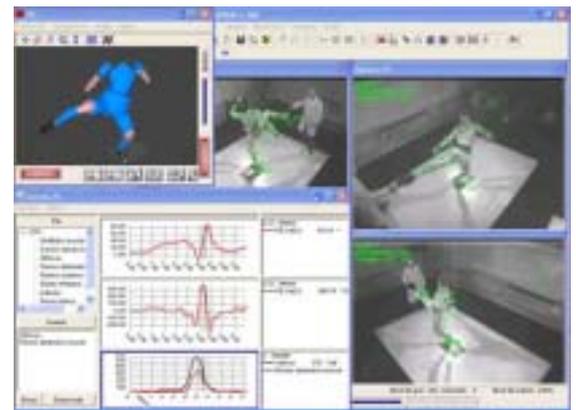


# ESTUDIO DE LA CADERA DEL PRACTICANTE DE TAEKWONDO



Ramón Olivé Vilás



**Acord del Consell de departament acceptant el canvi de director/a de tesi.**

En la reunió del Consell de Departament del dia...2... de ...Febr... de ...2006... s'acordà acceptar la sol·licitud de canvi de director/a de tesi doctoral presentada pel Sr./a. RAMON ENVÉ... i en conseqüència assignar com a director/a de la Tesi Doctoral titulada ... al Dr./a. FRANCÉS SABATÉ al 'Dr/a... J. HERNÁNDEZ... com a tutor/a de la mateixa .  
HERNANDEZ

<sup>1</sup> Només en cas que segons la normativa vigent sigui necessari el nomenament de tutor/a.

Barcelona, a ...2... de ...Febr... de 2006

Conformatat

El/La director/a de tesi, El/La tutor/a de tesi (si n'hi ha)

Signat: A. FRANCÉS SABATÉ

El/La director/a de tesi

Signat: J. HERNÁNDEZ

El/la directora/a del Departament,



UNIVERSITAT DE BARCELONA

Dept. Ciències Clíniques  
Facultat Medicina  
Campus Bellvitge

Signat: J. CARRATALÀ

Contra aquest acord es podrà interposar recurs d'alçada davant del rector de la Universitat de Barcelona d'acord amb el que disposa l'article 79 de l'Estatut de la UB. El recurs es podrà interposar en el termini d'un mes, a comptar des de l'endemà de la notificació segons estableix l'article 114 de la llei 30/1992, de 26 de novembre, de règim jurídic de les administracions públiques.

L'acord es notifica pel secretari del departament al doctorand, i es comunica al director de la tesi, al tutor de la tesi, si n'hi ha i a la secretaria d'estudiants i docència de la Facultat (art. 2.7)

**Acord del Consell de departament denegant el canvi de director/a.**

En la reunió del Consell de Departament del dia... de ... de 20..., i en virtut de les competències que l'article 2 de la Normativa reguladora dels procediments d'elaboració, autorització, nomenament del tribunal, defensa i avaluació de les tesis doctorals de la UB aprovada per la Comissió de Doctorat de Consell de Govern en data 11 de maig de 2005 atribueix al Consell de Departament, s'acordà no admetre la sol·licitud de canvi del director/a de tesi presentada pel Sr./a.....  
..... pels motius que s'indiquen a continuació:

(explicar i justificar els motius que s'han tingut en compte per no admetre la sol·licitud).

Barcelona, a ... de ... de 20...

Dr./a.

Director/a del departament

Contra aquest acord es podrà interposar recurs d'alçada davant del rector de la Universitat de Barcelona d'acord amb el que disposa l'article 79 de l'Estatut de la UB. El recurs es podrà interposar en el termini d'un mes, a comptar des de l'endemà de la notificació segons estableix l'article 114 de la llei 30/1992, de 26 de novembre, de règim jurídic de les administracions públiques.

L'acord es notifica pel secretari del departament al doctorand (art. 2.7)



## Doc. 4

## Autorització del director/a de la tesi i de ratificació del tutor (si n'hi ha)

El/La Dr./Dra. Mons. FERNANDEZ SABATE, director/a de la Tesi Doctoral elaborada pel Sr./a RAMON OLIVE VELAS, amb el títol ESTUDIO DE LA CADERA DEL PRACTICANTE DE TAEKWONDO inscrita en el llibre corresponent de la Facultat de MEDICINA en data 4/XII/02, de conformitat amb el disposat en l'article 4.1 de la Normativa reguladora dels procediments d'elaboració, autorització, nomenament del tribunal, defensa i avaluació de les tesis doctorals de la UB aprovada per la Comissió de Doctorat de Consell de Govern en data 11 de maig de 2005.

**INFORMA FAVORABLEMENT** la sol·licitud d'autorització per presentar l'esmentada tesi a dipòsit.

Barcelona, a 20 de DECEMBRE de 2005.

Signat:

*(Aquest apartat només s'ha de complimentar en cas que el departament, de conformitat amb la normativa vigent, hagi assignat al doctorand un tutor de tesis)*

El/La Dr./Dra. JOSE A. HERNANDEZ HERNANDEZ, tutor/a de la Tesi Doctoral elaborada pel Sr./a RAMON OLIVE VELAS, amb el títol ESTUDIO DE LA CADERA DEL PRACTICANTE DE TAEKWONDO, inscrita en el llibre corresponent de la Facultat de MEDICINA en data 4/XII/05, de conformitat amb el disposat en l'article 4.1 de la Normativa reguladora dels procediments d'elaboració, autorització, nomenament del tribunal, defensa i avaluació de les tesis doctorals de la UB aprovada per la Comissió de Doctorat de Consell de Govern en data 11 de maig de 2005.

**RATIFICA L'INFORME FAVORABLE** del director/a per tal que l'esmentada tesis doctoral pugui ser presentada a dipòsit.

Barcelona, a 20 de DECEMBRE de 2005.

Signat:

**U**

UNIVERSITAT DE BARCELONA

**B****Departament de Ciències clíniques**Facultat de Medicina  
Campus de Bellvitgec/. Feixa Llarga, s/n - 08097 L'Hospitalet de Llobregat  
(Barcelona)  
Tel. 93 402 42 60  
Fax 93 402 42 03

El Dr. Alfons FERNÁNDEZ SABATÉ, professor emérit del  
Departament de Ciències clíniques de la Universitat de Barcelona,

**INFORMA:**

Que la Tesi Doctoral que presenta el llicenciat Dn. Ramon Olivé Vilás per optar al grau de Doctor en Medicina i Cirurgia titulada “**Estudio de la cadera del practicante de taekwondo**”, ha estat realitzada sota la meva direcció i que reuneix les exigències metodològiques i científiques per ser presentada i defensada en front el tribunal que deurà jutjar-la.

L'Hospitalet de Llobregat 20 de Decembre de 2005

Prof A. Fernández Sabaté

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a todos los componentes del equipo español de taekwondo tanto al cuadro técnico como a los competidores por su amabilidad, colaboración, paciencia y apoyo durante todo el desarrollo del estudio y en especial a las tres personas que se sometieron a las tediosas y maratónicas sesiones de capturas de E.M.G., Juan Antonio Ramos, Jon García e Iván Ron. También a los competidores de los demás equipos de México y Venezuela que desinteresadamente aceptaron participar en el estudio. Al Presidente de la Federación Española de Taekwondo durante este periodo y miembro actual de la ejecutiva de la Federación Mundial de Taekwondo (WTF) Sr. Dn. Manuel Colmenero.

Al Prof. Dr. Alfons Fernández Sabate por haber aceptado la dirección de este proyecto de tesis, sus orientaciones en las diversas materias y sugerencias.

Al servicio de radiología del Hospital de Terrassa dirigido por la Dra. Milagros Teixido, y de modo especial para la Dra. Dolors Esteba que ideó los tipos de cortes y las reconstrucciones más favorables de T.A.C., al técnico radiólogo Sr. David Matarín que realizó lo mismo con exquisita exactitud, a la supervisora Sra. Ester Fernández y su colaboradora la Sra. Nuria Molto que planificaron y coordinaron los estudios de TAC conjuntamente con la radiología simple, Sr. Eugeni Mur que realizó todos los estudios de radiología simple.

