos de palanca usadas en las pruebas. Ésta sería la única manipulación posible, la cual permite mejorar el aspecto de la curva, con el fin de su análisis.

Una segunda posibilidad de alteración informática, sin traducción posterior sobre los resultados, es referida a la posibilidad de superponer curvas de velocidad, posición o tiempo (Fig. 1); eliminar momentos isométricos en la curva, o añadir textos, eligiendo dentro de cada serie de trabajo, la repetición deseada, con lo cual el análisis es mucho más preciso (Figs. 2 y 3).

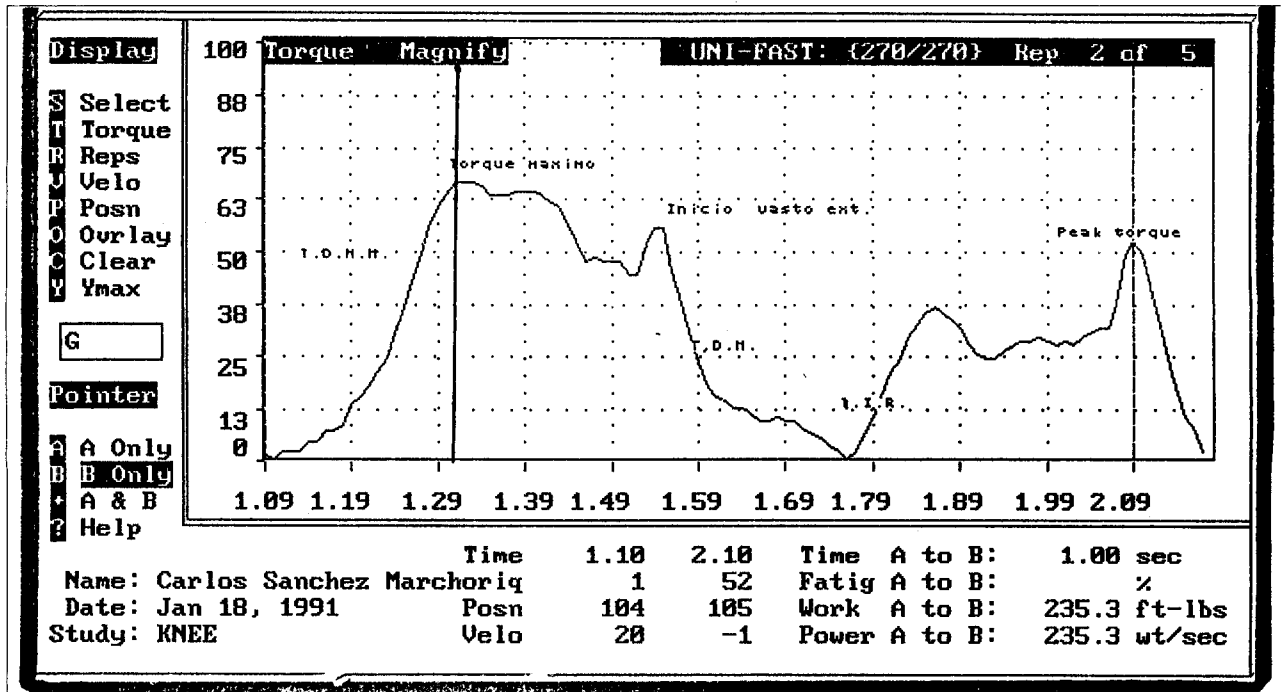


Figura 2.

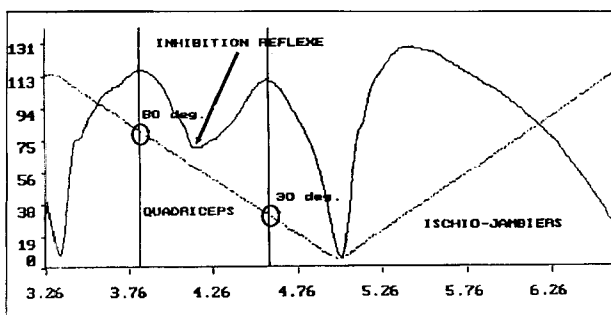


Figura 3. Análisis de una repetición.

LA INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS ES DIVERSA

Actualmente no podemos afirmar que exista unanimidad en el análisis de una curva y sobre todo en sus resultados. De hecho, autores pioneros en el trabajo isocinético como Davies⁽⁴⁾, han revisado varias veces sus obras, con el fin de añadir nuevas interpretaciones. En nuestro continente, autores como Codine⁽⁵⁾; Her-

lant⁽⁶⁾ y Osternig⁽⁷⁾, muestran visiones diferentes de curvas muy similares.

Sin embargo, parece que existe unanimidad en considerar dentro de una curva isocinética varios sectores, con una clara significación fisiológica, relacionada con la fuerza muscular de los grupos agonistas-antagonistas implicados en el movimiento testado, entre dos amplitudes articulares determinadas. Podemos en principio señalar que tenemos dos sectores diferenciados: la curva agonista y la curva antagonista, siendo común que en el eje de abscisas aparezca el valor *torque* (*Momento de fuerza*), y en las ordenadas bien el valor de amplitud articular (ROM = Rango de Movimiento) o el tiempo en segundos (Fig. 4).

