

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”

**EVALUACIÓN ISOCINÉTICA DE RODILLA EN SUJETOS SANOS.
SERVICIO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN
“DR. RÉGULO CARPIO LÓPEZ”. HOSPITAL CENTRAL
UNIVERSITARIO “DR. ANTONIO MARÍA PINEDA”.
BARQUISIMETO, ESTADO LARA.**

Dr. Alexvic Constantino Nieves Quero.

Barquisimeto, 2013

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS DE LA SALUD
POSTGRADO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN

**EVALUACIÓN ISOCINÉTICA DE RODILLA EN SUJETOS SANOS.
SERVICIO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN
“DR. RÉGULO CARPIO LÓPEZ”. HOSPITAL CENTRAL
UNIVERSITARIO “DR. ANTONIO MARÍA PINEDA”.
BARQUISIMETO, ESTADO LARA.**

Trabajo presentado para optar al título
De Especialista en Medicina Física y Rehabilitación

Autor: Alexvic Constantino Nieves Quero
Tutora: Nercida Reyes

Barquisimeto, 2013

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS DE LA SALUD POSTGRADO
DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN

APROBACIÓN DE TUTORÍA

Quien suscribe, Nercida Reyes, CI: 4.181.739 en mi carácter de tutor del trabajo titulado: EVALUACIÓN ISOCINETICA DE RODILLA EN SUJETOS SANOS. SERVICIO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN “DR. RÉGULO CARPIO LÓPEZ”. HOSPITAL CENTRAL UNIVERSITARIO “DR. ANTONIO MARÍA PINEDA”. BARQUISIMETO, ESTADO LARA, Presentado por el ciudadano Alexvic Nieves. C.I. 16.030.281, para optar al grado de Especialista en Medicina Física y Rehabilitación, considero que dicho trabajo reúne los requisitos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado designado.

En Barquisimeto, a los 10 días del mes de Marzo de 2013.

TUTORA

**EVALUACIÓN ISOCINÉTICA DE RODILLA EN SUJETOS SANOS.
SERVICIO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN
“DR. RÉGULO CARPIO LÓPEZ”. HOSPITAL CENTRAL
UNIVERSITARIO “DR. ANTONIO MARÍA PINEDA”.
BARQUISIMETO, ESTADO LARA.**

Por: Alexvic Constantino Nieves Quero

**Trabajo de Grado
Aprobado**

**Dra. Nercida Reyes
Tutora**

**Dr. Kleber León
Jurado**

**Dr. Régulo Carpio López
Jurado**

Barquisimeto, 02 de Mayo de 2013

AGRADECIMIENTOS

- ∑ A Dios por estar a mi lado en todo lo que hago
- ∑ A mis Padres por su eterno e incansable apoyo
- ∑ A mis hermanas que siempre han estado a mi lado apoyando mi crecimiento
- ∑ A mi tutora la Dra. Nercida Reyes por el compromiso que asumió en orientarme a realizar este trabajo
- ∑ Al personal de FLAI quienes siempre hicieron ameno el día a día de esta investigación
- ∑ A los pacientes que se prestaron para hacer esta investigación.

ÍNDICE

	PÁG
AGRADECIMIENTOS	v
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE GRÁFICOS	x
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO

	PÁG
I EL PROBLEMA	3
Planteamiento del Problema	3
Objetivos	5
Generales	5
Específicos	6
Justificación e Importancia	6
II MARCO TEÓRICO	8
Antecedentes de la Investigación	8
Bases Teóricas	8
Bases Legales	22
III MARCO METODOLÓGICO	23
Tipo de Investigación	23
Población y Muestra	23
Diseño de la Investigación	23
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	25
Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	25

IV	RESULTADOS	26
V	DISCUSIÓN	33
VI	CONCLUSIONES	35
VI	RECOMENDACIONES	36
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
	ANEXOS	40
	A: CONSENTIMIENTO INFORMADO	46
	B: INSTRUMENTO DR RECOLECCIÓN DE DATOS	47
	C: CURRICULUM VITAE DEL AUTOR	48

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Distribución de pacientes sanos según género, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.	27
2	Distribución de pacientes sanos según edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.	28
3	Torque promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.	29
4	Trabajo promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.	30
5	Potencia promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López Hospital Central	31

Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

- 6 Relación de fuerza entre músculos flexores y extensores que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011. 32

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO		PÁGINA
1	Distribución de pacientes sanos según género, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.	27
2	Distribución de pacientes sanos según edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.	28
3	Torque promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.	29
4	Trabajo promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.	30
5	Potencia promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López Hospital Central	31

Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

- 6 Relación de fuerza entre músculos flexores y extensores que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011. 32

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL LISANDRO ALVARADO
DECANATO DE CIENCIAS DE LA SALUD
POSTGRADO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN

**EVALUACIÓN ISOCINÉTICA DE RODILLA EN SUJETOS SANOS.
SERVICIO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN
“DR. RÉGULO CARPIO LÓPEZ”. HOSPITAL CENTRAL
UNIVERSITARIO “DR. ANTONIO MARÍA PINEDA”.
BARQUISIMETO, ESTADO LARA.**

Autor: Alexvic C. Nieves Q.
Tutor: Nercida Reyes.

RESUMEN

Se diseñó la presente investigación descriptiva de corte transversal, con la finalidad de realizar la evaluación isocinética de la rodilla en pacientes del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda” en Barquisimeto Estado Lara. La muestra de tipo no probabilístico intencional quedo conformada por 40 sujetos sin antecedentes patológico de rodilla ni clínica actual de algún padecimiento de rodilla, con edades comprendidas entre 20 y 49 años de edad, entre los meses de Septiembre y Noviembre del 2011 fueron evaluados con el equipo Isocinético Genu 3, a una velocidad angular constante de 60 °/s , considerando como variables de estudio el torque, trabajo, potencia y la relación de fuerza entre los músculos flexores y extensores; al separar la muestra según grupos etarios se evidencio que para el grupo de pacientes con edades comprendidas entre 20 y 29 años se obtuvieron los valores promedios más elevados de torque (67,50 N/m), trabajo (52,6 J), potencia (97,25 W), y una relación de fuerza entre flexores y extensores del 70 %; en contraste el grupo de edad entre 40 y 49 años que obtuvo los valores más bajos para las mismas variables. Los resultados obtenidos son similares a los descritos en la literatura actual por lo que recomendamos el uso de la evaluación isocinética como método diagnóstico para patología de rodilla, así mismo debe continuar el interés por establecer patrones de referencia a fin de incrementar la utilidad de dicha evaluación.

Palabras clave: Ejercicio isocinético, torque, trabajo, potencia, evaluación, rodilla

INTRODUCCIÓN

La Evaluación isocinética constituye un método objetivo para valorar el rendimiento muscular a partir de la determinación de una serie de parámetros que a su vez pueden ser representados mediante gráficas y que nos brindan información sobre el estado funcional de la articulación estudiada, permitiendo emitir un diagnóstico sobre el complejo muscular que interviene en el movimiento de la misma; por lo tanto además de brindar una información diagnóstica inicial, permite en forma progresiva hacer un seguimiento de cómo responde determinado segmento corporal a un protocolo de rehabilitación, más aun por las características propias de los equipos utilizados para la evaluación isocinética estos mismos pueden ser utilizados como parte de los protocolos de rehabilitación.

Para el caso de la articulación de la rodilla que es anatómica y biomecánicamente una de las articulaciones más complejas del organismo y asiento frecuente de múltiples patologías de origen musculoesquelético, determinar en un momento su funcionalidad mediante valores cuantitativos exactos como se hace con el test isocinético permite de entrada tener valores referenciales que a su vez pueden compararse con el miembro no afectado cuando la patología es unilateral y si la lesión es bilateral o el paciente cuenta solo con un miembro puede compararse con valores normales para un sujeto de similares características al estudiado.

Por lo tanto es necesario contar con los valores referenciales para nuestra población, así como con un patrón de evaluación que permita establecer variables normadas para realizar las evaluaciones, de tal manera de hacerla más fiable y servir de punto de referencia cuando se quiera comparar con otros estudios encontrados en la literatura médica, abriendo así un abanico de posibilidades en el campo de investigación valiéndonos del test isocinético.

El objetivo de este proyecto consistió en aplicar un test isocinético para la articulación de rodilla a 40 personas sanas con edades comprendidas entre 20 y 49 años que acudieron al servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Regulo Carpio López” del Hospital Central Universitario de Barquisimeto en el Estado Lara

para obtener valores referenciales que puedan ser utilizados a diarios durante las evaluaciones de otros pacientes permitiendo reducir el número de evaluaciones necesarias y el tiempo empleado en las mismas, lo que se traducirá en una mejor utilización del equipo con un incremento en el número de pacientes tratados, además de plantearse bases para nuevas investigaciones; el proyecto quedo conformado como se detalla a continuación por siete capítulos: Capítulo I, referente al Planteamiento del Problema, Objetivos del estudio y la Justificación del mismo. Capítulo II: Antecedentes de la investigación, Bases teóricas y legales. Capítulo III: Marco Metodológico con detalles de la población y muestra, tipo y diseño de la investigación además de las técnicas utilizadas en la recolección, procesamiento y análisis de los datos. Capítulo IV: Con los resultados. Capítulo V: Discusión. Capítulo VI: Incluye las conclusiones y el Capítulo VII: Contiene las recomendaciones. Finalmente las referencias Bibliográficas consultadas y se anexan los diferentes anexos pertinentes.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema.

La función articular puede ser evaluada de dos formas, la primera de ellas valiéndose de un goniómetro midiendo la amplitud o arco de movimiento que se puede realizar. La otra forma de evaluación se realiza cuantificando la fuerza que ejercen los músculos que actúan sobre la articulación explorada, en cada uno de los ángulos de dicho arco de movimiento, esta se ha realizado a través de los años mediante la exploración física, aunque de forma subjetiva, cualitativa o semicuantitativa, con un test que da un valor numérico a la fuerza muscular generada. Por ejemplo la escala del Medical Research Council que va del grado 0 en el que no hay ninguna contracción visible hasta el grado 5 donde la fuerza muscular es normal; sin embargo para los niveles intermedios no hay forma de discriminar entre ellos, en manos expertas sólo se constatan diferencias del 10 al 15% de fuerza muscular entre una extremidad y la contralateral, así que las variaciones menores pueden pasar inadvertidas. A pesar de sus deficiencias, la exploración física es un método rápido, barato y sencillo que debe formar parte de la valoración inicial del paciente con déficit muscular (Puente, 2001).