Al Dr. Joan Sala Pedros jefe de Servicio de Cirugía y actualmente director científico del ámbito Quirúrgico del Hospital de Terrassa por sus sugerencias, ayuda y colaboración en la elaboración del estudio estadístico.

Al Dr. Enric Delgado en especial y al Dr. Jordi Aldoma del grupo CETIR que determinaron las secuencias y puntos de corte de los estudios mediante RMN y su posterior interpretación, así como al Sr. Joan Pau Soto que coordinó la realización de los estudios.

A los compañeros de trabajo del C.A.R. de Sant Cugat y de un forma especial a la inestimable colaboración del Sr. Xavier Balius jefe del departamento de Biomecánica que realizó las capturas, cálculos matemáticos posteriores que nos han permitido realizar el estudio de fotométrica, E.M.G. y plataforma de fuerzas; Sr. Josep Escoda por su opinión en el tema de tecnología y sus aplicaciones; Sr. Manel Vela en la confección y engranaje de las hojas de cálculo; al Sr. Ramón Rodríguez carpintero que confeccionó las escuadras y plataformas necesarias para la estandarización de las pruebas radiológicas.

A los miembros de mi servicio en general y en especial aquellos que colaboran más directamente en el proyecto como la Dra. Eva Ferrer, en aquella época residente de Medicina del Deporte que me ayudó en la coordinación de los grupos, su distribución por el diferente centro colaboradores y en la búsqueda bibliográfica. Al Dr. Antonio

Turmo en la ayuda en la realización de las captura de E.M.G.; al Dr. Roberto Martínez que tomo el relevo de la Dra. Eva Ferrer, al final del estudio, cuando ésta concluyo su periodo de residencia; al grupo de enfermería (Sra. Rosa Pilar Flo, Susana Carvalho, Isabel Salinas y Merce Cano), que ayudo en los exámenes y exploraciones de los deportistas y dio soporte a los residentes en la organización de los grupos. También al colectivo de fisioterapia y en concreto a los Sres: Fermin Oliete, Carles Marti y Miquel Angel Cos que me ayudaron en la localización de los puntos motores musculares.

Al Dr. Josep Verge maestro y amigo, una de las personas que más me ha estimulado, entusiasmo, insistido y animado para la realización de este trabajo.

Al Dr. Miquel Izquierdo por sus comentario sobre la tipología y métodos de captura para el estudio E.M.G.

A mi mujer Gemma y mi hija Aina por todo el tiempo que no les he podido dedicar y ellas han cedido gustosa, su apoyo y aliento permanente.

A mis padres por su soporte incondicional.

# INDICE

1. INTRODUCCION.....	5
1.1. HISTORIA .....	7
1.2. RECUERDO ANATOMICO.....	11
1.2.1. HUESO COXAL.....	11
1.2.2. FÉMUR.....	13
1.2.3. CARACTERISTICAS DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA .....	17
1.2.4. LIGAMENTOS .....	19
1.2.5. MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA .....	22
2. HIPOTESIS.....	25
3. MATERIAL Y METODO.....	27
3.1. POBLACION .....	27
3. 2. METODO .....	28
3.2.1. ENCUESTA Y VALORACIÓN CLÍNICA DEL DEPORTISTA.....	28
3.2. 2. COXOMETRÍA MEDIANTE RADIOLOGÍA SIMPLE .....	30
3.2.3. TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTERIZADA (TAC) .....	41
3.2.4. ESTUDIO MEDIANTE RMN.....	45
3.2.5. VALORACIÓN FOTOGRAMETRICA, E.M.G. Y PLATA. DE FUERZAS ....	49
3.2.6. ANALISIS ESTADISTICO .....	58
4. RESULTADOS .....	59
4.1. VALORACION CLINICA DEL DEPORTISTA .....	59
4.2. COXOMETRIA MEDIANTE RADIOLOGIA SIMPLE.....	61
4.3. TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTERIZADA.....	63
4.4. ESTUDIO MEDIANTE RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR (R.M.N.).....	67
4.5. ANALISIS ESTADISDICO.....	73
4.6. VALORACIÓN FOTOGRAMETRICA, E.M.G. Y PLATA. DE FUERZAS .....	75
4.6.1. TECNICA DE BANDAL-CHAGUI .....	76
4.6.2. TECNICA DE DOLLIO-CHAGUI .....	86
4.6.3. TECNICA DE MONDOLLIO-CHAGUI.....	93
4.6.4. TECNICA DE NERYO-CHAGUI.....	101
4.6.5. TECNICA DE TUIT-CHAGUI.....	109

5. DISCUSIÓN.....	122
5.1. VALORACION CLINICA DE LA POBLACION.....	122
5.2. COXOMETRIA MEDIANTE RADIOLOGIA SIMPLE.....	130
5.3. ESTUDIO MEDIANTE TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTERIZADA (T.A.C.) Y RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR (R.M.N.) .....	132
5.4. VALORACIÓN FOTOGRAFICA, E.M.G. Y PLATA. DE FUERZAS.....	139
5.4.1. TECNICA DE BANDAL-CHAGUI .....	147
5.4.2. TECNICA DE DOLLIO-CHAGUI .....	156
5.4.3. TECNICA DE MONDOLLIO-CHAGUI .....	158
5.4.4. TECNICA DE TUIT-CHAGUI.....	162
5.4.5. TECNICA DE NERYO-CHAGUI.....	166
6. CONCLUSIONES.....	172
7. BIBLIOGRAFIA.....	175

# 1. INTRODUCCION

En los últimos años el desarrollo de la medicina del deporte ha permitido analizar, de una forma sistemática, la fisiopatología de determinadas afecciones específicas de la practica a alto nivel de una actividad deportiva, ya sea desencadenada por la intensidad, frecuencia o volumen de horas de trabajo que exige y a la cual nuestro organismo intenta adaptarse.

El Taekwondo, al haber sido incorporado al programa olímpico, ha permitido realizar un seguimiento más exhaustivo a sus practicantes lo que nos ha dado pie a ver la incidencia de las lesiones que aparecen en su aparato locomotor. Esté control sistemático ha permitido detectar la aparición precoz de una serie lesiones con una ubicación concreta y repetitiva lo que nos hace sospechar que son propias de dicha especialidad deportiva.

Uno de los puntos diana en la aparición de sintomatología es la cadera que en algunos deportistas se concreta en un cuadro de dolor acompañado en ocasiones de una dificultad al realizar la abducción y/o flexión máxima, movimiento fundamental de este deporte. Además, afecta con mayor frecuencia a los deportistas que ya llevan algunos años de práctica y en la mayoría de casos suelen ser los que han alcanzado un mayor nivel de rendimiento deportivo.

La mayoría de los estudios sobre la patología de la cadera están referidos a deportes como el atletismo (básicamente corredores de larga distancia, levantadores de peso), jugadores de fútbol y bailarines.

En la literatura médica se describe un cuadro clínico inespecífico, que puede afectar a deportista de diferentes especialidades, que se describe como **artrosis precoz del deportista**, cuya clínica se presenta alrededor de los 30 años.

El cuadro clínico y las lesiones anatomopatológicas de la cadera del practicante de Taekwondo difiere de la artrosis precoz lo que le da un carácter propio. Por ello nos interesó profundizar en el estudio de las alteraciones que aparecen en el taekwondista, su clínica y su repercusión funcional y encuadrarlo dentro del término de **Cadera del practicante de Taekwondo**.

Intentamos analizar los mecanismos que influyen en la aparición de esta lesión y por tanto creímos interesante valorar las fuerzas que se desencadenan en la cadera en cada acción básica de combate, los arcos de movilidad que se exigen y la correspondiente actividad de los músculos que allí se insertan. Todo ello para dar una visión dinámica de la cadera para ver los efectos que puede tener un movimiento repetitivo que va a buscar el máximo de la movilidad articular.