En el mercado hay equipos que permiten la superposición de la curva de torque y de la velocidad, para apreciar el tiempo real de contracción isocinética. En efecto, durante toda la contracción muscular registrada, sólo una parte corresponde al momento isocinético, ya que el sujeto debe emplear un tiempo en llegar a la velocidad prefijada, mediante un trabajo isodinámico concéntrico, o excéntrico, según el tipo de prueba, con

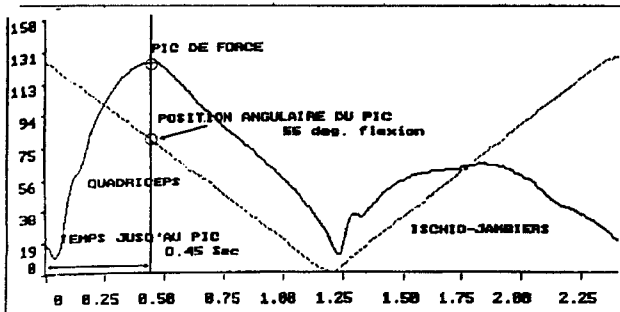


Figura 4. Curva normal.

una velocidad variable, llegando a un punto de velocidad isocinética, al cabo del cual debe iniciar una desaceleración para poder iniciar el trabajo en el patrón antagonista, que deberá seguir un proceso similar al antes citado. Por tanto, las fases crecientes y decrecientes de una curva corresponden a fases dinámicas (isodinámicas, según Voight⁽⁹⁾).

En la práctica diaria, tan sólo sectores del orden del 40% pueden ser considerados isocinéticos dentro de la amplitud total del movimiento. Estos sectores aumentan con sujetos bien entrenados y disminuyen en sujetos en fases precoces de tratamiento o valoración dinamométrica.

Realizados estos puntos previos, será necesario pasar revista a los requisitos que toda curva isocinética debe reunir, para poder ser analizada:

- Superponibilidad
- Selección unitaria dentro del conjunto
- Integración de trazados de velocidad, torque y tiempo.

Superponibilidad de curvas

Una prueba dinamométrica isocinética suele realizarse, tras una correcta calibración del equipo, verificando valores posicionales, gravitacionales y dinámicos; una correcta alineación del eje de movilidad anatómico con el eje de rotación del motor, y una correcta fijación de los segmentos implicados en el movimiento a realizar, para evitar sinergias, y lograr el "aislamiento cinético" del patrón a investigar.

Superados estos prerequisites, el test se desarrolla, por la repetición del movimiento a las velocidades y ROM fijados, en series no inferiores a dos, con un número de repeticiones no inferior a cinco, siendo el

número ideal dos por diez, en cada una de las velocidades elegidas, para posteriormente desechar las peores gráficas, eligiendo aquellas donde los valores de torque, por ejemplo, sean máximos.

De la repetición de una misma anomalía en el trazado de una curva, a lo largo de todas las series y repeticiones, podemos aventurar una alteración de curva, no pudiendo predecir ni su valor ni su significado, sin aislar varias curvas y estudiarlas detenidamente.

Por ello, tras concluir el test, deberemos, si el equipo informático lo permite, proceder a obtener copias duras (gráficas en papel) de las curvas, serie por serie. Posteriormente ambas series superpuestas, y dentro de una misma serie, superponer las distintas repeticiones (Figs. 5 y 6).

Selección unitaria

Dentro de una serie, compuesta de varias repeticiones, será necesario, una vez comprobada la presencia repetida de una misma anomalía, aislar una curva, y analizarla con la ayuda de cursores gráficos que en el punto de intersección con la curva, nos darán información sobre torque, ROM, velocidad, tiempo, fatiga, etc. (Fig. 7). La eliminación de artefactos, de momentos estáticos y de aceleraciones, mediante las operaciones informáticas debidas, nos dará como resultado final, la curva isocinética pura.

Integración de trazados de velocidad, torque, y tiempo

En la figura 1 ya se mostró el valor de la superposición de diferentes gráficas para observar a coincidencia temporo-espacial de cualquier deficiencia de trazado. No es preciso insistir en este aspecto, quizás al menos indicativo de una anomalía, siendo tan sólo de utilidad para corroborar esa coincidencia en la aparición de la anomalía, con un momento temporal y sobre todo con un punto del recorrido articular, dato este de fácil correlación sindrómica, si se conoce la cinemática del movimiento testado.

LA CURVA ISOCINÉTICA ESTÁNDAR O NORMAL

La curva isocinética normal tiene forma parabólica, más o menos regular, según el tipo de trazador usado,