En los últimos años surgió la revolución isocinética, caracterizada por la aparición de dinamómetros isocinéticos que permiten una evaluación cualitativa y cuantitativa de la función músculo esquelética, permitiendo además un tratamiento rehabilitador efectivo en los pacientes. (Estévez y otros, 2008). Estos equipos proporcionan determinados parámetros de función mecánica que pueden ser de utilidad diagnóstico o para plantear soluciones que son más adecuadas en la mejora del rendimiento,

porque garantizan que la contracción muscular sea máxima durante todo el ejercicio y para cada grado de movimiento articular, lo que lo diferencian del ejercicio isotónico que son ejercicios que se realizan a una velocidad variable con una resistencia fija, empezando en un extremo de la amplitud de movimiento, el ejercicio isotónico solo permite la resistencia máxima en el punto más débil de la amplitud del movimiento, punto que generalmente se encuentra en el extremo inicial y final de ese movimiento articular (Findley y otros, 2008).

El concepto del ejercicio isocinético fue introducido en la literatura científica en 1967 por Hislop, Perrine, y Thistle y se refiere a un movimiento que se produce a una velocidad angular constante con una resistencia ajustable. Se puede generar una tensión muscular máxima en toda la amplitud del movimiento porque la resistencia varía para acomodarse a la tensión muscular (Prentice, 2001). Los valores obtenidos a través de la evaluación isocinética con equipos han sido descritos por diferentes investigadores. Sin embargo, los diferentes protocolos y equipos han contribuido en la variabilidad de los resultados, las variaciones en los protocolos incluyen las velocidades en las pruebas, el rango de movimiento y el tipo de contracción. (Beimborn y otros, 1988).

La mayor ventaja de los dinamómetros modernos es la posibilidad de objetivar, en una gráfica, los diferentes valores obtenidos como son fuerza, potencia, trabajo además de la relación entre ellos como el caso del cociente entre músculos flexores y extensor (Martínez, 2002) así mismo la fiabilidad, validez y replicabilidad de las medidas han sido demostradas en numerosas ocasiones desde que se desarrolló el concepto y los principios mecánicos del ejercicio muscular isocinético (Feiring, 1990).

A nivel mundial existen variedad de estudios sobre la evaluación isocinética de la rodilla como por ejemplo los estudios de (Calmels, 1997), incluso en Latinoamérica países como Cuba y Colombia con desarrollo importante en la medicina deportiva, han realizado estudios sobre el comportamiento de la articulación de la rodilla y la musculatura asociada mediante la evaluación isocinética en sujetos sanos o con patologías. (Estévez y otros, 2008).

Como parte de las políticas de atención en salud para las personas con discapacidad el ejecutivo nacional se trazó la meta de dotar a los centros de rehabilitación del país con la tecnología más avanzada y llegan a nuestro país en el año 2009 los equipos de evaluación isocinética, un número de 12 en total , y se da inicio a la capacitación del personal para el manejo de los mismos y para mediados del 2009 recibe la capacitación el personal del centro de medicina física rehabilitación Dr. Régulo Carpio López, dando inicio al uso de esta tecnología en la región.

Por lo novedoso para nuestro país de esta tecnología, no se encuentra en la literatura médica trabajos de investigación o textos sobre la evaluación isocinética, por lo cual surge la problemática de establecer un protocolo de evaluación así como determinar los valores poblacionales de referencia en nuestra localidad para las diferentes variables cuantificadas por el equipo.

La exclusividad de contar con este equipo en nuestro centro conlleva a la responsabilidad de hacer el mejor uso del mismo y de aportar a la comunidad médica local, nacional e internacional datos que puedan ser utilizados en la mejoría de los protocolos de rehabilitación.

Objetivos del Estudio.

General

1. Realizar la evaluación isocinética de rodilla en sujetos sanos del centro de medicina física y rehabilitación.

Específicos

1. Determinar mediante el test isocinético el torque de la articulación de la rodilla en sujetos sanos.
2. Determinar mediante el test isocinético el trabajo de la articulación de la rodilla en sujetos sanos.

3. Determinar mediante el test isocinético la potencia de la articulación de la rodilla en sujetos sanos.

4. Determinar mediante el test isocinético la relación de fuerza entre músculos extensores y flexores de la articulación de la rodilla en sujetos sanos.

Justificación e importancia

La fuerza del músculo es vital para mantener la función y estabilidad de la articulación de la rodilla. Su reducción se relaciona con la falta de una debida rehabilitación o con el desuso de la extremidad a consecuencia del dolor. Una buena fuerza del músculo puede compensar parcialmente la inestabilidad (Slocker y otros, 2000) es por ello que valernos de evaluaciones precisas como las que brinda el uso de aparatos isocinéticos nos permite detectar la aparición de zonas con déficit de fuerza o desencadenantes del dolor, facilitando así un buen diagnóstico y dando la oportunidad de comparar cuáles de las patologías articulares cursan con mayor o menor déficit, de igual manera compara en un mismo individuo el comportamiento de la musculatura expuesta a un programa de rehabilitación.

La rehabilitación de la función del músculo es un objetivo importante en las lesiones de rodilla, al igual que antes y después de realizar procedimientos quirúrgicos constituyendo los dinamómetros isocinéticos un seguro método de test neuromuscular, de entrenamiento y rehabilitación (Gapeyeva y otros, 2000).

Dada la posibilidad de contar en nuestro centro de rehabilitación con un equipo isocinético Genu 3, aparato de evaluación mono articular específico para rodilla, es imperioso la necesidad de establecer un protocolo de referencia para evaluar a los pacientes con diferentes patologías neuromusculoesqueléticas en especial aquellos con afectación de la rodilla así mismo determinar los valores referenciales para cada una de las variables establecidas en el equipo.

Contar con valores poblacionales de referencia permitirá además de comparar de manera objetiva con poblaciones de sujetos con patologías de rodilla establecer un patrón de evaluación una vez que se hayan instaurado programas de rehabilitación

con ejercicio isocinético, así mismo será referencia para comparar con sujetos sanos sometidos a trabajos de fuerza extrema como son atletas de diferentes especialidades deportivas. Por todo esto consideramos que establecer una valoración isocinética en sujetos sanos es el primer eslabón de una cadena de estudios encaminados a obtener el mayor provecho de este equipo de última tecnología.

Desde el punto de vista social son cada vez más los pacientes con afecciones de la articulación de la rodilla representando un problema de salud al cual debe hacerle cara el personal médico rehabilitador en especial los residentes del postgrado de medicina física y rehabilitación de la UCLA, quienes están llamados a brindar soluciones en salud además de estar a la cabeza del conocimiento científico aplicando e investigando sobre las tendencias más actuales en cuanto a la tecnología aplicada a las ciencias médicas.

Tomando en cuenta que otras especialidades como traumatología, medicina interna y reumatología habitualmente refieren un número importante de pacientes al servicio de medicina física y rehabilitación para el tratamiento de patologías de rodilla el desarrollo de esta investigación representa una herramienta más de la cual se beneficiaran estas especialidades, así mismo los residentes de las mismas podrán utilizar los resultados obtenidos para el diseño de nuevas investigaciones relacionadas con sus ramas de investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

Durante el siglo XIX se realizaban evaluaciones musculares a través de resistencias manuales, complementadas con observaciones de la postura y de la marcha. A principios del siglo XX, a raíz de los efectos de la Poliomielitis, se desarrollaron métodos estandarizados de evaluación de la fuerza muscular, los que finalmente fueron agrupados como métodos manuales. Un tiempo después, a causa de los sucesos ocurridos durante la Segunda Guerra Mundial, se desarrollaron nuevos métodos de cuantificación más objetiva de la fuerza muscular, con nuevos protocolos, los que fueron agrupados bajo la denominación de métodos mecánicos. Este avance continuó y condicionó la creación de otras formas de evaluación muscular (Véliz, 2000).

El mejoramiento de las técnicas quirúrgicas, el desarrollo de la medicina deportiva y la profundización del conocimiento en el área de la fisiología del ejercicio, posibilitaron el desarrollo del concepto de ejercicio isocinético (Véliz, 2000). Es así como en el año 1967, Hislop y Perrine definen el concepto de ejercicio isocinético como “un movimiento producido a una velocidad angular constante con una resistencia que varía para acomodarse a la tensión muscular” (Pocholle, 2001).

Desde entonces, la dinamometría isocinética ha ido integrándose progresivamente en el mundo de la kinesiología y la medicina deportiva, de tal forma que cada vez son más reconocidas sus valiosas cualidades en la evaluación y el tratamiento del músculo esquelético (Slocker de Arce y otros, 2002). Además, los avances de la ingeniería y la computación permitieron desarrollar este método; de esta forma, hoy

en día se disponen de sofisticados aparatos creados para este fin. Transcurrieron casi tres décadas antes de que este tipo de ejercicio estuviera disponible en nuestro medio, fundamentalmente por problemas de costos económicos (Véliz, 2000).

Actualmente, el test isocinético representa uno de los métodos más objetivos de cuantificación de la fuerza muscular humana en condiciones dinámicas, habiéndose demostrado en numerosas publicaciones la fiabilidad, validez y reproducibilidad de las variables obtenidas, por lo que cada vez se utiliza con más frecuencia en la clínica (Feirig y otros, 1990; Wilk y otros, 2000; Slocker de Arce y otros, 2002).

La utilización del test isocinético tiene muchas ventajas. Podemos nombrar, por ejemplo, que al evaluar sólo una articulación por cada prueba y dar la posibilidad de aislar grupos musculares, permite identificar problemas más específicos y, por lo tanto, orientar hacia diagnósticos más específicos. Por otro lado, el protocolo usado para los test es altamente reproducible, siempre que la corrección de la gravedad y la posición del paciente hayan sido debidamente considerados (Pincivero y otros, 1997).