Efectuamos una revisión exhaustiva de la literatura médica sin hallar una clara descripción de la sintomatología clínica, de su correlación con las lesiones anatomopatológicas, de los factores de riesgo que podrían facilitar su aparición, como cargas de entrenamiento, peso del individuo, superficies de trabajo...., o la repercusión de los diferentes morfotipos estructurales de la cadera (cavidad cotiloidea, cabeza de fémur, grado de torsión del cuello femoral).

Tampoco hallamos una descripción de cuales eran los medios o técnicas complementarias en las que podíamos basarnos para diagnosticar precozmente un cuadro de estas características.

Todo ello nos animó a iniciar este estudio basado en deportistas de elite practicantes de Taekwondo con la finalidad de describir las alteraciones producidas en la cadera de estos deportistas, métodos diagnósticos más adecuados y su posible fisiopatología en función de la técnica deportiva utilizada.

## 1.1. HISTORIA



Imágenes de los guerreros en actitud de lucha, dinastía Koguryo 37 a.c.

El Taekwondo tiene sus orígenes en Corea y como todas las artes marciales encuentran su sentido en la necesidad ancestral del hombre no solo de defenderse, sino también de desarrollar su mente.

Los primeros vestigios encontrados en Corea sobre la práctica de un arte marcial son unas estatuillas de cerámica representando a guerreros en actitud de lucha que podríamos fechar en el año 2.333 a.C.; fecha en la que se inicia la estructuración del estado que conocemos hoy como Corea, que en aquellos tiempos se denominaba CHOSON, que significa “*la tierra del amanecer tranquilo*” o “*tierra de la calma matutina*”.



Pinturas murales de las tumbas reales de Muyon-chong y Kakchu-chong

Tendremos que esperar hasta el año 37 a.C. para encontrar nuevas escenas de pelea en las pinturas murales de las tumbas reales Muyong-chong y Kakchu-chong de la dinastía Koguryo donde se mostraba la practica del 'Taek Kyon', ancestro del actual Taekwondo.



Templo Pulkuk-sa, en la provincia de Kyongju donde el buda es protegido por los guerreros diamante.

En esta época en Corea habían tres reinos: Silla (57 a.C.- 936 d.C.), Koguryo (37 a.C.- 668 d.C.), Paekje (18 a.C.-600 d.C.). El reino de Silla realizo la unificación después de ganar la guerra contra Paekje en 668 d.C. y a Koguryo en 670 d.C.

Durante este periodo de guerra para conseguir la unificación del estado tienen un papel destacado los llamados "Hwa Rang Do", grupo de élite de jóvenes nobles, dedicados a cultivar la mente y el cuerpo para servir al reino de Silla. Estos jóvenes guerreros practicaban diferentes estilos de artes marciales, entre ellas el Taekyon y el Soo Bakh Do, además, tenían un código de honor que es la base de la filosofía moderna del actual Taekwondo que se fundamenta en la lealtad a la nación, respeto y obediencia a los padres, honestidad, coraje en la batalla y la omisión de la violencia innecesaria.



Detalle de los dos guerreros guardianes del buda sedestante. Templo Pulkuk-sa

En Kyongju, capital de la dinastía Silla, se encuentran unas impresionantes imágenes budistas labradas en las paredes de la cueva Sokkuram en el Templo Pulkuk-sa. En estas imágenes se aprecian dos "Guerreros Diamante" practicando Taekwondo, protegiendo a la imagen de Buda de los demonios.

En el año 936 d.C., Wang Kon funda la dinastía Koryo (936 - 1.392 d.C.) de la cual se originará el nombre de Korea, y establece como método

de entrenamiento militar el Soo Bakh Do, que alcanza gran predicamento popular.

Durante la dinastía Yi (1392 - 1910), el énfasis en el entrenamiento militar desaparece y se convierte más en una actividad de carácter deportivo pasando a denominarse "Subak", incluso se estructura una competición interprovincial. En esta época King Chongjo publicó el libro ilustrado "Muye Dobo Tongji" que incluye al Taekwondo en uno de sus capítulos. [Corcoran, J 1993 <sup>(1)</sup>].

En la primera mitad del siglo XX, el Taekwondo sufre una serie de influencias de otras artes marciales (judo, kendo, karate...) y en especial del Karate Japonés, ya que es la época de la invasión del Japón sobre Corea, que dura desde 1909 hasta el fin de la Segunda Guerra Mundial.

Durante este periodo de dominación japonesa, las artes marciales coreanas son prohibidas. En esta época, existían dos formas de lucha muy populares, *el Sirum* (lucha tradicional coreana similar a la lucha Canaria) y el *Tae Kyon* practicados en secreto y siguiendo la tradición popular. Esta influencia japonesa parece traducirse, según los maestros expertos en la técnica del Taekwondo, en la inclusión de movimientos rápidos y directos contra el adversario.

Tras la liberación de Corea en 1945, el Taekwondo vuelve a coger tomar un papel preponderante como arte tradicional marcial Coreano donde se priman las técnicas de pie. En 1957, tomó de forma definitiva el nombre Taekwondo (que significa *tae*: pie; *kwon*: puño, y *do*: arte, método o camino), por su similitud con Tae Kyon.

El 16 de septiembre de 1961 se constituye la Asociación Coreana de Taekwondo y el 25 de febrero de 1962 se une a la Asociación Coreana de Deportes Amateurs. El 9 de octubre de 1963, el Taekwondo es por primera vez un evento Oficial en el 44º "Encuentro Atlético Nacional" en Corea.

El "Primer Campeonato Mundial de Taekwondo" tiene lugar en Seúl, el 25 de mayo de 1973, con la participación de 19 países. Durante su celebración se crea la "Federación Mundial de Taekwondo" (WTF) (28 de mayo de 1973). [Kim, Jeong-Rok. 1992<sup>(2)</sup>]. [Young, R. 1993<sup>(3)</sup>]

El Taekwondo entra como deporte de exhibición en el movimiento Olímpico durante la celebración de la XXIV Olimpiada con sede en Seúl, manteniendo su presencia como deporte de exhibición durante la celebración de la XXV Olimpiada de Barcelona (1992).



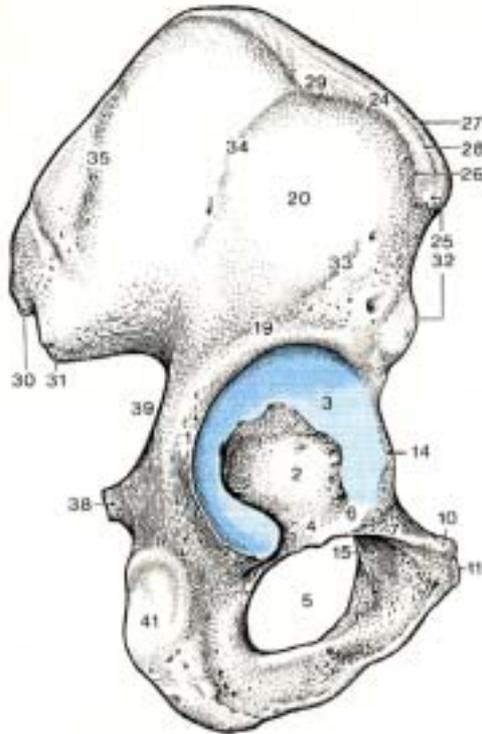
Finalmente, durante la 103ª Sesión del Comité Olímpico Internacional celebrada en París, Francia, el 4 de Septiembre de 1994, se acuerda su incorporación definitiva al calendario

Olímpico, siendo en Sydney 2000 su participación como deporte oficial.