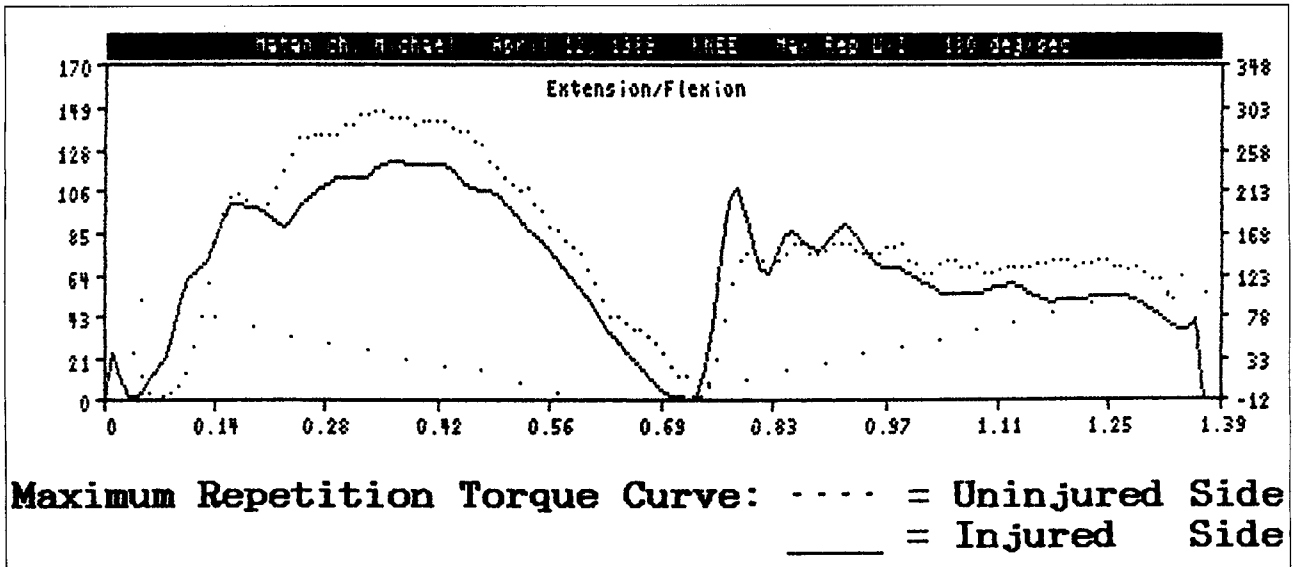


Figura 5. Superposición repeticiones.

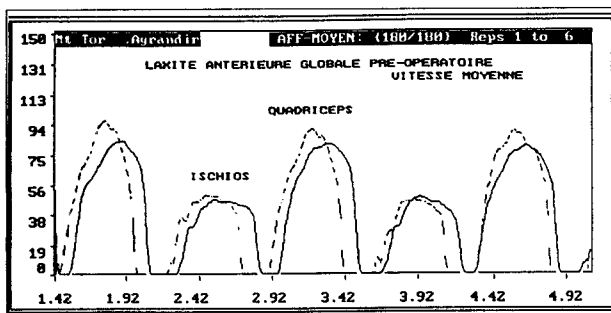


Figura 6. Superposición de series.

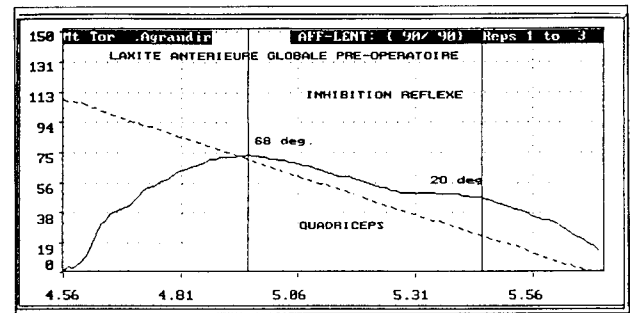


Figura 7. Selección de una curva.

y el registro informático del equipo, con un trazado firme, sin indentaciones, cuya presencia nos orientaría hacia una incapacidad del sujeto, para mantener durante todo el movimiento una contracción máxima.

Algunos equipos nos proporcionan gráficas lineales, sin indexación, y con escalas auxiliares de interpretación, que recogen datos de ROM y torque (Fig. 8), y cuya interpretación, si bien es similar, requiere un adiestramiento más específico.

De cualquier modo, es obvio que la zona incluida dentro de los límites de la curva será la representación gráfica del trabajo muscular, trabajo definido, concreto, a diferencia del contenido en una

gráfica de trabajo isotónico (Figs. 9 y 10). Ésta quizás sea la aportación más didáctica a la hora de entender el valor de un trabajo isocinético, con estas cualidades de exactitud, límite y valor definido, en función de parámetros muy concretos: velocidad, tiempo y movimiento.

Veamos pues, los componentes gráficos de toda curva isocinética normal (Fig. 11):

- Fase ascendente o creciente (TDTM)
- Fase de meseta (M)
- Fase descendente o decreciente (TDF)
- Espacio intercurvas (TIR)
- Punto de máxima fuerza (Peak Torque Point o PTP).