Sin embargo, el test presenta ciertas desventajas, al compararlo con otros métodos, la realización de una prueba isocinética es más cara y lenta. Además, algunos estudios sostienen que los valores obtenidos con esta prueba no pueden correlacionarse significativamente con ejercicios funcionales, debido a que en la máquina isocinética se realizan movimientos sólo en planos puros y no combinados, como los que se utilizan en la vida diaria (Greenberger y otros, 1995).

Descripción General

Las máquinas isocinéticas permiten trabajar según dos modos: concéntrico y excéntrico. En general, el funcionamiento de los aparatos isocinéticos se basa en dos grandes principios:

1. La constancia de la velocidad: se impone una velocidad angular que se mantiene constante durante todo el movimiento.
2. La variación de la resistencia: la resistencia varía y se va adaptando en todos los puntos del movimiento, para ser igualada a la fuerza desarrollada por el músculo, con

el fin de que la velocidad seleccionada se mantenga constante (Chomiki y otros, 1998).

Los aparatos isocinéticos se pueden esquematizar en tres módulos que son: el dinamómetro, los accesorios y el sistema de informática (Anexo A). El dinamómetro asegura la constancia de la velocidad durante el movimiento. La mayoría de los dinamómetros son hechos para permitir la realización de un movimiento articular alrededor de un eje, alineado sobre el eje de rotación. Para hacer coincidir el eje del dinamómetro con el eje del movimiento (eje de la articulación), se ha incluido un goniómetro electrónico. Junto con el dinamómetro se adjuntan ciertos accesorios que permiten optimizar la reproducción de las condiciones del test en el caso de que fuera necesario repetirlo. (Chomiki y otros, 1998).

El sistema de informática sirve para registrar o para buscar un determinado protocolo de evaluación o tratamiento. Al mismo tiempo, permite asegurar la seguridad del sujeto evaluado durante el test, ya que cuenta con elementos que son capaces de interrumpir el curso de la evaluación en caso de que ocurriese algún incidente no deseado. Por otro lado, este sistema también permite corregir la acción de la gravedad. Esta corrección se realiza por adición para los músculos antigravitatorios y por sustracción para los grupos musculares que actuarían a favor de la gravedad (Chomiki y otros, 1998).

Software

El programa de control Test, Ejercicios, Archivos y Utilidades Iso Cine 1.1 está desarrollado en ambiente “Visual Basic 5” y puede funcionar en una computadora de clase “Pentium” con sistema operativo Microsoft Windows 98 o superior. El gestor de archivos es “Microsoft Access” (Anexos B, C y D)

El sistema operativo Windows 98 ofrece la posibilidad de introducir la máquina en una red de tele asistencia a través de la cual es posible efectuar todos los controles y suministrar las rectificaciones del software en tiempo real por un sitio remoto. (TECE, 2005)

Características

Unidad isocinética para la evaluación/rehabilitación de la Función flexo-extensora de los músculos de la rodilla Genu 3. (TECE, 2005)

- a) Espacio operativo mínimo requerido m. 2.00 x 2.70
- b) Velocidad controlada: 40°/s – 400°/s
- c) Regulación independiente y separada para flexión y extensión
- d) Paso mínimo de incremento 1°/s
- e) Arco de movimiento con limitación mecánica: 0°-120°
- f) Paso mínimo de regulación mecánica: 10°
- g) Paso mínimo de regulación electrónica: 1°
- h) Resolución de momento de fuerza: 1 n/m
- i) Resolución goniométrica: 1°.

Evaluación muscular isocinética

A través de la evaluación muscular isocinética se puede determinar el rendimiento muscular, concepto propuesto por Sapaega y que considera tres elementos (Véliz, 2000):

1. **Torque:** Corresponde al momento de fuerza más alto que se desarrolla durante el movimiento. Se expresa en Newton por metro (N/m). Durante la evaluación isocinética, el equipo entrega una curva de momentos de fuerza, que se construye a partir de dos parámetros: posición angular (en el eje horizontal) y torque (en el eje vertical). El punto más alto de esta curva equivale al torque máximo del músculo o grupo muscular evaluado. Existe un tiempo de aceleración en el principio del movimiento y uno de desaceleración al final del movimiento que no corresponden a un trabajo isocinético. De hecho, el principio y el final de la curva no son interpretables (Chomiki y otros 1998).

2. **Trabajo muscular:** Corresponde al área bajo la curva de torque isocinético, depende de la amplitud global del movimiento y del torque generado durante éste. Se expresa en Joules (J).

3. Potencia muscular: Expresada en Watts (W), corresponde al trabajo efectuado por unidad de tiempo.

De estos tres conceptos, el más estudiado es el torque máximo, analizando su comportamiento a distintas velocidades angulares, se relacionan con el peso corporal total, y se analizan las diferencias entre extremidad dominante y no dominante además de relacionar grupos musculares agonistas y antagonistas (Véliz, 2000).

Torque máximo

El torque máximo depende, entre otros factores, del grupo muscular estudiado, de la velocidad del movimiento, del sexo, de la edad y del tipo de actividad del paciente (deportista o no deportista). En efecto, por su carácter estereotipado y repetitivo de ciertos movimientos, la actividad deportiva modificará el valor de los parámetros medidos, en especial la relación agonista-antagonista (Calmels y otros, 1997).

Al observar los valores de torque máximo, se puede apreciar que existe una relación inversa entre torque máximo y velocidad angular. De esta forma, podemos decir que el torque máximo de un grupo muscular evaluado disminuye en la medida que la velocidad angular aumenta. Por lo tanto, se hace necesario conocer el comportamiento del torque en distintas velocidades, sin contentarse sólo con una velocidad (Véliz, 2000).

Es importante considerar que el torque máximo expresado como un porcentaje del peso corporal cobra especial interés cuando se evalúa y compara valores de sujetos con gran variabilidad de peso corporal o de distinto somatotipo (Véliz, 2000).

Evaluación isocinética de la rodilla

A nivel de rodilla, estudios han demostrado que el valor de los parámetros medidos son mayores en sujetos de sexo masculino (Calmels y otros, 1997; Nedler y otros, 1999) y que, a la vez, el valor de estas mediciones va disminuyendo a medida que la edad aumenta (Bellew y otros, 1998).

Estudios hechos en jugadores de fútbol (13-30 años), sobre los valores de torque máximo para rodilla y la relación agonista-antagonista, han demostrado que los resultados de los parámetros varían en función de la constancia e intensidad del entrenamiento (Calmels y otros, 1997). Otros estudios realizados en personas no

deportistas con edades entre 17 y 80 años han demostrado una disminución del torque máximo en función de la edad (Nedler y otros, 1999).

La relación del grupo flexo-extensor de rodilla ha sido ampliamente estudiada y no ha mostrado una predominancia clara del grupo extensor o flexor, ya sea en acción estática o dinámica. Se piensa que existe una directa relación con la diferencia de áreas que existe entre los componentes del cuádriceps (extensor) y los isquiotibiales (flexores). Se sabe que la fuerza que puede ejercer el tejido muscular es directamente proporcional al área de sección transversal fisiológica de las fibras que lo componen y, por lo tanto, ésta es una de las razones que generaría las diferencias de torque. (Véliz, 2000).

A pesar de ser un aspecto ampliamente tratado en la literatura, la definición y la determinación de lado dominante en los miembros inferiores no presenta un acuerdo unánime entre los autores. Existen estudios que no reportan diferencias significativas en el desarrollo del torque máximo en los músculos flexo-extensores de la rodilla entre los denominados miembro dominante y no dominante. Sin embargo, otros trabajos sí demostraron una generación de torque mayor en el lado dominante (Slocker de Arce y otros, 2002).

Riesgos relacionados con la utilización de los aparatos isocinéticos.

1. Efectos Adversos:

Muy pocos artículos describen accidentes causados por la utilización de aparatos isocinéticos. En general, para la evaluación isocinética de la rodilla, se describen en la literatura los siguientes efectos adversos:

- (a) Lesión meniscal
- (b) Lesión rotuliana: dolor, subluxación, síndrome femoro-patelar
- (c) Lesiones musculotendinosas: rotura de tendón rotuliano, desgarró muscular de isquiotibiales o de recto anterior del cuádriceps. (ANAES, 2002).

2. Contraindicaciones para la realización de una prueba isocinética:

Las contraindicaciones en la utilización de un aparato isocinético pueden estar ligadas a la patología articular que motiva la evaluación, o a una patología concomitante que puede ser agravada por el esfuerzo realizado por el paciente durante la medición. Algunas contraindicaciones deben ser evaluadas caso a caso, siempre en función de la sintomatología del paciente y de su gravedad.

Según una publicación hecha por la ANAES (Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé), las contraindicaciones para realizar un test isocinético se pueden clasificar en relativas y absolutas. Dentro de las relativas tenemos: dolor invalidante, hidrartrosis importante o recidivante, lesión reciente de ligamentos, epilepsia, lesión cutánea, incontinencia urinaria de esfuerzo, evisceración, obesidad. En cuanto a las absolutas, encontramos: procesos patológicos evolutivos, fracturas no consolidadas, patología cardiovascular no controlada (angina, HTA) con contraindicación total de esfuerzo. Se debe tener precaución, y supervisar en forma constante a una persona que presente: dolor, rango de movimiento severamente limitado, artritis reumatoidea o una intervención quirúrgica reciente (ANAES, 2002).

Anatomía de la rodilla

La rodilla es una trocleoartrosis formada por 2 compartimentos articulares, como son la Articulación Fémoro-tibial (tanto interna como externa) y la articulación Fémoro-Patelar. Los cóndilos son convexos tanto en sentido anteroposterior como lateral. Entre ellos son divergentes en sentido posterior estando separados por una escotadura o surco, llamado surco intercondíleo. (Véliz, 2000).

El platillo tibial interno es cóncavo mientras que el externo es convexo en sentido anteroposterior y entre ambos se encuentran las espinas tibiales anterointerna y posteroexterna en las que se insertan los ligamentos cruzados. Entre los cóndilos femorales y los platillos tibiales se encuentran los meniscos, el interno en forma de C y el externo en forma de O con inserción capsular más laxa y un hiato para el paso del tendón poplíteo, por su morfología y tipo de inserción se lesiona más frecuentemente

el menisco interno y las lesiones del externo son mejor toleradas. (Mow y otros, 1997).