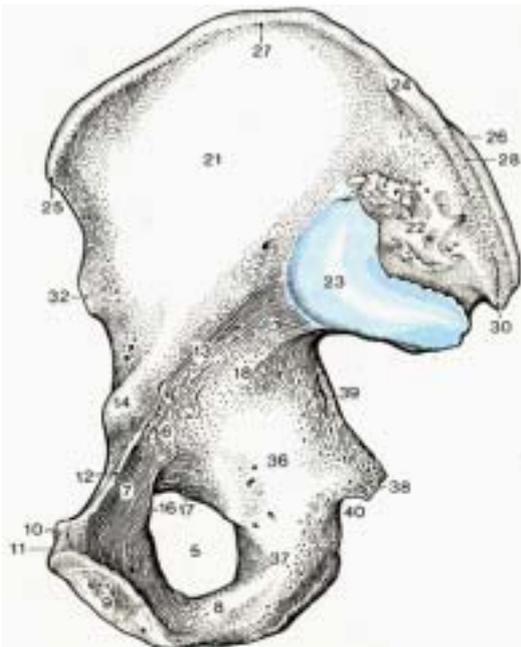
Actualmente el Taekwondo es practicado en más de 144 países, estimándose en más de 30 millones, las personas que practican este deporte. En nuestro país el número de licencias federativas ronda las 70.000 con más de 2.000 entrenadores y 1.035 clubes.

## 1.2. RECUERDO ANATOMICO

Nos vamos a circunscribir a una pequeña descripción de las estructuras anatómicas que configuran la articulación de la cadera.



Esquema 1.- Hueso coxal vista lateral



Esquema 2.- Hueso coxal visión medial

### 1.2.1. HUESO COXAL

Para la descripción del hueso coxal vamos a seguir la descripción numérica de los esquemas 1 y 2.

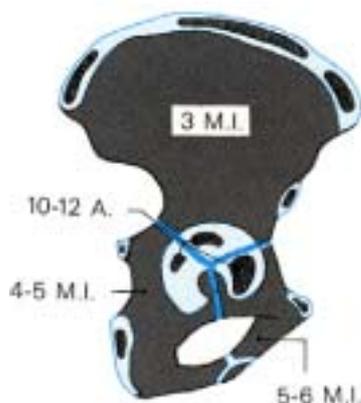
Es la congruencia de tres huesos, el pubis, el ilion y el isquion que se fusionan a nivel del acetábulo, fosa delimitada por el limbo acetabular (1). En el acetábulo se distingue una parte central y profunda, la fosa acetabular (2) y una zona periférica, la cara semilunar (3). Entre los dos cuernos de la semiluna se sitúa la incisura acetabular (4), que contribuye a delimitar el agujero obturador (5).

El pubis presenta un cuerpo (6) y dos ramas, superior (7) e inferior (8), a través de su cara sinfisaria (9) se articula con el pubis del otro lado. La rama superior presenta el tubérculo púbico (10), del cual parte, medialmente, la cresta púbica (11) y lateralmente, el «*pecten ossis pubis*» o cresta pectínea (12), que continúa con la línea «*arcuata*» del ileon (13). La unión de pubis e ilion viene marcada por la eminencia

iliopúbica (14). El surco obturador (15) acanala caudalmente la rama superior y, ocasionalmente, muestra dos tubérculos llamados obturadores, uno anterior (16) y otro posterior (17).

El ilion se divide en cuerpo (18) y ala. El cuerpo participa en la formación del acetábulo y está separado del ala por el surco supraacetabular (19) y la línea arcuata (13). El aspecto lateral del ala iliaca es la cara glútea (20) y en el medial se distingue la fosa iliaca (21). Dorsal a la fosa iliaca se encuentra la cara sacropélvica con la tuberosidad iliaca (22) y la carilla articular (23). La cresta iliaca (24) empieza ventralmente en la espina iliaca antero-superior (25) y es convexa hacia arriba. Se distinguen en ella un labio externo (26), un intersticio o línea intermedia (28) y un labio interno (27). El tubérculo iliaco (29) es la parte más prominente hacia fuera del labio externo. La cresta termina dorsalmente en la espina iliaca posterosuperior (30). Caudal a las espinas superiores se encuentran las espinas posteroinferior (31) y anteroinferior (32). En la cara glútea se identifican las líneas glúteas inferior (33), anterior (34) y posterior (35). Además, esta cara presenta orificios vasculares, de los cuales al menos uno es un agujero nutricio.

El isquion se divide en cuerpo (36) y rama (37). La incisura acetabular (4) las ramas del pubis y la rama del isquion limitan el agujero obturador (5). Dorsalmente se observa la espina isquiática o ciática (38) que separa las dos incisuras (escotaduras) isquiáticas (ciáticas) mayor (39) y menor (40); la primera está formada en parte por el ilion. La tuberosidad isquiática (41) corresponde al aspecto dorso-caudal del ramo del isquion.



Esquema 3.- Núcleos de osificación del hueso coxal

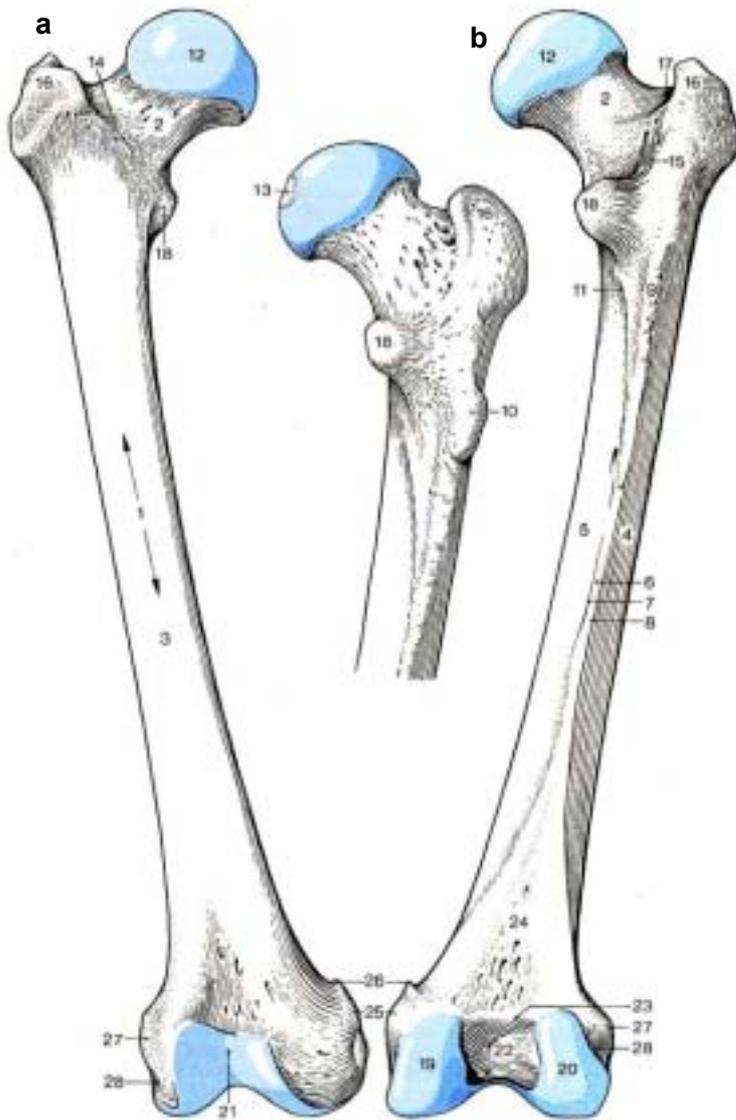
del pubis y la rama del isquion limitan el agujero obturador (5). Dorsalmente se observa la espina isquiática o ciática (38) que separa las dos incisuras (escotaduras) isquiáticas (ciáticas) mayor (39) y menor (40); la primera está formada en parte por el ilion. La tuberosidad isquiática (41) corresponde al aspecto dorso-caudal del ramo del isquion.