18

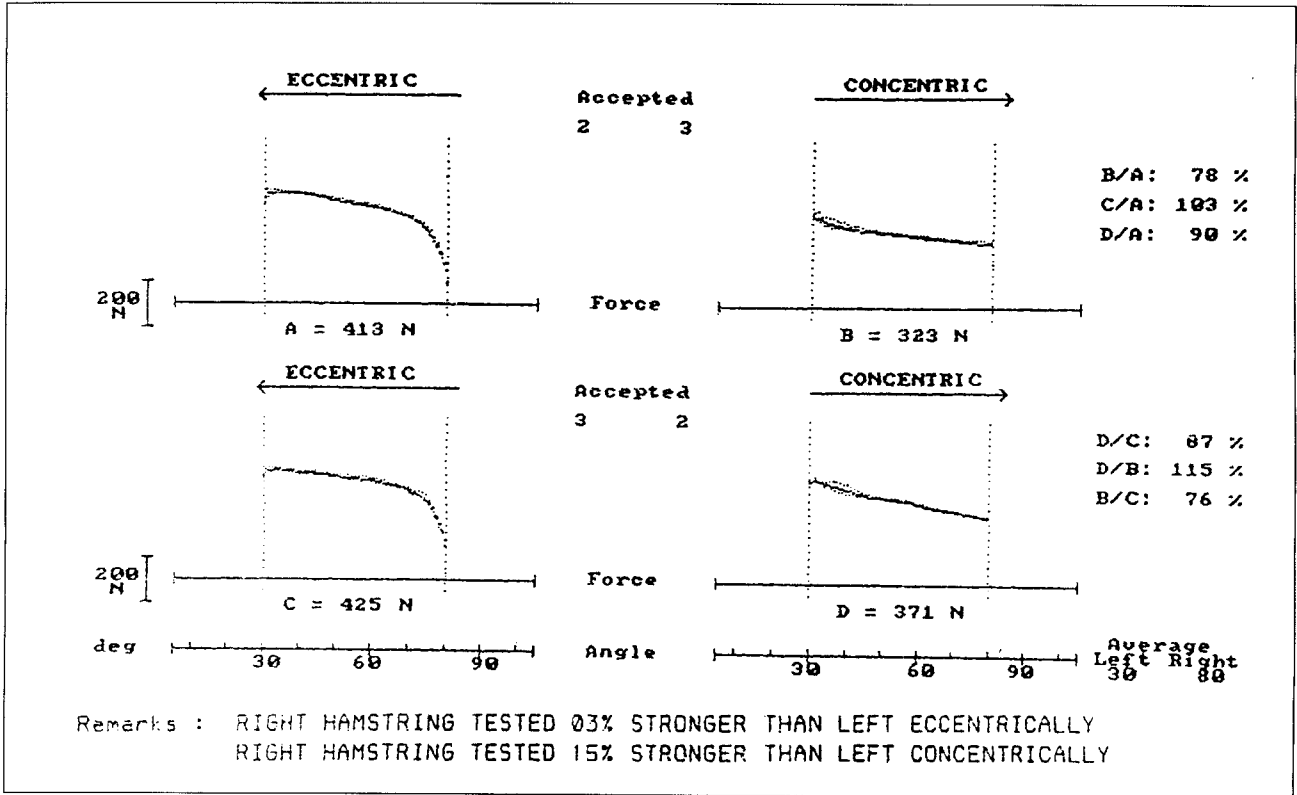


Figura 8. Indexación lineal de una gráfica.

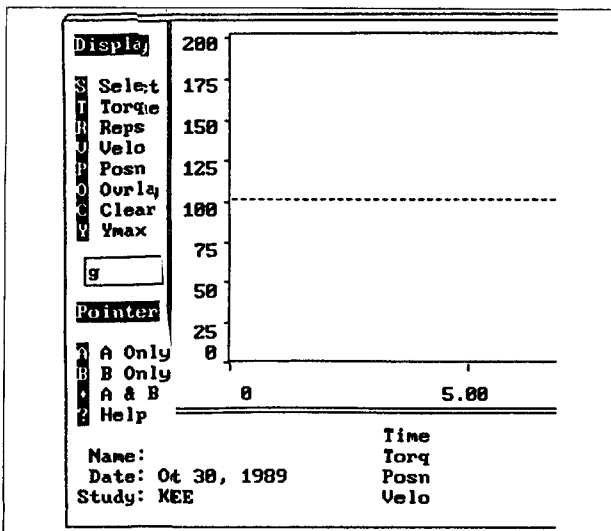


Figura 9. Comparación gráfica del trabajo isotónico e isocinético. Trabajo isotónico.

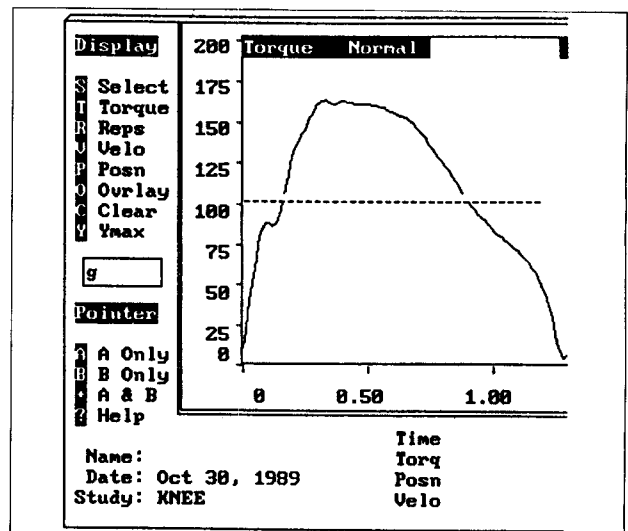


Figura 10. Comparación gráfica del trabajo isotónico e isocinético. Trabajo isocinético.

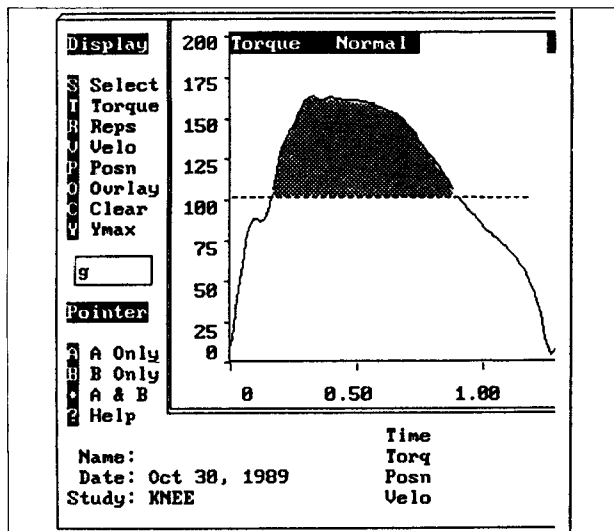


Figura 11. Comparación gráfica del trabajo isotónico e isocinético. Área efectiva del trabajo.

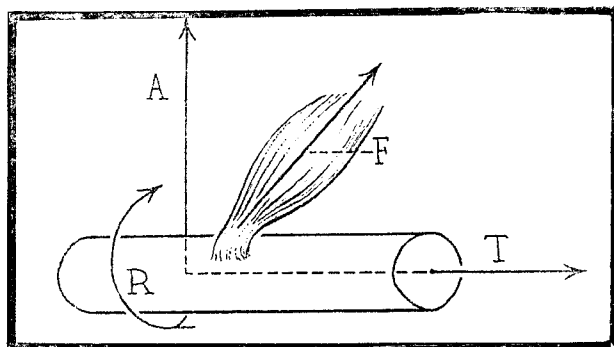


Figura 13. Tensión muscular.