Los Meniscos

Los meniscos son dos fibrocartílagos semilunares interpuestos entre los cóndilos femorales y los platillos tibiales. Mejoran la congruencia de la superficie articular. Aparecen muy pronto en la vida fetal, en torno a la octava semana. La superficie de platillo tibial cubierta por menisco es de 51 a 71% en el lado interno y del 75 al 93% en el externo. (Véliz, 2000).

En el feto los meniscos son muy celulares y están muy vascularizados; después del nacimiento van perdiendo celularidad y vascularización del centro hacia la periferia acompañado de un aumento del colágeno. Con el apoyo las fibras de colágeno se van orientando hasta adquirir su disposición adulta. (Mow y otros, 1997).

Los meniscos tienen una forma de medialuna siendo al corte de morfología triangular de vértice central, con una cara superior cóncava y la inferior plana. El menisco interno tiene unos 3,5 cm de longitud y su cuerno anterior es más estrecho que el posterior. La inserción anterior en la tibia se hace por delante del ligamento cruzado anterior y algunos haces fibrosos se prolongan hasta el cuerno anterior del menisco externo constituyendo el ligamento transverso. La inserción posterior tibial se ancla en el espacio volar al ligamento cruzado posterior. La inserción capsular periférica o ligamento coronario es continua y se refuerza en la porción media por unas fibras que corresponden al fascículo profundo del ligamento colateral interno. El menisco externo es aparentemente más corto que el interno, de anchura constante y mayor que la del interno. Su inserción anterior corresponde a la del interno y la posterior se encuentra algo más anterior. (Cailliet, 2005)

Frecuentemente existe un anclaje suplementario en forma de haz fibroso que une el cuerno posterior del menisco externo al cóndilo interno, bien por delante (ligamento de Humphrey) o por detrás (ligamento de Wrisberg) del ligamento cruzado posterior. El ligamento capsular no es continuo: existe un hiato para el paso del tendón poplíteo. Por otra parte la inserción es más laxa y sin refuerzos. Es evidente por sus anclajes que los meniscos están anatómicamente asociados a la tibia.

Funcionalmente, sin embargo, su posición está ligada a los movimientos de los cóndilos femorales. En flexión se deslizan hacia atrás y en extensión hacia delante. El externo está más libre y se desplaza más al estar situados periféricamente y tener un perfil en cuña, los meniscos sometidos a carga, tienden a ser desplazados periféricamente transformando los esfuerzos en compresión en tensionales a lo largo de los haces de colágeno longitudinales, que se mantienen en cohesión gracias a los fascículos radiales. (Mow y otros, 1997).

Los Ligamentos

El pivot central está Formado por los ligamentos cruzado anterior y cruzado posterior. El ligamento cruzado anterior se inserta en la espina tibial anterointerna y sigue un trayecto hacia atrás arriba y hacia fuera para terminar en la cara interna del cóndilo femoral externo. Tiene como función primordial evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur. El ligamento cruzado posterior se inserta en la espina tibial posteroexterna y sigue un trayecto hacia arriba, delante y adentro para terminar en la cara externa (lateral) del cóndilo femoral interno. Tiene como función primordial evitar el desplazamiento hacia atrás de la tibia respecto al fémur. Ambos ligamentos se entrecruzan entre sí por ello se llaman ligamentos cruzados. (Cailliet, 2005)

El ligamento colateral interno es bifascicular y acintado, va desde el cóndilo femoral interno hasta la cara anterointerna de la tibia. Tiene un fascículo superficial y otro profundo. El ligamento colateral externo es monofascicular y de aspecto cordonal, se dirige desde el cóndilo femoral externo hacia abajo y hacia atrás hasta la parte anteroexterna de la cabeza del peroné. (Mow y otros, 1997).

Músculos Extensores

Músculo cuádriceps, se inserta en la base de la rótula y su cara anterior, al llegar al polo inferior de la rótula se forma el tendón rotuliano y desde aquí se dirige hacia abajo hasta llegar a la tuberosidad anterior de la tibia.

Músculos Flexores

(a) En la cara interna el Semimembranoso .El más posterior e interno de los músculos flexores de la rodilla, lo encontramos por detrás del cóndilo interno.

(b) Músculos de la pata de ganso superficial: La componen el semitendinoso, grácil y sartorio; se insertan por debajo de la tuberosidad tibial interna.

(c) En la cara externa el Tendón del bíceps crural que llega a insertarse en la cabeza del peroné.

(d) Tracto iliotibial o cintilla de Maissiat, que cubre la cara anteroexterna y en inserta en el tubérculo de Gerdy en la tibia. (Cailliet, 2005)

Biomecánica de la rodilla

La biomecánica es una ciencia en desarrollo. Pretende estudiar los efectos de la energía y las fuerzas de los sistemas biológicos mediante la aplicación de las leyes de Newton sobre la mecánica a seres vivos (Mow y otros, 1997). En ciencias ortopédicas su importancia radica en el desarrollo y diseño tanto de reemplazos articulares como de medios de fijación de osteosíntesis. Dentro de la mecánica del movimiento (Josa y otros, 1995) podemos describir el mismo independientemente de las solicitaciones mecánicas que se originan desde él (cinemática) o dependientemente de ellas (cinética). En el caso de la rodilla los conceptos biomecánicos todavía presentan dudas (Bull, 1998). Trataremos de realizar un análisis de los diferentes modelos históricos de la biomecánica de la rodilla presentando primeramente los conceptos básicos sobre la cinética para pasar más detenidamente a la cinemática.

Cinética de la rodilla.

La cinética busca la realización de un modelo sobre el que se aplican determinadas fuerzas y momentos en su superficie, provocan sobre él un movimiento y deformación (Mow y otros, 1997). Con ello se estudian los ejes tanto anatómicos como mecánicos, relacionándolos con los ángulos y fuerzas que actúan en reposo sobre la rodilla. La rodilla sin movimiento está sometida a una serie de fuerzas resultado del mismo peso del cuerpo y de la gravedad movimiento (Josa y otros, 1995), entre ellas destacan:

1. Desviaciones varizantes: Distancia existente entre el eje de gravedad del miembro inferior y el centro de la rodilla medida en milímetros y suele oscilar en

torno a los 45 mm. Esta es la desviación varizante global; del mismo modo se puede definir la desviación varizante intrínseca (entre el eje mecánico del miembro y el centro de la rodilla y la extrínseca (entre la línea de gravedad y el eje mecánico), pero todas denotan una tendencia al desplazamiento en varo de la rodilla de aproximadamente 170° al relacionar los ejes anatómicos fémoro- tibiales en apoyo bipodal.

2. Compresión frontal: Se presenta una resultante (R) de dos fuerzas; el peso corporal y la acción muscular. Esta resultante coincide con las espigas tibiales y su desviación a medial o lateral provocará deformidades artrósicas a expensas de varo o valgo respectivamente.

3. Cizallamiento articular: Corresponde a la fuerza que se produce a través del apoyo de los cóndilos femorales sobre los platillos tibiales. El sobrepasar sus límites provoca lesiones cartilaginosas y meniscales.

4. Cizallamiento frontal: Corresponde a la carga de los cóndilos femorales por la morfología diafisaria del mismo fémur.

5. Cizallamiento sagital: Son los movimientos descritos de rodamiento y deslizamiento que veremos más adelante.

Cinemática de la rodilla

La cinemática es el estudio de las relaciones entre las posiciones, velocidades y aceleraciones de cuerpos rígidos, sin preocuparse de cómo son causados los movimientos, o sea, la cinemática describe la geometría del movimiento (Mow y otros, 1997). A lo largo del tiempo se han presentado distintos modelos de cinemática de la rodilla basándose en la premisa de la descripción de la movilidad articular relativa entre dos cuerpos rígidos unidos por la articulación a estudiar (Bull y otros, 1998; Fisher y otros, 2001). Estos modelos han ido evolucionando desde el movimiento en dos planos (o dos grados de libertad) hasta los más recientes en seis planos (o seis grados de libertad). (Mow y otros, 1997)

Modelo de bisagra

Es el primero en describirse. La movilidad se caracteriza por la rotación sobre un eje único situado entre el miembro fijo; esta rotación es la flexión de la rodilla. El modelo, se basa en sólo dos planos.

Modelo planar o del centroide

Otro de los modelos de 2 grados de libertad establecidos de modo paralelo (Bull y otros 1998) Postula que dos cuerpos en movimiento relativo presentan un punto que no se mueve y que actúa como centro de rotación. Calculado a partir de la bisectriz perpendicular a dos puntos de referencia identificados en radiografías de perfil, en la cual al superponer otra radiografía con variación de la movilidad del fémur, provoca la aparición de dos puntos que al unirlos permite el cálculo de su perpendicular. Si repetimos el proceso podemos dibujar una línea que conecta todos los centros instantáneos de rotación y que se denomina “poloide” o “cardioide” del centro instantáneo de rotación (proubasta y otros, 1997). El modelo permite los movimientos de rodamiento o rotación anteroposterior y de deslizamiento o traslación anteroposterior de predominio posterior con la flexión con el mismo patrón que el poloide, lo que es importante para mantener el punto de contacto de la superficie debajo del centro instantáneo para reducir el deslizamiento (Mow y otros, 1997).

Para cuantificar el movimiento se traza un vector perpendicular a la línea que une el centroide con el punto de contacto Fémoro-tibial y tangente a la tibia; en condiciones normales el desplazamiento articular tiene una dirección coaxial con la interlínea articular, pero con alteraciones de la rodilla el vector representa una distracción o una compresión sobre los platillos tibiales (Proubasta ,1997). A pesar de esto otros problemas se nos plantean con la teoría planar: un alto error de sensibilidad, la dificultad para marcar los puntos de referencia en las Rx laterales y la imposibilidad de representar la movilidad tridimensionalmente. Estos puntos han hecho fracasar el modelo (Bull y otros, 1998).