### Osificación

Durante la vida intrauterina aparecen 3 centros de osificación: iliaco (tercer mes), isquiático (4°-5° mes) y púbico (5°-6° mes). Estos

centros se fusionan formando una “Y” en medio del acetábulo. Dentro del acetábulo se originan uno o más centros de osificación a los 10-12 años “os acetabuli”. La fusión de los 3 centros principales empieza entre los 5 y 7 años, pero dentro del acetábulo no ocurre hasta los 15-16 años. Centros de osificación epifisarios se encuentran en las espinas (16 años); en la tuberosidad isquiática (13-15 años) y en la cresta iliaca (13-15 años). [Gardner E. 1972<sup>(4)</sup>]. (Esquema 3)

### 1.2.2. FÉMUR



Esquema 4.- Fémur derecho : a) visión anterior. b) Vista posterior

Para su descripción seguiremos las anotaciones numéricas del Esquema 4.

Es el mayor hueso del cuerpo y se divide en diáfisis o cuerpo (1), cuello (2) (parte de la diáfisis), y dos extremos, proximal y distal. La diáfisis con el cuello forma un ángulo mal llamado cervico-diafisario que será uno de los elementos que analizaremos en este trabajo.

En el cuerpo se distinguen tres caras: anterior (3), lateral (4) y medial (5). La línea áspera (6) es una cresta de tejido óseo compacto que

separa las caras medial y lateral; cerca de ella existe un agujero nutricio y muestra dos labios, medial (7) y lateral (8). En sentido proximal la línea áspera se trifurca: El labio medial alcanza la cara inferior del cuello y el labio lateral continúa con la tuberosidad glútea (9) llamada tercer trocánter (10) cuando está muy desarrollada; entre ellos queda la línea pectínea (11) que se dirige hacia el trocánter menor. En sentido distal los dos labios divergen entre sí. La sección de la diáfisis, triangular en la parte media, se vuelve cuadrangular hacia los extremos.

La cabeza del fémur (12) presenta una fosita (13) y está separada del cuello por un borde irregular. El límite entre cuello y cuerpo corresponde a la línea intertrocantérica (14) por delante y a la cresta intertrocantérica (15) por detrás; lateralmente destaca el trocánter mayor (16), con la fosa trocantérica (17) y postero-medial hace prominencia el trocánter menor (18).

La extremidad distal del fémur está formada por los cóndilos medial (19) y lateral (20). Los cóndilos están unidos ventralmente por el canal o tróclea (21) que se articula con la patela mientras que dorsalmente están separados por la fosa intercondilar (22). La línea intercondilar (23) limita esta fosa de la diáfisis y contribuye a formar la base de un triángulo o cara poplítea (24) cuyos lados son las líneas supracondilares medial y lateral, que corresponden a la bifurcación distal de la línea áspera. El cóndilo lateral muestra un saliente hacia fuera, el epicóndilo lateral (27), y un surco caudal al mismo llamado poplíteo (28). Por su parte, el cóndilo medial proyecta el epicóndilo medial (25) y, craneal a éste, el tubérculo aductor (26).

Los cóndilos medial y lateral se diferencian tanto por su tamaño como por su forma. Divergen en sentido distal y también hacia atrás. El cóndilo lateral es más ancho por delante que por detrás mientras que la anchura del medial es uniforme. A pesar de que el cóndilo medial es mayor que el lateral, ambos se sitúan en un plano horizontal cuando el sujeto está en posición bípeda; ello es debido a la oblicuidad de la diáfisis femoral.

Los cóndilos muestran curvaturas distintas según el plano considerado. En el plano transversal son ligeramente convexos y en el plano sagital su contorno tiene la forma de una espiral cuyos radios de curvatura disminuyen hacia atrás, lo que significa que los cóndilos se hacen más curvos a medida que se avanza en esa dirección. Los centros de los múltiples radios de curvatura forman asimismo una pequeña espiral alrededor del epicóndilo. Por tanto, en la flexo-extensión de la rodilla, los cóndilos no se mueven alrededor de un único eje transversal, sino de varios. Por otra parte, la distancia entre el origen y terminación de los ligamentos laterales es menor en flexión, con lo que, al distenderse, permiten movimientos de rotación de la pierna. Finalmente, el cóndilo medial posee una curvatura adicional alrededor de un eje vertical denominado de rotación.

### Osificación

Durante la 7.s semana del desarrollo se forma el manguito diafisario de osificación



Esquema 5.- Centros de osificación del fémur

pericondral. Al final de la vida intrauterina aparece un centro de osificación endocondral en la epífisis distal (signo de madurez ósea del feto). La cronología de los demás centros es la siguiente: Cabeza femoral durante el primer año, trocánter mayor en el 3.o y trocánter menor a los 11-12 años. La epífisis proximal se fusiona antes (17-19 años) que la distal (19-20 años). El cuerpo y el cuello del fémur forman un ángulo denominado cervicodiafisario o de inclinación. En el recién nacido mide unos 150°, reduciéndose a 145 ° a los 3 años. En el adulto su valor oscila entre 126° y 128° y en el anciano disminuye aún hasta los 120°. [Seringe R, 1984<sup>(6)</sup>][Bedouelle J. 1984<sup>(6)</sup>]. (Esquema 5)

Algunas enfermedades óseas, por ejemplo el raquitismo, pueden disminuir el ángulo cérvicodiafisario hasta 90°. Este ángulo de inclinación es muy importante para la estabilidad del fémur. Los riesgos de fractura del cuello femoral son tanto mayor cuanto menor es el ángulo, por lo que el anciano está predispuesto a ella, actuando la pérdida de elasticidad ósea, propia de la edad senil, como circunstancia favorecedora adicional.

El ángulo de inclinación influye en la posición de la diáfisis femoral con respecto a la línea de soporte de peso de la extremidad. En el sujeto sano esta línea es una vertical que pasa por el centro de la cabeza femoral, la parte media de la articulación de la rodilla y la mitad del calcáneo. El plano que pasa por la cara inferior de los cóndilos femorales es perpendicular a la línea de soporte la cual forma un ángulo abierto hacia arriba con la diáfisis femoral. Este ángulo se relaciona asimismo con el cérvicodiafisario y también es importante para la posición correcta del miembro.

Cambios patológicos del ángulo cérvicodiafisario conducen, por lo tanto, a anomalías en la postura de la extremidad llamadas coxa vara y coxa valga, según que el ángulo sea, respectivamente, menor o mayor que el normal. Por regla general, la coxa valga se asocia a «genu varum», puesto que cualquier cambio en la forma del fémur afecta necesariamente a la articulación de la rodilla.

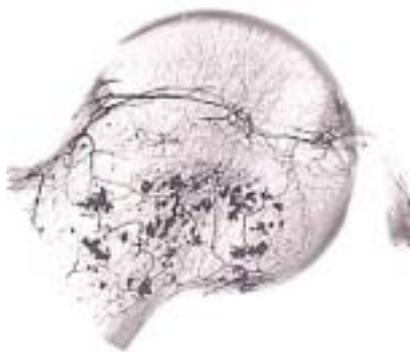
El fémur tiene también un ángulo de torsión que se hace aparente cuando una recta trazada a lo largo del cuello se proyecta sobre otra trazada transversalmente por los cóndilos. En un europeo el ángulo mide unos 12° con un rango que oscila entre los 4 y 20°. Esta torsión, combinada con la inclinación pélvica, hace posible la rotación de la cabeza femoral en la flexión de la cadera.

Valores anormales del ángulo de torsión conducen a posturas atípicas de la extremidad, la cual rota medialmente, cuando el ángulo está aumentado y lateralmente, cuando está disminuido o ausente. Esta rotación reduce la movilidad articular.