FASE ASCENDENTE O CRECIENTE

- Denominada también, según la terminología:
- Time rate of Tension Development (TRTD)⁽⁴⁾
 - Temps de developement de tension maximale (TDTM)⁽¹⁰⁾
 - Tiempo de torque máximo⁽¹¹⁾.

En todos los casos indica el tiempo transcurrido desde el inicio de la contracción y el momento de máximo torque, entendiendo como tal el máximo valor del momento de fuerzas dinámicas medidas. Siguiendo a Davies⁽⁴⁾, esta zona de la curva es ascendente, orientada en la perpendicular del eje de abscisas, o dentro de un ángulo de 30° (Fig. 12).

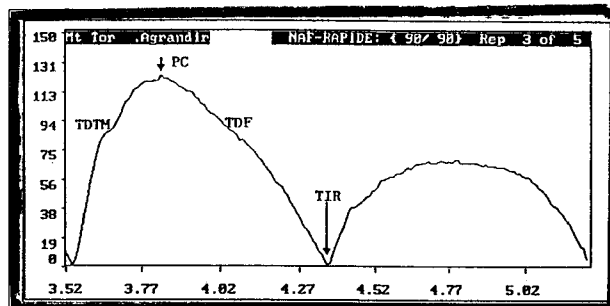


Figura 12. Tiempo inervación recíproca.

Cuanto más perpendicular, menor será el tiempo empleado por el sujeto para llegar al momento máximo, y por tanto más cerca se hallará de su máximo rendimiento, en términos de fuerza explosiva. De hecho, para algunos autores, sería la expresión gráfica de la fuerza explosiva, entendiendo como tal, aquella que con la máxima aceleración, consigue vencer una fuerza dada⁽¹¹⁾.

Sin embargo, será necesario precisar, que el concepto de "tensión", empleado por Davies⁽⁴⁾ y Brub⁽¹⁰⁾ puede inducir a error; si consideramos que la tensión muscular puede ser medida por un equipo isocinético, la tensión muscular, solamente podrá ser medida en laboratorio mediante sensores insertados en la unión mio-tendinosa, ya que su significado es el de una fuerza lineal creada cuando una contracción muscular tracciona sobre la unión mio-tendinosa (Fig. 13).

Por tanto, esta referencia a "tensión" debe hacer mención sobre todo a los factores mecánicos que afectan a la misma, y en concreto al "brazo de palanca" y al punto del ROM, donde el valor es obtenido. Considerando ambos factores, podremos aventurar que nuestro equipo refleja o reproduce una tensión muscular, pero es evidente que jamás un equipo isocinético medirá directamente el valor de la tensión muscular, en términos absolutos.

Por último, dentro de este apartado, señalar que los trazados convexas, son signo de normalidad contráctil, en tanto que los cóncavos indicarán una velocidad lenta para obtener el momento máximo, es decir, un estado de hipotrofia muscular o hipofunción .

FASE DE MESETA

Realmente no podemos hablar de una fase de mese-

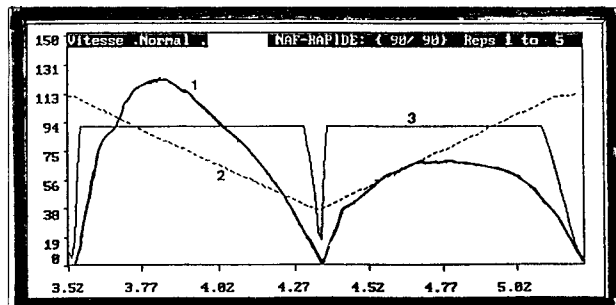


Figura 14. Meseta de la curva.

ta, si como tal entendemos un período de tiempo más o menos largo, en el cual se mantiene una velocidad determinada, en una posición fija, pues esto implicaría aceptar una detención del movimiento (Fig. 14).

Sin embargo, la experiencia aconseja acotar un sector de curva, como sector de máximo rendimiento, dentro del cual encontraremos el PTP o Punto de Máximo de Torque, similar al Punto de Máximo Momento de Fuerza, del cual más adelante hablaré.

Efectivamente, algunos equipos permiten realizar una limpieza informática, de las curvas originales, eliminando de ellas aquellos registros que corresponden a fases estáticas del movimiento, y creando zonas lineales de trabajo isocinético puro, generalmente acotadas por los límites de la gráfica de velocidad superpuesta.

Estas fases de meseta tienen una mayor presencia cuando se trabaja de forma excéntrica que concéntrica, debido quizás al desarrollo de la concentración misma, pues el trabajo excéntrico tiene un "tempo" más lento que la concéntrica, por el mecanismo de reclutamiento de las unidades motrices⁽¹³⁾.

FASE DESCENDENTE O DECRECIENTE

Correspondiente al sector de la curva en el cual el miembro testado se desacelera, y por tanto el momento de fuerza (torque) decrece en valor absoluto (Fig. 12. TDF). Su significado se relaciona con la capacidad del sujeto para mantener la contracción muscular máxima requerida hasta el final del recorrido del patrón agonista, por lo que su trazado normal también es convexo, pudiendo ser indicio de comportamiento anormal cuando esté trazado en cóncavo, o demasiado aplanado.

No existe documentación clínica sobre el valor pronóstico de este sector de la curva, constituyendo la *cara oculta* de la misma, una zona en la cual veremos muchas alteraciones de trazado, en forma de escalones, a los cuales no podremos atribuir ningún valor, si no existe acompañamiento de otros síntomas clínicos objetivos, tales como dolor, chasquidos, etc.

ESPACIOS INTERCURVAS

Está constituido por el tiempo transcurrido entre el cese de actividad muscular por parte del grupo agonista del movimiento y el inicio de la actividad muscular del antagonista, en términos de trazado gráfico (Fig. 12. TIR).