Mecanismo de unión cruzada de cuatro barras

Este mecanismo de eslabonamiento mecánico de cuatro barras establece dos eslabones óseos (inserciones de los ligamentos cruzados en tibia y fémur unidos por

una línea cada una de ellas) y dos eslabones ligamentosos (Los ligamentos cruzados anterior y posterior). Considera la flexo-extensión en el plano sagital y el rodamiento del fémur sobre la tibia con la flexión al permitirse este último por la tensión isométrica en todas sus fibras de los ligamentos (Mow y otros, 1997). Con ello los cruzados se consideran como una barra rígida con un centro de rotación situado en el punto donde se cruzan (Bull y otros, 1998). El problema es que considerar el ligamento cruzado anterior y el ligamento cruzado posterior como unas estructuras que actúan de modo isométrico durante la flexo-extensión es una simplificación biomecánica poco ajustada a la realidad, ya que los cruzados actúan con fibras en distinta tensión en cada momento no hay tensión en aproximadamente un 40% del ciclo) y no como un todo por ser estructuras espiroideas con fibras enrolladas sobre ellas mismas responsables del acerrojado final del complejo fémur/tibia (Fisher y otros, 2001) .

Otra de las cuestiones a considerar es que la rotación tibial, las traslaciones laterales y la abducción - aducción se ignoran como modelo de dos grados de libertad que se trata. (Mow y otros, 1997).

Modelo De Seis Grado De Libertad.

Problemas como la distinta curvatura de los cóndilos femorales, la elongación de los mismos, la variación del plano sagital con la flexión o la variación en la concavidad-convexidad de los platillos tibiales tratan de resolverse en un nuevo modelo que adopta el movimiento articular en 3 dimensiones con 6 grados de libertad (Smith y otros, 2003). Dentro de él, varias propuestas y variaciones se han presentado siendo de entre todos ellos el sistema helicoidal o “helical” el más difundido. Este modelo helicoidal es el más usado hoy en día para el estudio de la biomecánica de la artroplastia de rodilla. (Mow y otros, 1997).

El movimiento definido según este modelo consiste en la traslación y rotación de dos cuerpos uno en relación del otro, o la traslación de puntos específicos de dos

miembros uno en relación del otro. No se asumen limitaciones entre la movilidad de los dos cuerpos. (Smith y otros, 2003).

Podemos diferenciar 3 desplazamientos rotacionales:

1. Flexo-extensión sobre un eje medio-lateral definido como una línea cuyos orígenes pueden tener varias posibilidades:

a) Línea perpendicular a la inserción proximal del ligamento cruzado posterior y paralela a la línea epicondílea.

b) Línea que pasa entre los orígenes de los ligamentos colaterales medial y lateral

c) Línea que pasa por el centro de los cóndilos femorales. Esta última es la base de la teoría de las dos ruedas (Freeman y otros, 2000).

2. Aducción-abducción sobre un eje anteroposterior en el centro de la rodilla y normalmente conectado con la tibia situado ligeramente posterior al centro del platillo tibial medial para flexiones medias, pero que en caso de flexiones a 0 y 120° pasa justo por el punto medio de la espina tibial.

3. Rotación interna-externa sobre un eje tibial intersección de la línea transepicondilar en el punto medio entre los epicóndilos. De este modo podemos decir que es la bisectriz del ángulo entre las proyecciones de los ángulos femorales en el plano transversal. Esto implica el fenómeno del “lift off” o de despegue de un cóndilo cuando hay abducción o aducción, fenómeno observado en la clínica habitualmente. 3 traslaciones:

(a) Medio-lateral sobre un eje medio lateral que conecta los puntos más distales de los cóndilos femorales.

(b) Antero-posterior sobre un eje antero-posterior con respecto a la tibia. Este movimiento ocurre cuando el fémur se traslada. anteroposteriormente sobre las superficies articulares de la tibia durante la flexo-extensión. Este eje rota con la flexión de la tibia para mantenerse perpendicular al eje longitudinal de la misma, o sea, paralelo a la superficie articular.

(c) Compresión-distracción sobre la longitud proximal-distal de la tibia con una angulación de 2° sobre el eje longitudinal de la tibia.

Bases Legales

El artículo 83 de la constitución Nacional hace énfasis en la obligación que tiene el estado de brindar salud a todos los individuos, así como desarrollar las políticas que mejoren su calidad de vida; además los artículos 103,104 y 108 de la Ley del ejercicio de la medicina son claros en cuanto a los principios éticos de la investigación en seres humanos así como del consentimiento que deben brindar los mismos para dicha práctica. El presente trabajo se fundamenta en las bases legales antes mencionadas porque primeramente se contó con la aprobación por escrito de los participantes del estudio; además los datos obtenidos serán aportados al servicio de medicina física y rehabilitación para garantizar el aprovechamiento de la tecnología isocinética de la cual disponen.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

Se elaboró un estudio de tipo descriptivo transversal realizando la evaluación isocinética de la rodilla en sujetos sanos del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.

Población y Muestra

La población de este estudio fueron todas las personas sanas que hacen vida en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López” del Hospital Central Universitario “Antonio María Pineda”, esto incluye a pacientes, obreros, personal administrativo, personal médico y pasantes de cualquier especialidad de las áreas de la salud.

Para este trabajo se tomó una muestra de base no probabilística intencional compuesta por 40 personas que hacen vida en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López” del Hospital Central Universitario “Antonio María Pineda” cuya edad este comprendida entre 20 y 49 años, y que no tuviesen antecedentes de alguna patología de rodilla.

Diseño de la Investigación

El estudio se realizó previo consentimiento informado por escrito aprobado por la comisión científica del departamento de medicina interna y de la jefatura del servicio

de Medicina Física y Rehabilitación además de la comisión técnica de estudios de postgrado.

Se trató de una investigación descriptiva de corte transversal en pacientes de ambos géneros cuyas edades estaban comprendidas entre 20 y 49 años de edad y que no tuvieran antecedentes de alguna patología de rodilla ni clínica de estar padeciendo de alguna durante la evaluación por lo que se consideraban “sanos” para el estudio de tal forma que se trató de un muestreo intencional, no aleatorio y de orden cronológico según fueron acudiendo al servicio de Medicina Física y Rehabilitación;

Durante 3 meses se procedió a realizar las evaluaciones isocinética en el gimnasio del centro de Medicina Física y Rehabilitación los días martes en horas de la mañana, se entregó a cada participante el consentimiento informado donde se comprometieron a participar en el estudio.

Cada participante realizó un calentamiento previo de 5 minutos en la bicicleta estacionaria posteriormente pasaron al equipo de Evaluación isocinética donde se llenaran los datos correspondientes al nombre del paciente sexo y edad en los diferentes renglones que el software del equipo ofrecía para ello, se seleccionó la velocidad angular más baja que daba el equipo (60°/seg.), así como la modalidad de test luego se ubicaron en posición sedente en la máquina isocinética, se alineo el eje transversal de los cóndilos femorales con el eje del dinamómetro y se aseguraran con cojines y correas a nivel de tronco, hombros y caderas, para evitar compensaciones de otros músculos en la flexo-extensión de rodilla.

Se les mostró el procedimiento de la medición del torque isocinético, con el propósito de que se acostumbraran a la resistencia que ejerce la máquina y la velocidad programada para la evaluación, además de saber hacia dónde se ejercerá la resistencia y conocer el desplazamiento que deberían realizar, para lo cual pudieron ejecutar tres repeticiones previas a comenzar el registro evaluatorio, aprovechando para corregir el efecto gravitatorio a el valor de cero.

Concluido lo anterior, se inició la evaluación isocinética, comenzando siempre por la extremidad inferior derecha. Se les solicitaron cinco contracciones máximas de cuádriceps e isquiotibiales en una amplitud entre los 0 y 90° de flexión de rodilla

(punto inicial) hasta la extensión completa y luego la flexión de rodilla desde la extensión completa hasta el punto inicial. Esto se repitió en la extremidad inferior izquierda.

Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos

Una vez concluidas las cinco repeticiones para cada uno de los miembros inferiores, el software del equipo fue capaz de calcular de manera inmediata los valores máximos para torque, potencia y trabajo así como la relación de fuerza flexores y extensores de rodilla dicha información también era expresada en gráficos y se grabaron en una carpeta virtual en la memoria del equipo,

Técnicas de Procesamiento y Análisis de los Datos

Los resultados obtenidos a través del software se tabularon, y se promedió con la obtenida en el miembro contralateral para cada una de las variables cuantificadas, finalmente se vaciaron los datos en el instrumento de recolección de datos; por medio de tablas y gráficos se expresaron los resultados obtenidos en cifras absolutas y porcentuales las cuales se analizaron de forma estadística lo que permitió la formulación de las conclusiones con sus respectivas recomendaciones finales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

A continuación se establecen los hallazgos del estudio dirigido a la evaluación isocinética de pacientes sanos para lo que se consideraron 40 pacientes sanos del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López” del Hospital Central Universitario “Antonio María Pineda” Barquisimeto, Estado Lara de Septiembre a Noviembre 2011.

Los pacientes fueron evaluados utilizando el equipo isocinético y todos los datos obtenidos se expresaron en valores absolutos y valores porcentuales.

Cuadro 1

Distribución de pacientes sanos según género, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Género	N°	%
Femenino	14	35
Masculino	26	65
Total	40	100

Fuente: Datos Propios

De los 40 pacientes, el 65% comprenden al género masculino y el 35% al género femenino.