Cuando la cadera está ligeramente flexionada, el vértice del trocánter mayor no sobrepasa una recta trazada desde la espina iliaca antero-superior a la tuberosidad isquiática. Esta recta se conoce como línea de Roser-Nélaton. Los tres puntos nombrados no se alinean en una recta cuando existe una fractura del cuello del fémur o una luxación de la cadera, sin embargo, se discute el valor práctico de la línea de Roser-Nélaton en el diagnóstico de las fracturas. [Gardner E. 1972<sup>(4)</sup>].

### 1.2.3. CARACTERISTICAS DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

Las superficies articulares las constituyen la cara semilunar del acetábulo y la cabeza del fémur. La cara semilunar forma parte de una semiesfera hueca (cavidad cotiloidea) de unos 40-50 mm diámetro, que es ampliada, más allá del ecuador por un labio acetabular fibrocartilaginoso (ceja cotiloidea). De este modo, la cabeza femoral queda cubierta en sus 2/3 partes. Sin embargo, la cavidad cotiloidea está abierta caudalmente siendo completada por el ligamento transversal del acetábulo. El trasfondo de la cavidad o fosa acetabular contiene una almohadilla de grasa y de ella parte el ligamento de la cabeza femoral o redondo que, recubierto de membrana sinovial, termina en la fosita de la cabeza femoral. A través de este ligamento la arteria de la cabeza femoral, derivada de la rama acetabular de la arteria obturatriz, alcanza su destino.

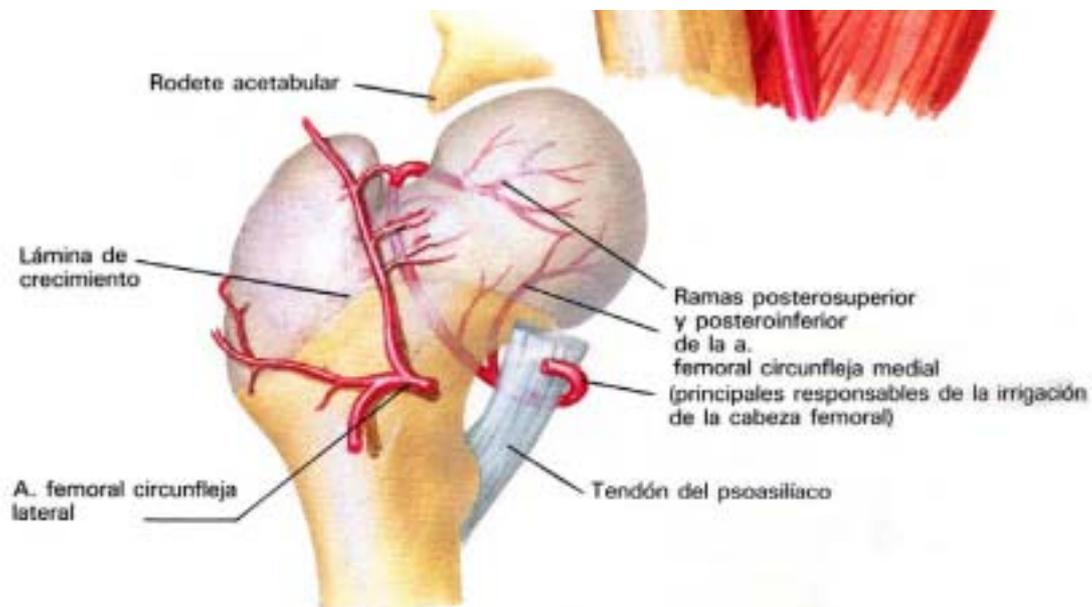


Esquema 6. - Detalle de la microcirculación de la cabeza femoral.

La cabeza femoral está irrigada primordialmente por ramas de las arterias circunfleja femoral, externa o anterior e interna o posterior, ambas ramas provenientes de la arteria femoral; que forma un anillo vascular en la base del cuello femoral y de allí dan ramas hacia él perforando la cápsula articular [Trueta J 1953<sup>(7)</sup>]. (Esquema 6)

La arteria circunfleja posterior a través de los vasos posterosuperiores proporciona una mayor irrigación a la epífisis. Desde las arterias epifisarias nace microarteriolas que en forman arcadas que terminan por irrigar hasta la superficie de la cabeza femoral. [Gautier E. 2000<sup>(8)</sup>][Sevitt S 1965<sup>(9)</sup>]

La arteria obturatriz rama de la ilíaca interna (Art. hipogástrica) da origen a la arteria del ligamento redondo llegando a la cabeza del fémur pero su participación en la irrigación de la cabeza femoral es mínima. (Esquema 8)



Esquema 7.- Diagrama donde se muestra la distribución de la irrigación de la cabeza femoral

La parte media del borde superior de la cavidad se denomina techo del cótilo y aparece más densa en las radiografías.

En lo que respecta al coxal, la cápsula se fija en el contorno del acetábulo, de tal modo que el labio queda libre dentro de la cavidad articular. En la parte del fémur, la inserción se hace en la línea intertrocantérica por delante, mientras que por detrás la cápsula se fija débilmente a una línea alejada un través de dedo de la cresta

intertrocantérica. Por lo tanto, la cara posterior del cuello del fémur es, en parte, extracapsular. A pesar de ello el anillo de inserción femoral equidista en todos sus puntos del borde cartilaginoso de la cabeza [Kapandji I.A. 1970<sup>(10)</sup>].

La inervación de la cadera , como ocurre con otras articulaciones , cumple la ley de Hilton, según la cual los nervios que inervan los músculos que actúan sobre la articulación inervan la misma. Así, la cadera recibe ramas de los nervios obturador, crural, e isquiático mayor; estos mismos nervios inervan también la articulación de la rodilla, de aquí que patologías con origen en la cadera puedan dar dolor reflejo en la rodilla.

#### 1.2.4. LIGAMENTOS

Para su descripción y orientación seguiremos los esquemas 7 y 8 donde se refiere cada estructura a un número.

El ligamento iliofemoral (1) es él más fuerte de todos los del cuerpo humano



Esquema 8.- Ligamentos de la cadera, visión anterior.

resistiendo una tracción de 350 Kg. Los ligamentos extracapsulares son la zona (=cinturón) orbicular (7) o circulares y los ligamentos iliofemoral (1), isquiofemoral (6) y pubofemoral (8). Estos ligamentos refuerzan la cápsula y limitan los movimientos, excepto la flexión. La zona orbicular rodea la parte más estrecha

del cuello femoral; este ligamento resalta como una elevación circular en el interior de la cápsula, mientras que, externamente, está cubierto por otros ligamentos que irradian a él parcialmente. De aquí que la cabeza femoral se proyecte dentro de la zona orbicular como un botón en su ojal. Las fibras circulares, el labio acetabular y la presión atmosférica mantienen el contacto entre la cabeza femoral y el acetábulo.

El ligamento de la cabeza es intracapsular. Son zonas débiles de la cápsula las que no están reforzadas por ligamentos. Entre la cápsula y el músculo iliopsoas se encuentra la bolsa sinovial iliopectínea que comunica con la cavidad articular en el 10-15 % de los casos.

El ligamento iliofemoral (1) se origina en la espina iliaca antero inferior (2) y en el borde del acetábulo para terminar en la línea intertrocantérica (3). Consta de una porción lateral (4), fuerte, que cursa paralela al eje del cuello, y una porción medial (5) paralela al eje del cuerpo femoral. En un conjunto adopta la forma de una “Y” invertida. Las fibras de la porción lateral muestran un trayecto retorcido como las espiras de un sacacorchos.



Esquema 9.- Ligamentos de la cadera. Visión posterior.