Es común hallar en la bibliografía definido este concepto como:

- Reciprocal Inervation Time (RIT)⁽⁴⁾.
- Temps d'inhibition reciproque (TIR)⁽⁵⁾.

Siguiendo a Watkins⁽¹⁴⁾, podemos distinguir dentro de este sector, dos subsectores:

- *Reciprocal Delay*: corresponde al concepto de Tiempo de Inervación Recíproca.
- *Delay Time*: corresponde al intervalo de tiempo transcurrido entre el inicio de movimiento del segmento testado y la producción de un momento de fuerza registrado por el equipo.

Actualmente es muy controvertida esta subdivisión, toda vez que los equipos, modernos nos permiten realizar una correcta calibración, tomando en cuenta el peso del segmento trabajado, el efecto de la fuerza gravitacional actuante sobre el mismo, y sobre todo la medición directa en el eje de movimiento mecánico.

Por otra parte, este sector tiene validez cuando realizamos pruebas para grupos musculares recíprocos (par agonista-antagonista), careciendo de valor, si los datos de análisis son sólo referidos a un movimiento, como a veces sucede.

En mi experiencia cotidiana es difícil aplicar este concepto de Delay time a los movimientos realizados con un correcto posicionamiento y adecuada calibración, pues por mínimo que sea el desplazamiento del segmento, queda registrado en la pantalla, y por lo tanto se produce una fase ascendente objetivable de la curva, por lo que esta fase solamente podríamos reproducirla cuando el miembro se desplazase bajo la

acción aislada de la gravedad, sin que el sujeto realizase ningún trabajo muscular.

No obstante existe acuerdo en que su duración oscila entre 0,1 y 0,3 seg, siendo menor en los sujetos entrenados y mayor en los sujetos con déficits sensoriales⁽¹⁴⁾.

PUNTO MÁXIMO TORQUE (PTP)

Situado siempre en el punto de inflexión de la curva (Fig. 12 PC), representa el momento de fuerza máximo logrado por el sujeto, siendo su valor variable en función de:

- Velocidad de trabajo⁽¹⁵⁾
- Ángulo de movimiento considerado⁽¹⁶⁾
- Sexo y edad del sujeto⁽¹⁷⁾.

Es el dato de mayor valor en todo el test isocinético, pues será usado tanto como dato comparativo para conocer la evolución clínica del sujeto, como dato estadístico, para confeccionar tablas normativas.

En términos generales, podemos afirmar que existe una relación indirecta entre la velocidad de trabajo y el valor de momento máximo, similar a la existencia entre fuerza-velocidad.

Este momento máximo se suele alcanzar entre los 0,2 y los 0,5 seg, valor en este caso de "tiempo de torque máximo".

En la actualidad muchos equipos permiten analizar automáticamente la relación existente entre el valor de Momento máximo (Peak Torque) y el peso corporal (Body Weight ratio), comparación que en un principio, por razones obvias, se aplicó solamente al estudio de la rodilla y el tobillo, pero en la actualidad, se aplica a todas las articulaciones testadas, pues es el índice de relación con el sexo y la edad⁽¹⁸⁾.

En nuestro país no disponemos de tablas "nacionales", por lo que el trabajo se hace en referencia a tablas normativas anglo-americanas, con las consiguientes variaciones, debido a los distintos morfotipos estudiados.

Por último, el valor de Peak Torque tiene gran valor en el estudio de los test de fatiga, pues es aplicado por Barnes⁽¹⁹⁾, en la determinación de la tasa de fatiga, por el cálculo directo de la disminución del valor de Momento máximo en un 50% de su valor inicial, sobre el número total de repeticiones (análisis de los datos obtenidos en los tests isocinéticos, Martín Urrialde J A, en prensa).

ASPECTOS PATOLÓGICOS DE LAS CURVAS ISOCINÉTICAS

21

Una vez conocidos los principales caracteres de las gráficas obtenidas en las pruebas isocinéticas, haremos una breve revisión de los principales aspectos patológicos, con la precisión de que en este momento no existe unanimidad en la interpretación, y que la misma se basa sobre todo en la repetición de casos similares, por lo que evitarse en todo momento establecer una relación "curva tipo-patología tipo".

También es necesario resaltar que antes de la interpretación de una curva debemos excluir tres factores de distorsión de las mismas:

- 1 *Fijación segmentaria incorrecta del sujeto examinado.*

Si bien los equipos actuales permiten una correcta fijación del sujeto por medio de cinturones ajustables, es necesario repasar previamente la posición del sujeto, verificar la estabilización del segmento suprayacente a la articulación a examinar.

- 2 *Correcta calibración del equipo.*

En párrafos anteriores he mencionado la importancia de este punto, garante de la validez de los datos posteriores obtenidos, calibración que debe realizar al menos al inicio de cada sesión de trabajo diario.

- 3 *Correcta comunicación de las instrucciones al sujeto.*

Como en toda pauta fisioterápica que requiere la colaboración activa y voluntaria del paciente, la correcta transcripción oral de las instrucciones sobre la tarea a realizar es importante. En el caso de un test isocinético, es necesario instruir al sujeto sobre las sensaciones cinestésicas que el trabajo continuo isocinético produce, y aspectos de colocación, ritmo, etc.

Conocidas estas premisas previas, podemos dividir las alteraciones de las curvas en cuatro grandes apartados:

- 1.- Alteraciones de la TDMM
- 2.- Alteraciones de la TDF
- 3.- Alteraciones del TIR
- 4.- Anomalías de trazado.