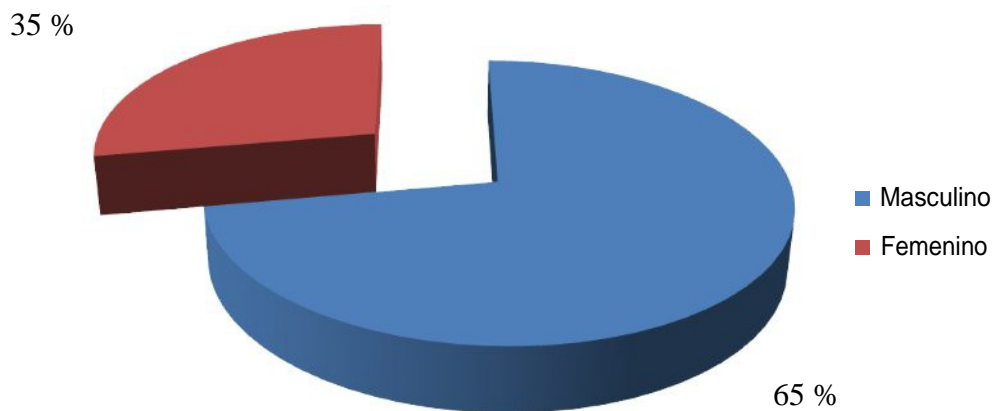


Gráfico 1. Distribución de pacientes sanos según género, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Cuadro 2

Distribución de pacientes sanos según edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Grupo de edad (años)	N°	%
20-29	8	20
30-39	14	35
40-49	18	45
Total	40	100

Fuente: Datos propios

En relación a la edad, se observa un predominio del grupo entre 40 y 49 años con 45% seguido del grupo entre 30 y 39 años con 35% y finalmente el grupo de 20 y 29 años con un 20%

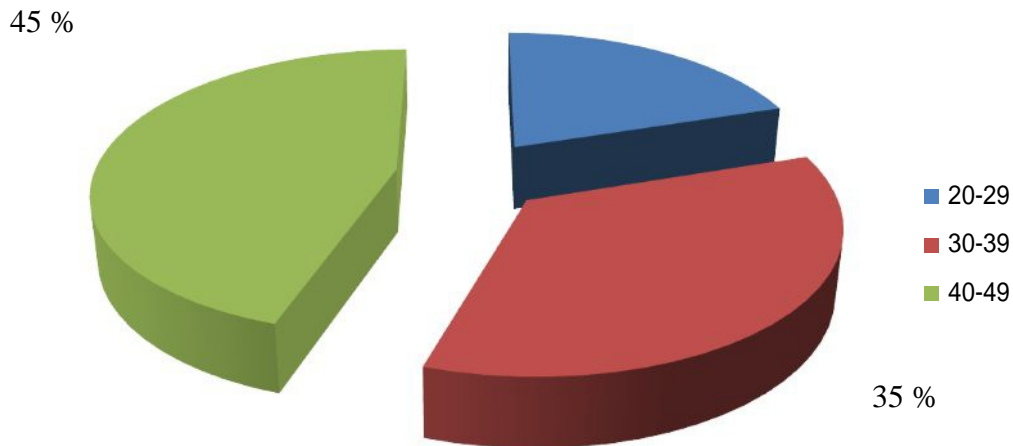


Gráfico 2. Distribución de pacientes sanos según edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Cuadro 3

Torque promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Grupo de edad (años)	Torque (N/m)
20-29	67,50
30-39	64,80
40-49	53,70

Fuente: Datos propios

Con respecto al torque se evidencia que el grupo de edad entre 20 y 29 años mantuvo un predominio con 67,50 (N/m) sobre el grupo de edad entre 30 y 39 años con 64,80 (N/m) y finalmente el grupo entre 40 y 49 años con 53,70 (N/m)

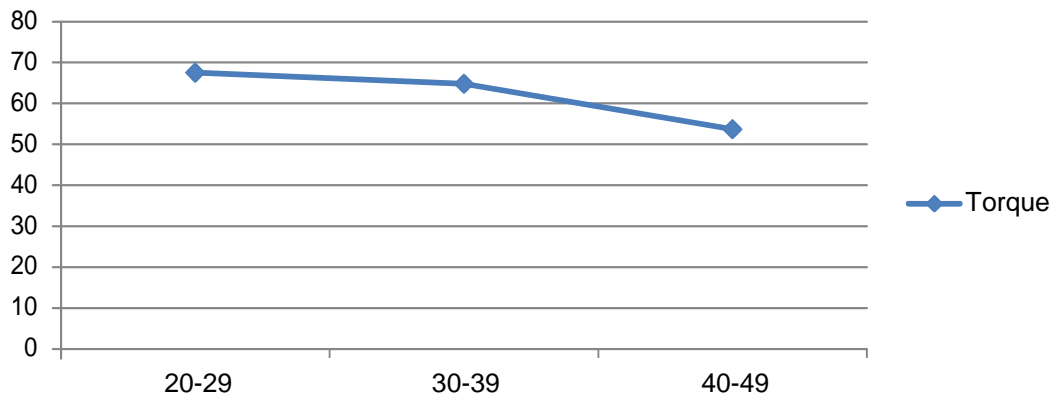


Gráfico 3. Torque promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Cuadro 4

Trabajo promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Grupo de edad (años)	Trabajo (J)
20-29	52,6
30-39	49,7
40-49	47,3

Fuente: Datos propios

Para los valores de trabajo se evidencia un predominio del grupo de edades comprendidas entre 20 y 29 años con 52,6 (J) seguido del grupo de edades comprendido entre 30 y 39 años con 49,7 (J), por último el grupo de edades entre 40 y 49 años con 47,3(J).

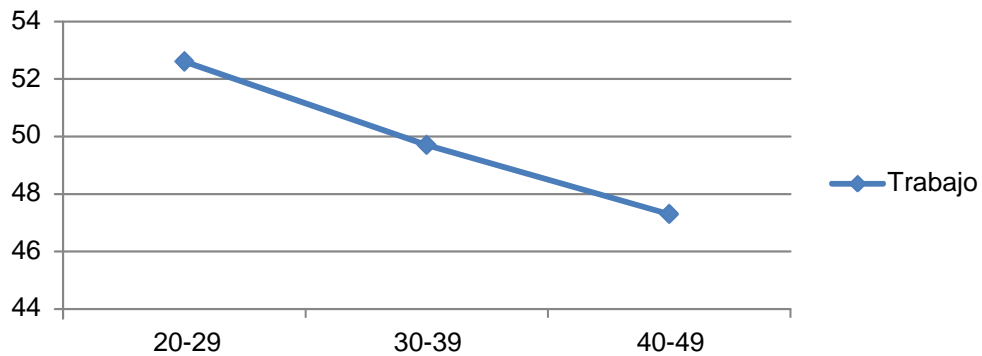


Grafico 4. Trabajo promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Cuadro 5

Potencia promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Grupo de edad (años)	Potencia (W)
20-29	97,25
30-39	94,50
40-49	78,00

Fuente: Datos propios

Para los valores de potencia obtenidos el grupo de edad entre 20 y 29 años obtuvo un valor de 97,25 (W), seguido del grupo entre 30 y 39 años con 94,50(W) y finalmente el grupo de edades comprendidos entre 40 y 49 años con 78,00 (W)

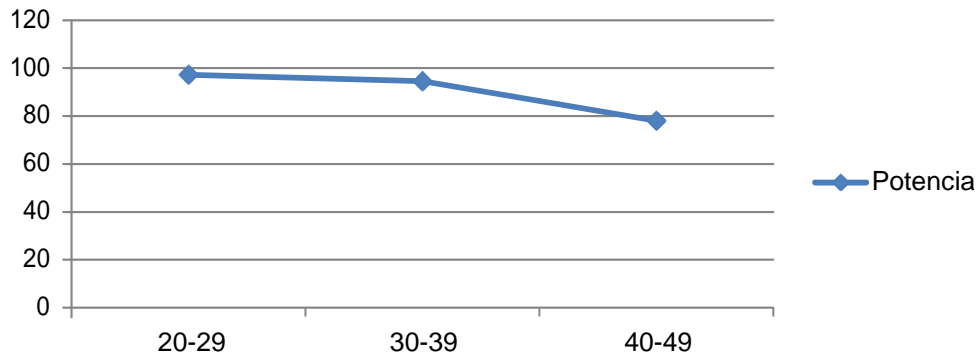


Grafico 5. Potencia promedio que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Cuadro 6

Relación de fuerza entre músculos flexores y extensores que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

Grupo de edad (años)	Relación Extensores/Flexores (%)
20-29	70
30-39	66
40-49	61

Fuente: Datos propios

En cuanto a la relación de fuerza entre flexores y extensores se presentó que el grupo cuyas edades estuvieron entre 20 y 29 años obtuvieron un valor promedio de 70 % seguido del grupo con edades comprendidas entre 30 y 39 años con 66 % y finalmente el grupo con edades entre 40 y 49 años con un porcentaje del 61 %

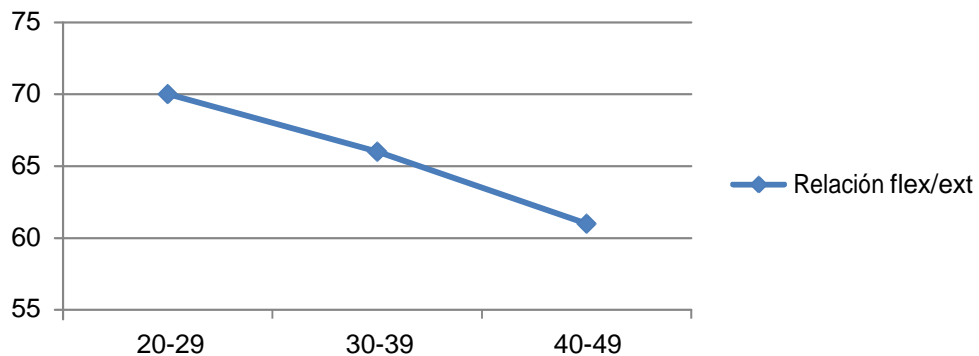


Gráfico 6. Relación de fuerza entre músculos flexores y extensores que presentaron los pacientes sanos en la evaluación isocinética según la edad, Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”. Barquisimeto, Estado Lara Septiembre - Noviembre 2011.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como finalidad realizar la evaluación isocinética de la rodilla de sujetos sanos en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López” del Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda” en Barquisimeto estado Lara, Septiembre- Noviembre 2011.

Fueron estudiados 40 sujetos entre 20 y 49 años de edad sin ningún antecedente patológico de rodilla ni clínica actual de algún padecimiento de la misma, el 65 % correspondió al género masculino y el 35 % al género femenino, en contraste (Slocker y otros, 2002) reportaron muestras de 50 % masculino y 50% femenino para estudios similares.