En posición erecta, con la pelvis inclinada hacia atrás, el retorcimiento y tensión de este ligamento permite la posición erecta sin necesidad de acción muscular y evita que el tronco oscile dorsalmente. Además, asegura el contacto de la cabeza femoral con la cavidad articular. Al flexionarse los muslos, se reduce la tensión

de ambos ligamentos iliofemorales dejando que la pelvis se incline dorsalmente, con lo que hace posible la postura sentada. La porción lateral del ligamento limita la adducción y rotación externa del fémur y la medial la rotación interna. Los movimientos de rotación del fémur son más amplios con la cadera flexionada. El ligamento isquiofemoral (6) se origina en el isquion, debajo del acetábulo, y transcurre casi horizontalmente sobre el cuello del fémur para terminar en el mismo lugar que la porción lateral del ligamento iliofemoral, además, parte de sus fibras irradian al interior de la zona orbicular (7). Limita la rotación medial del muslo [Khale W. 1987<sup>(11)</sup>].

El ligamento pubofemoral (8) es el más débil de los tres ligamentos. Se origina en la cresta obturatriz y parte adyacente de la membrana homónima (9) e irradia a la zona orbicular alcanzando el fémur a través de ella. Limita los movimientos de abducción.

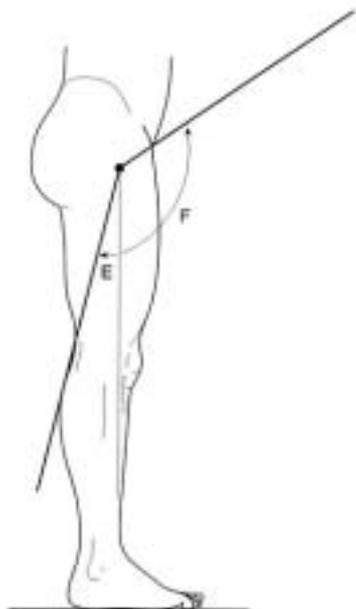


Esquema 10.- Localización ligamento redondo

El ligamento de la cabeza femoral o redondo (13), intracapsular, se extiende de la incisura acetabular a la fosita de la cabeza. Normalmente no contribuye al mantenimiento del contacto de las superficies articulares, aunque puede evitar una excesiva separación de las mismas en caso de luxación.

### 1.2.5. MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

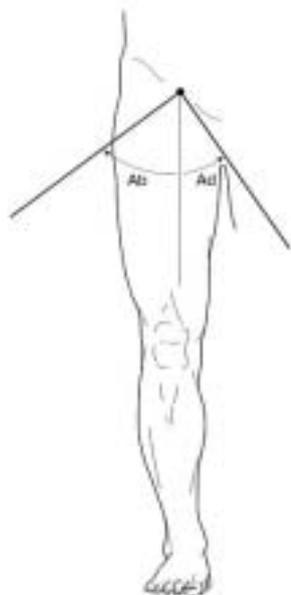
El tono muscular limita, en el sujeto vivo, la amplitud de los movimientos como se pone de manifiesto al flexionar la cadera con la pierna en extensión.



Esquema 11.- El arco de movilidad de la extensión es de 0°-30° y el de flexión de 0-130°.

En la cadera son posibles movimientos de flexión, extensión, abducción, adducción, rotaciones y circunducción.

El movimiento de flexión-extensión de la cadera ocurre alrededor de un eje transversal que pasa por la cabeza del fémur. Si se flexiona la rodilla el muslo llega a contactar con el abdomen. La flexión es más amplia que la extensión que solo puede ser realizada poco más allá de la vertical. La amplitud del movimiento de extensión es de 0° - 30° y el de flexión de 0° -130°. (Esquema 11)



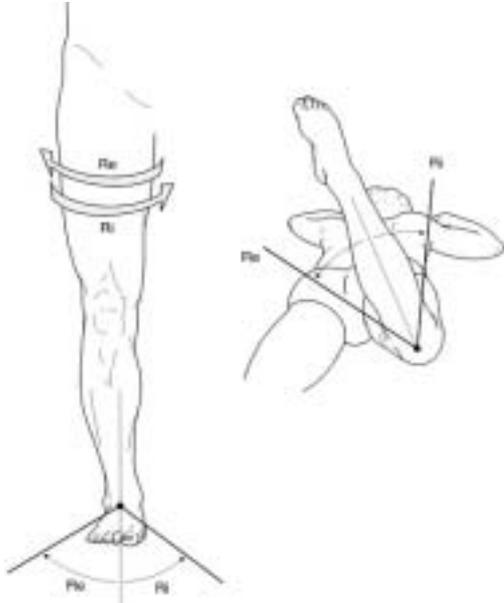
Esquema 12.- La amplitud del movimiento de adducción es de 0°-20° y el de abducción es de 0°-45°.

Los principales músculos flexores de la cadera son: m. posas-iliaco, m. sartorio, m. recto anterior m. tensor de la fascia lata; mientras que los extensores son: m. isquiosurales (m. bíceps femoral, m. semitendinoso, m. semimenbranoso) m. glúteo mayor m tensor de la fascia lata.

El movimiento de abducción-adducción ocurre alrededor de un eje antero-posterior que pasa por la cabeza femoral. Los principales músculos

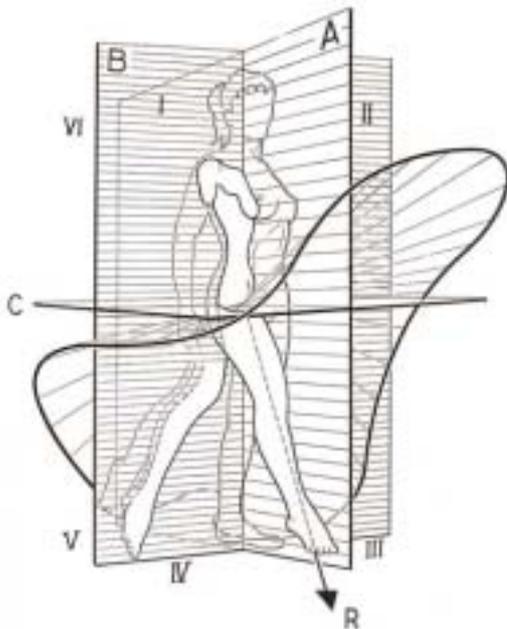
abductores son: m glúteo mediano, m. glúteo menor, m. tensor de la fascia lata, mientras que los adductores son: m pectíneo, m. aductor pequeño, m. adductor

mayor, m. adductor mediano. La amplitud del movimiento de adducción es de  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$  y el de abducción es de  $0^{\circ}$ - $45^{\circ}$ .(Esquema 12)



Esquema 13.- La amplitud del movimiento de rotación interna es de  $0^{\circ}$ - $35^{\circ}$  y el de rotación externa es de  $0^{\circ}$ - $45^{\circ}$ .

La rotación del muslo se realiza alrededor de un eje vertical que atraviesa la cabeza femoral y el cóndilo medial del fémur. La amplitud de los movimientos de rotación depende del ángulo de inclinación del cuello femoral. Así, la rotación interna es tanto más amplia cuando más grande es el ángulo de anteversión. En los casos de mínima anteversión o cuando existe un retroversión, la rotación interna es mínima o nula. Con la pierna extendida, la rotación puede alcanzar los  $70^{\circ}$  ( $45^{\circ}$  de rotación externa y los  $35^{\circ}$  de rotación interna). (Esquema 13)



Esquema 14.- Descripción del movimiento de circunducción, donde la flecha **R** representa el eje del cono descrito en el movimiento combinado a través de los tres ejes de movilidad.

Los músculos rotadores internos principales son: m. tensor de la fascia lata y el fascículo anterior m. glúteo menor y mediano, mientras que los músculos rotadores externo son: m. cuadrado crural, m. obturador externo, m. piramidal, m obturador interno.

Como todas las articulaciones que tienen tres ejes de movimiento, la circunducción

se define como la combinación simultánea de los movimientos elementales realizados alrededor de tres ejes [Kapandji I.A. 1970 <sup>(7)</sup>].

La circunducción es un movimiento complejo en el que la pierna describe la superficie de un cono irregular cuyo vértice corresponde a la cabeza del fémur [Joseph J 1975<sup>(12)</sup>].(Esquema 14)

## 2. HIPOTESIS

Estudiar y describir las lesiones que aparecen en la cadera del deportista del alto nivel practicante de taekwondo, analizando los parámetros que tienen una influencia en su aparición.