Alteraciones de la TDMM

Se presentan como aplanamientos del sector conve-xo ascendente de la curva, con inclinaciones sobre el

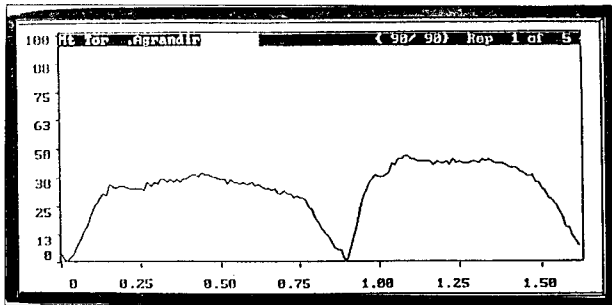


Figura 15. Déficit global cuádriceps: alteración TDMM.

eje de abscisas cercanas a los 20° y aspecto cóncavo muy marcado (Fig. 15).

Representan la falta de “explosividad” de un grupo muscular, para llegar a lograr su momento máximo, en un breve espacio de tiempo,

Su explicación clínica podría ser doble:

- Déficit muscular selectivo de una porción muscular “starter” del movimiento testado, como p. ej.: vasto interno, cabeza larga bíceps braquial, etc., si hallamos la anomalía al principio del movimiento. En este caso hablaríamos de un déficit en un grupo sinérgico, ya que es sabido que la máxima eficacia de este tipo de músculos se da al inicio del movimiento. La anomalía la hallaríamos repetida a cualquier velocidad considerada.
- Déficit de un grupo selectivo de fibras musculares. En este caso la concavidad la hallaremos sobre todo a altas velocidades, donde el esfuerzo requerido para mantenerlo exige un alto grado de trabajo de las fibras tipo II (Fast twitch fibers).

Con esta sencilla diferenciación, tomando como elemento de comparación la velocidad de trabajo, es posible establecer un protocolo de valoración de toda gráfica:

- Examen a la misma velocidad: detección del momento de aparición de la anomalía (tiempo y angulación).
- Examen a distintas velocidades: superposición de las gráficas y reproducibilidad del momento de aparición de la anomalía.

En este momento, son de toda fiabilidad los estudios realizados por Mira⁽²⁰⁾, Davis⁽⁴⁾, Gleim⁽²¹⁾, Watkins^(14,22).

Alteraciones de la TDF

Se consideran anomalías de este sector de la curva,

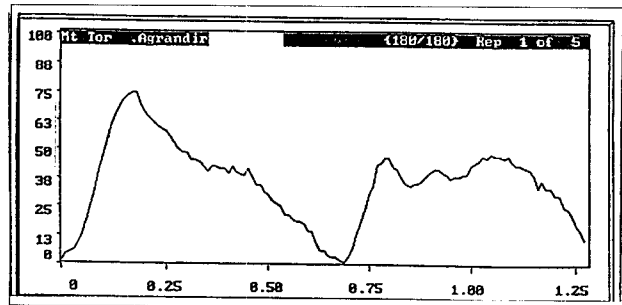


Figura 16. Alteración TDF.

toda aquella aparecida tras el momento de Peak Torque máximo, caracterizado por el aplanamiento de la misma, con disminución del ángulo formado con el eje de abscisas y concavidad pronunciada de la misma (Fig. 16).

Su significado es la incompetencia del músculo considerado para mantener una contracción máxima durante todo el arco de recorrido, por lo que es fácil su observación en tests preliminares a un programa de tratamiento, cuando se aprecia por la exploración física una marcada atrofia muscular.

De esta forma, podemos hallarla en pacientes neurológicos (ACVA), en pacientes ortopédicos (fracturas de fémur proximales) y en pacientes quirúrgicos (lesión del LCA).

Es interesante conocer el punto de vista de Sapega⁽²³⁾, quien considera que este sector de la curva es debido a los efectos de la aceleración y la desaceleración presentes en todos los dinamómetros dinámicos, y en la mayor parte de los pasivos. La aparición de estos artefactos obliga a los constructores a diseñar elementos de seguridad que eviten la distorsión que los mismos producirían sobre los datos obtenidos, mediante:

-Manipulación informática de la señal eléctrica producida en el transductor.

-Manipulación de los datos obtenidos, mediante funciones informáticas como el “windowed” o el “smoothed”.

-Tarando los dispositivos que conectan el miembro con el motor, previo al test a realizar, con pesos “testigo”

-Aplicando “ramping” o fluctuaciones controladas de la velocidad durante intervalos de tiempos pequeños, para compensar los efectos de la aceleración observada.

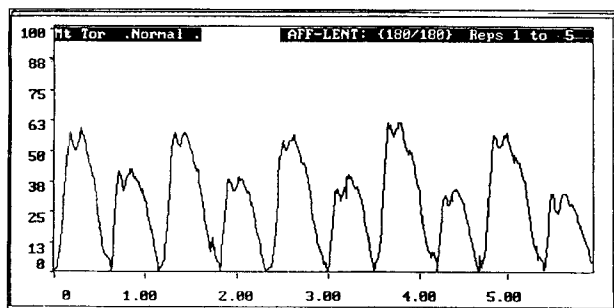


Figura 17. Anomalía de trazado.

Una vez más, los trabajos de Mira, Watkins y Stratford⁽²¹⁾ son de gran valor para conocer algunos ejemplos de aplicación práctica.

Alteraciones del TIR

Hablamos de alteraciones del TIR cuando el espacio comprendido entre el final del trazado agonista, y el inicio del trazado antagonista, es aplanado, con una duración mayor de 0,5 seg.

Presente en todas las patologías neurológicas, pues es por definición un signo de claudicación del comando voluntario, su presencia en patologías de índole traumática, nos indica una alteración en la relación agonista-antagonista, por errores en la regulación propioceptiva de los mismos.