En Relación con la edad la distribución de la muestra se orientó hacia los grupos de mayor edad siendo el grupo comprendido entre 20 y 29 años el de menor número de representantes con un porcentaje del 20%, seguido del grupo etario con edades comprendidas entre 30 y 39 años con 35% y por último el grupo de edades entre 40 y 49 años con 45% del total, mientras (De la fuente ,2003) encontró que en su determinación de valores normales para la evaluación isocinética del hombro que el mayor grupo etario lo constituyeron pacientes entre 21 y 30 años con un 62%.

Considerando los valores de Torque máximo encontramos en nuestro estudio un dominio del grupo etario cuyas edades estaban enmarcadas entre 20 y 29 años con un 67,50 (N/m) seguido del grupo entre 30 y 39 años con 64,80 (N/m) y finalmente el grupo entre 40 y 49 años con 53,70 (N/m), similar a los resultados de (Estévez y col, 2008) quienes encontraron una media para personas mayores de 30 años de 65,7 N/m.

En cuanto al trabajo para el presente estudio se encontró que para el grupo de edades que va entre 20 y 29 años un valor de 52,6 (J) seguido de 49,7 (J) para el

grupo de 30 a 39 años y por último el grupo de 40 y 49 años con 47,3 (J), (Estévez y col, 2008) reportaron que una persona supuestamente sana debe tener una media entre 45,9 y 89,8 (J).

Para la variable potencia encontramos un valor de 97,25 (W) en el grupo de 20 a 29 años, seguido de 94,5 (W) para el grupo de 30 a 39 años y 78 (W) para el grupo de 40 a 49 años de edad, en un estudio similar (Estévez y col, 2008) reportaron una media para pacientes sanos que va entre 60,1 y 129,8 (W).

Finalmente considerando la relación entre los músculos Flexores y extensores de la rodilla encontramos que para el grupo de pacientes con edades entre 20 y 29 años un valor de 70 %, seguido de un 66 % para el grupo de 30 a 39 años y 61% para el grupo de 40 a 49 años, sin embargo (Needler y col, 1999) describen valores de 65% para mujeres atletas.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Al realizar la evaluación isocinética de rodilla en sujetos sanos se pudo constatar que el grupo de 20 a 29 presentó valores superiores para torque, trabajo y potencia así mismo la mayor relación en cuanto a la fuerza realizada por la musculatura flexoextensora.

Se pudo verificar que todos los valores estudiados disminuyeron conforme los grupos fueron aumentando en edad obteniendo los valores más bajos para el grupo etario de 40 a 49 años.

Contrastando los valores obtenidos por nuestra evaluación con la literatura sobre los test isocinéticos se concluye que los valores referenciales encontrados para nuestra población están dentro de lo esperado según la edad.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

El creciente auge de la tecnología Isocinética hace imperioso el desarrollo de nuevos estudios que permitan estratificar la población según múltiples parámetros para facilitar la evaluación de los pacientes permitiendo un diagnóstico certero y oportuno.

Se recomienda utilizar el equipo de evaluación Isocinética de rodilla del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación “Dr. Regulo Carpio López” del Hospital Central “Dr. Antonio María Pineda” de Barquisimeto como herramienta Diagnóstica para la patología de rodilla en vista de que los resultados obtenidos con su utilización son comparables con los obtenidos en trabajos a nivel mundial.

Es Necesario incentivar a la comunidad médica a la prevención precoz de patologías de rodilla en vista de que la presente investigación describe una pérdida de las diferentes capacidades (trabajo, fuerza, potencia) con el progreso de la edad , hecho que es preocupante considerando que a la edad toe del estudio (49 años) el paciente se considera en vida productiva.

Utilizar los valores referenciales de este y otros estudios permitirá sin lugar a dudas un mejor aprovechamiento del tiempo de consulta facilitando una atención eficaz y eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beimborn, D y col. 1988. A Review of the Literature related to trunk muscle performance. *Spine* 13(6): 665-660.

Bull, A y col .1998 Knee joint motion Description and measurement. *Engine Med*, 212: 357-372.

Cailliet. R. 2005. Anatomía funcional biomecánica. Segunda edición. Editorial Marban. Barcelona.

Calmels, P y col. 1997. Concentric and eccentric isokinetic assessment of flexor-extensor torque ratios at the hip, knee, and ankle in a sample population of healthy subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78:1224-30.

Chomik, I, R y col.1998. Dynamométrie isocinétique applications à l'évaluation et à la reeducation. *Médecine Physique Et Réadaptation*, 37:103-18.

De la fuente, V. 2003.Determinación de la normalidad mediante la evaluación isocinética de la musculatura del complejo articular del hombro. *Revista iberoamericana de fisioterapia*. 6 (2): 81-90.

Estévez, A y col.2008. Evaluación y entrenamiento isocinético en rehabilitación post artroscopica de rodilla de pacientes con artritis reumatoide. *Revista cubana de reumatología*. 10 (11 y 12):11-18.

Feiring, D. Ellenbecker, T. Dercheid, G. 1990. Test- retest reliability of the Biodex isokinetic dynamometer. *Journal Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 11:298-300.

Findley, B y col. 2008. The influence of body position on load range during isokinetic Knee extension / flexion. *Journal of Sports Science and Medicine*. 5: 400-40.

Fischer , K.2001. A method for measuring joint kinematics designed for accurate registration of kinematic data to models constructed from CT data. *Journal of Biomech*; 34: 377-383.

Freeman, M .2001. Knee kinematics. II curso internacional de artroplastias.

Barcelona, pp 87-88.

Gapeyeva, H y col. 2000. Isokinetic torque deficit of the knee extensor muscles after arthroscopic partial meniscectomy. *Knee Surgery, Sports Traumatology*.8: 301–304

Greenberger, H., Paterno, M. 1995. Relationship of knee extensor strength and hopping test performance in the assessment of lower extremity function. *Journal Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 22: (5) 202–206.

Hernández R, Fernández C y Baptista P . 2003. Metodología de la Investigación. 3ra Edición. Mc Graw Hill. México.

Josa, Bullich.1995. Biomecánica I: Cinética de la rodilla. in: Josa Bullich S, Palacios ,Y; Carvajal, J. Cirugía de la rodilla. JIMS SA. Barcelona. pp 35-48.

Martínez, I. Exploración clínico-isocinética del aparato locomotor: prácticas, afecciones médico-quirúrgicas, fisioterapia. Primera edición. Editorial Murcia. España.2002.

Medical Research Council. 1981. Aids to the examination of the peripheral nervous system, Memorandum no. 45, London.

Mow,V. 1997. Biomecánica. Ciencias básicas en ortopedia. Volumen 2 .Simon SR editor. Barcelona. pp. 409-458.

Needler, J y col. 1999. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29:116-26.

Pincivero, D. Lephart, M. Karunakara, A. 1997. Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for quadriceps and hamstrings. *International Journal of Sport Medicine*, 18: 113-17.

Pocholle, M. 2001. L'isocinétisme aujourd'hui les test . *Annales de Kinésithérapie*, 28:208-21.

Prentice William, E. 2001. Técnicas De Rehabilitación En La Medicina Deportiva. Editorial Paidotribo. Barcelona.

Proubasta I. Gil, M . Planall, J. 1997. Fundamentos De Biomecánica Y Biomateriales. Ergon SA. Madrid.

Puente, L. 2001. Evaluación de la función muscular periférica. *Archivos de Bronconeumonología*. 37:317 – 323.

Slocker, A. 2000. Diferencias de la fuerza muscular para la extensión y la flexión de rodilla mediante estudio isocinético. Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física. 34 (2) 147-152.

Slocker de Arce, A. 1997. Estudio Isocinético de la articulación de la rodilla en el plano sagital. Tesis Doctoral. Alcalá de Henares, 1997.

Slocker de Arce. 2002. Análisis isocinético de la flexo-extensión de la rodilla y su relación con la antropometría del miembro inferior. Rehabilitación (Madrid), 36:86-92.

Smith, P y col. 2003. Development of the concepts of knee kinematics. Archives of Physic Medicine and Rehabilitation. 84: 1895-1902.

Suchman, E. A. Evaluative Research: Principles and Practice in Public Service and Social Action Programs. New York. pp 119.

TECE.2000. Manual Operativo Genu 3.

Véliz, C. 2000. "Evaluación muscular isocinética del grupo flexo-extensor de rodilla". Kinesiología, 59:53-57.

Wilk, K., Johnson, E. 1988. The reliability of the Biodex B- 2000. Physical Therapy, 68:792.

ANEXOS

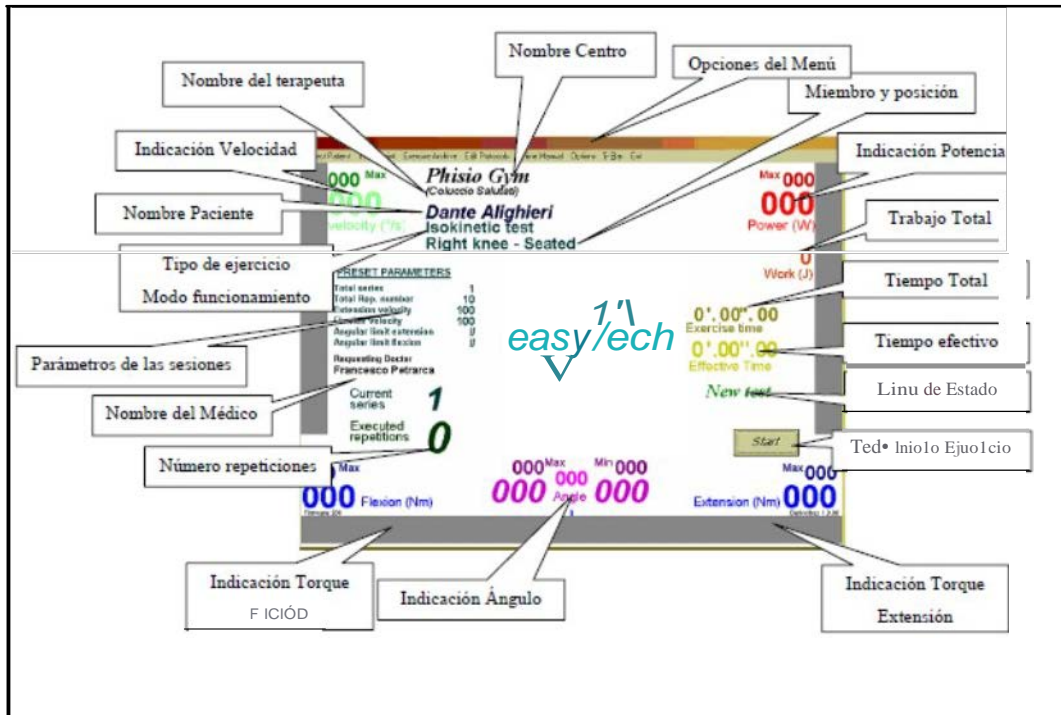
ANEXO A

Equipo de Evaluación Isocinética GENU 3



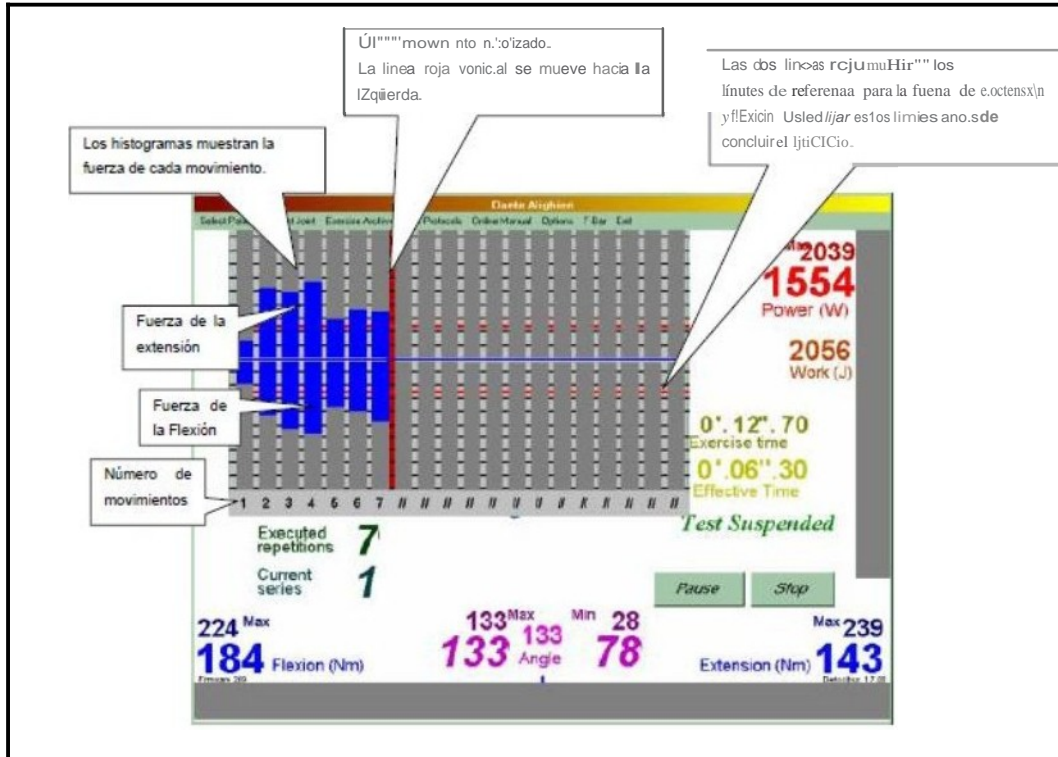
ANEXOB

Menu Principal IsoCine 1.1



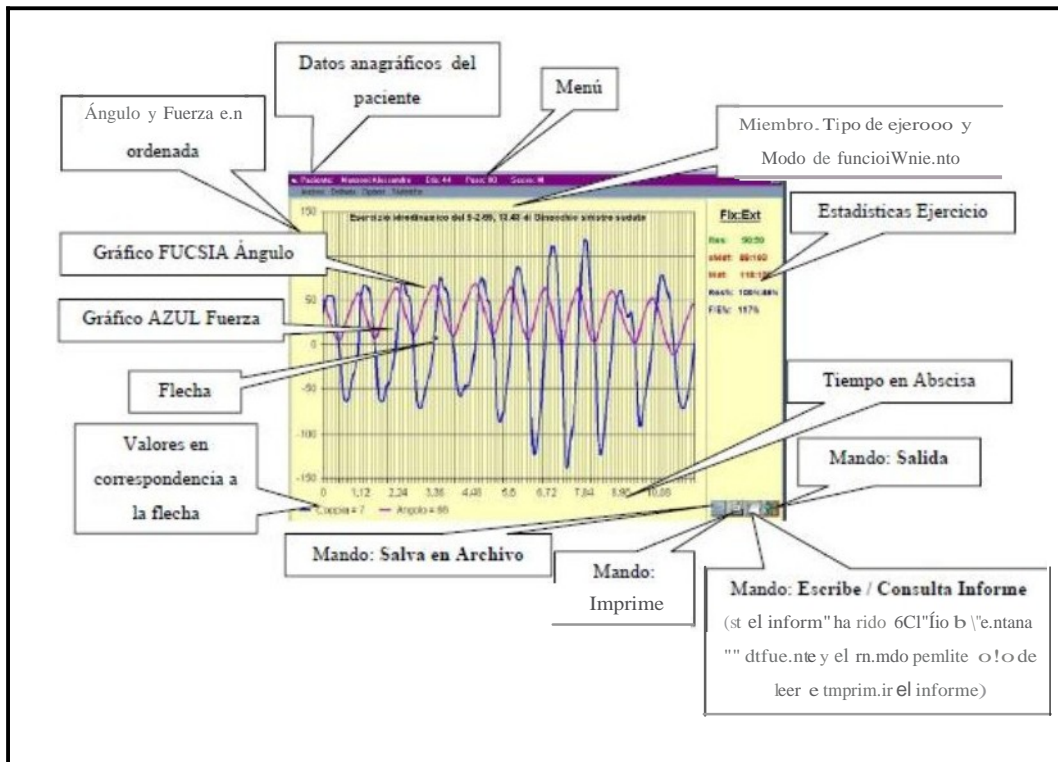
ANEXOC

Menu Secundario IsoCine 1.1



ANEXOD

Menu Secundario IsoCine 1.1



ANEXO E

**Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado
Decanato de Ciencias de la Salud
Hospital Central Universitario Antonio María Pineda**

Barquisimeto, Junio 2010.

Dr. Rafael Fiore.
Jefe del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.
Hospital Central Universitario Antonio María Pineda.
Presente

Sirva la presente para extenderle un cordial saludo, a la vez de solicitar de usted, la autorización necesaria para realizar el trabajo titulado **“EVALUACIÓN ISOCINÉTICA DE RODILLA EN SUJETOS SANOS. SERVICIO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN “DR. RÉGULO CARPIO LÓPEZ”. HOSPITAL CENTRAL UNIVERSITARIO “DR. ANTONIO MARÍA PINEDA”. BARQUISIMETO, ESTADO LARA.”**. Dicha investigación pretende sentar bases para el mejor uso de la tecnología isocinética con la que cuenta el servicio de Medicina Física y Rehabilitación.

Los datos obtenidos serán manejados con total confidencialidad y para uso exclusivamente académico. Vale la pena resaltar que si los mismos son de su interés, gustosamente podrá disponer de ellos cuando así lo requiera.

Agradeciendo de antemano sus buenos oficios al respecto, queda de usted, atentamente,

Dr. Alexvic Nieves
AUTOR

Dra. Nercida Reyes
TUTORA

ANEXO F

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El siguiente documento tiene la finalidad de invitarlo a participar del estudio titulado: Evaluación Isocinética De Rodilla En Sujetos Sanos. Servicio De Medicina Física Y Rehabilitación “Dr. Régulo Carpio López”. Hospital Central Universitario Antonio María Pineda. Barquisimeto, Estado Lara.

Le Sugerimos Leer Detenidamente Cada Apartado.

- 1-. Usted ha sido seleccionado como parte del estudio en vista de considerarse un sujeto sano y pertenecer a un rango de edad entre 20 y 50 años.**
- 2-. Acepta someterse a una evaluación en un dispositivo de ejercicio isocinético en el cual deberá realizar previo a un calentamiento 5 repeticiones de flexo extensión de rodillas.**
- 3-. Acepta que sus datos personales serán manejados bajo estricta confidencialidad y el investigador Dr. Alexvic Nieves es la única persona que maneje dichos datos.**
- 4-. Acepta conocer las complicaciones y contraindicaciones del procedimiento del cual participara.**
- 5-. Acepta Haber realizado las preguntas que consideró oportunas, todas las cuales han sido absueltas con repuestas suficientes y aceptables.**

Por lo tanto, en forma consciente y voluntaria yo:_____
_____ CI:_____ doy mi consentimiento para
formar parte del estudio.

Fecha: _____ Firma: _____

ANEXO H

CURRICULUM VITAE DEL

AUTOR

DATOS PERSONALES

Nombres y Apellidos: Alexvic Constantino Nieves
Quero

Cédula de Identidad:
16.030.281

Nacionalidad:
Venezolano

Estado Civil:
Soltero

Fecha y Lugar de Nacimiento: Barquisimeto Estado Lara 14-12-
1981

Dirección: Carrera 16 con
38

Teléfonos:
04245467985

Email:
Alexvicnieves@gmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS:

Estudios de pregrado en la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”.
Título de Médico Cirujano. Barquisimeto – Estado Lara 2007

EXPERIENCIA LABORAL

Médico Rural. Hospital “Egidio Montesinos” El Tocuyo- Estado Lara 2007-
2008

Médico Residente en Medicina Física y Rehabilitación Hospital Central
Universitario

“Dr. Antonio María Pineda. Barquisimeto”- Estado Lara 2009 – 2011.

**Trabajo de
Grado:**

EVALUACIÓN ISOCINÉTICA DE RODILLA EN SUJETOS SANOS. SERVICIO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN “DR. RÉGULO CARPIO LÓPEZ”. HOSPITAL CENTRAL UNIVERSITARIO “DR. ANTONIO MARÍA PINEDA”. BARQUISIMETO, ESTADO LARA