Ha constituido durante mucho tiempo objeto de la mayor controversia científica, hallando opiniones tan encontradas como las de Davies y Rothsein.

Su presencia suele ser constante, sea cual sea la velocidad de trabajo considerada y debo señalar que existe una clara relación entre la motivación del sujeto a realizar el test y la duración de este TIR en proporción indirecta.

Anomalías de trazado

Caracterizados por alteraciones en la continuidad lineal del trazado gráfico, carecen de entidad cuando los mismos son aislados y no superponibles, pero cuando su aparición es concreta y reproducible, por la

superposición de las curvas afectas, su significado es real: zonas de inhibición muscular, por dolor mecánico (Fig. 17).

Por ello, es necesario que reúnan varios requisitos:

-Aparición repetitiva con coincidencia temporo-espacial

-Correspondencia a la velocidad de trabajo: más numerosas a bajas velocidades, donde las tensiones musculares son mayores.

Fue la anomalía más precozmente relacionada con una patología, tras los trabajos de Stratford⁽²⁴⁾, relacionando una imagen de inhibición sobre los 40° de flexión de rodilla, con el síndrome patelo-femoral.

Hoy en día, existen estudios fundados que autorizan a establecer una relación entre imágenes de alteraciones en la flexión de rodilla, dentro del sector 20 a 40°, con cuadros como plica, osteocondritis y lesión meniscal^(4,25).

CONCLUSIONES

El análisis de las curvas isocinéticas merece una actitud metódica y analítica por parte del fisioterapeuta, evitando la generalización, y teniendo en cuenta que la curva no es más que la expresión de un suceso puntual y exacto: la generación de un momento de fuerza máximo, en un punto angular determinado y con una duración concreta.

Solamente su análisis, exento de consideraciones relativas a la historia clínica del paciente, su exploración física, nos conducirá a graves errores de juicio clínico.

De otra parte, el análisis de los datos obtenidos en el test, constituye un complemento inestimable en su interpretación.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Ciencias Morfológicas y Cirugía de la Facultad de Medicina, Universidad de Alcalá de Henares (Dr. L. Gómez Pellico), por las facilidades dadas para el uso de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Althaus P. Force maximale isocinetique des muscles extenseurs du coude. *Ann Kinesither* 1987;**14**(3):103-107.
- 2 Rothstein J. Clinical uses of isokinetics measurements. Critical issues. *Phys Therapy* 1987;**67**(12):1840-1844.
- 3 Porter J. Low back test. Guide to rehabilitation. *Seminario Biodex. 1991*. Comunicación libre. Miami 1991.
- 4 Davis GJ. *A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques*. 3ª ed. 1987. S & S Publishers, Wisconsin.
- 5 Codine Ph. Rééducation des ligamentoplasties: choix d'un protocole. *XIX Journées de Montpellier*. Marzo 1991. Comunicación.
- 6 Herlant M. Isocinétisme. Bases de l'analyse des graphes. Conséquences pour la rééducation. *Ann Readapt Med Phys* 1989;**32**:97-115.
- 7 Osterning LR. Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exer Sport Sci Rev*. Pandolf Ed. New York. pp. 45-80.
- 8 Althaus P. Force maximale isocinetique de muscles extenseurs du coude. *Ann Kinesither* 1987;**14**(3):103-107.
- 9 Voight M. Anterior Cruciate ligament reconstruction. A guide to rehabilitation. *1991 Biodex Seminar*. Miami. Comunicación.
- 10 Brun V. *Mesure de la force musculaire isocinetique. Muscle et reeducation*. Masson, Paris, 1989.
- 11 Martín JA. Equipos isocinéticos y controles fisioterápicos en el deporte. *Fisioterapia* 1991;**13**:31-38.
- 12 Kuznetsov V. *Preparación de fuerza en los deportistas de categorías superiores*. MIR, Moscú 1979, pp. 12-18.
- 13 Watkins MP. Evaluation of isokinetic muscle performance. *Clin Sport Med* 1983;**2**(1):37-53.
- 14 Kerkour K. Force musculaire maximale isocinetique des extenseurs et flechisseurs du genou. *Ann Kinesither* 1987;**14**(6):281-285.
- 15 Brownstein B. Quadriceps torque and integrated electromyography. *JOSPT* 1985;**6**:309-314.
- 16 Murray MP. Strength of isometric and isokinetics contractions. *Phys Ther* 1980;**60**(4):412-419.
- 17 Hislop JH. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther* 1967;**47**:114-116.
- 18 Barnes SW. Isokinetic fatigue curves at different contractile velocities. *Arch Phys Med Rehabil* 1981;62-66.
- 19 Mira AJ. A critical analysis of cuadriceps function after femoral shaft fracture in adults. *J Bone Joint Surg* 1980;**62A**(1):61-67.
- 20 Gleim JW y cols. Isokinetic evaluation following leg injuries. *Phys Sport Med* 1978;74-82.
- 21 Watkins MP, Harris BA. Effect of patellectomy on the function of the cuadriceps and hamstrings. *J Bone Joint Surg* 1983;**65**(3):390-395.
- 22 Sapega A. *Muscle performance evaluation in orthopaedic practice*. University of Pennsylvania. Sports Medicine Center. Weightmann Hall 235, 1990.
- 23 Stratford P. Diagnostic value of knee extension torque tracing in suspected anterior ligament tears. *Phys Ther* 1987;**67**(10):150-153.
- 24 Grace TG, Sweetser ER. Isokinetic muscle imbalance and knee joint injuries. *J Bone Joint Surg* 1984;**66A**(5):734-740.