Para ello vamos a intentar responder las siguientes cuestiones que se nos plantean al ver la evolución que se produce durante la vida deportiva de estos sujetos:

- 1.) ¿En que entidad patológica podemos encuadrar la afección de la cadera del practicante de taekwondo?
  
- 2.) ¿Existe una mayor incidencia en función del sexo, valores antropométricos, edad de inició en la actividad deportiva, horas de práctica o pierna dominante?
  
- 3.) ¿Qué sintomatología define el cuadro y su repercusión sobre la funcionalidad de la articulación?
  
- 4.) ¿Qué tipo de lesiones anatomopatológicas son las más frecuentes en estos deportista?
  
- 5.) ¿La estructura anatómica de la articulación de la cadera es un factor de riesgo?
  
- 6.) ¿Qué exploraciones complementarias nos ayudan más al diagnóstico precoz de esta entidad patológica?

7.) ¿Qué fuerzas se desarrollan en el seno de la articulación, qué rangos de movilidad se producen y cómo se comportan los diferentes grupos musculares tanto de la pierna de apoyo como de la pierna dominante (golpea al contrario) durante la ejecución de las diferentes técnicas básicas de ataque?

### **3. MATERIAL Y METODO**

#### **3.1. POBLACION**

Para intentar aclarar el cuadro sintomático que afecta a algunos de nuestros mejores deportistas y que limita su capacidad de rendimiento deportivo, nos proponemos realizar un trabajo descriptivo sobre las lesiones que asientan en la cadera de este colectivo de practicantes de taekwondo de alto nivel residentes en el CAR (Centro de Alto Rendimiento Deportivo) que son forman actualmente la élite del Taekwondo nacional español (2ª potencia mundial) y de los equipos nacionales de México (1ª potencial del continente americano) y Venezuela (potencia emergente en América del sur). Este colectivo esta formado por 40 deportistas (20 chicos y 20 chicas) del máximo nivel, a los que se les solicito su consentimiento para formar parte del estudio parte y la única condición que debe reunir como condición "sine quanon" para ser incluido o rechazado es que lleve un mínimo de 6 años dentro del equipo nacional absoluto de su país.

La posibilidad de poder examinar componentes de otros países ha sido posible porque durante los años 1999-2004, periodos de preparación de las Olimpiada de Sydney y Atenas, estos equipos han realizado en diferentes ocasiones concentraciones en el CAR de Sant Cugat sede de la concentración permanente del equipo nacional español.

Del currículo deportivo de estos taekwondistas destacamos: 4 medallas de oro, 3 medallas de plata y 4 medallistas de bronce en Juegos Olímpicos; 6 campeones del mundo (entre ellos el único bicampeón del mundo que no es de raza corean), 7 campeones de la copa del mundo entre los muchos entorchados que podemos decir de nuestra población.

## **3. 2. METODO**

El protocolo de estudio se basa en la siguiente sistemática de valoración:

### **3.2.1. ENCUESTA Y VALORACIÓN CLÍNICA DEL DEPORTISTA**

Elaboramos una encuesta donde se hacía constar los datos de filiación, tiempo de dedicación a la actividad deportiva, edad de inicio en la práctica del TKD, año de incorporación al equipo nacional, horas de entrenamiento/semana, valoración de la sintomatología que durante estos años de práctica ha podido padecer el paciente.

Posteriormente se realiza un exhaustivo examen clínico con una exploración física para resaltar los grados de movilidad articular (medido mediante goniómetros estándares) siguiendo los criterios de posición descritos por Hoppenfeld [Hoppenfeld S 1976<sup>(13)</sup>].

También valoramos el trófismo muscular, datos antropométricos, índice de masa magra (body mass index), existencia o no de dolor articular, posición en la que aparece el dolor y lesiones sufridas.

Todos los datos obtenidos se introducirán en una base de datos elaborada mediante el programa FileMarker<sup>®</sup>. Pro 6.0 para Windows<sup>®</sup> (se adjuntan protocolo de la base de datos).

# CADERA DEL TAEKWONDISTA

Nº Historia Hospital

Fecha visita

Nº Hist CAR

F Nacimiento

Edad

Nombre

Apellidos

Body mass

Talla

Peso

Inicio clínica

Lado afectado

Sintoma inicio

Clinica actual

Patología Asociada

Pierna Dominante

Rx SIMPLE

Dismorfia cabeza femoral

RMN

TAC

## EXPLORACION FISICA

### Flexión (0°-135°)

Derecha            grados

Izquierda            grados

### Rot. Externa (0°-45°)

Izquierda            grados

Derecha            grados

### Adducción (0°-20°)

Izquierda            grados

Derecha            grados

### Extension (0°-30°)

Derecha            grados

Izquierdo            grados

### Rot. Interna (0°-35°)

Izquierda            grados

Derecha            grados

### Abducción (0°-45°)

Izquierda            grados

Derecha            grados

### 3.2. 2. COXOMETRÍA MEDIANTE RADIOLOGÍA SIMPLE

Se practicara el siguiente protocolo de exploración basado en tres proyecciones básicas con el objetivo de valorar: la existencia de un pinzamiento articular, la presencia y localización de osteofitos marginales, el estudio morfológico de la cavidad glenoidea, cabeza y cuello femoral para objetivar la existencia de una alteración estructura (displasia, subluxación...) que fuera un factor de riesgo.

Las proyecciones serán:

- **Radiología en proyección de frente de pelvis:** para ello colocaremos al paciente en bipedestación y con una rotación interna de 20° de la extremidad inferior, tal como vemos en la figura 1. Ello nos permitirá un estudio comparativo de las dos cavidades articulares y con la rotación interna de 20° nos permite colocar al cuello del fémur en paralelo con la placa con lo cual conseguimos una imagen clara del mismo sin superposiciones que lo distorsionen.

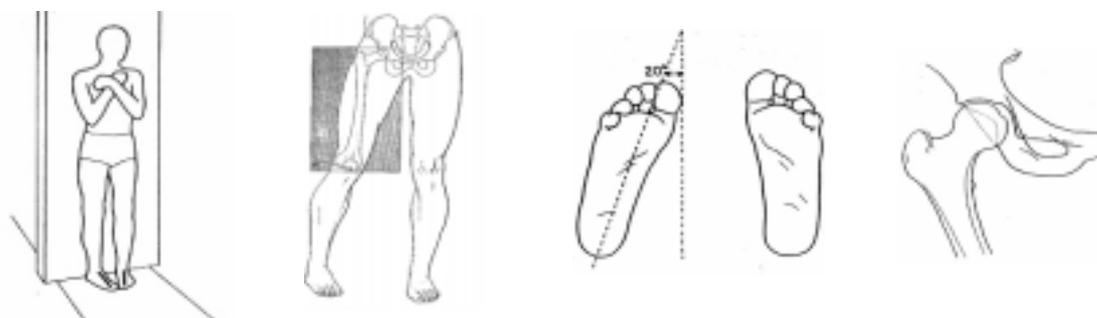


Fig. 1:- Esquema de la colocación del paciente para la realización de una correcta proyección de anteroposterior (A-P), colocando la extremidad inferior en una rotación interna de 20°.

G. Wiberg<sup>(14)</sup> en 1939 es el primero en proponer una serie de mediciones sobre la radiografía simple de cadera en proyección A-P, como era el "ángulo VCE", que recibe su nombre, que mide el grado de cobertura externa de la cabeza femoral por el cótilo. Este cálculo fue completado en 1954 por las aportaciones de M. Lesquesne [M. Lesquesne 1958<sup>(15)</sup>] en su tesis doctoral donde define los 3 ángulos fundamentales de

la morfología de la cadera en proyección de frente y que posteriormente completa en su trabajo publicado en 1963<sup>(16)</sup> reflejados en el esquema siguiente:

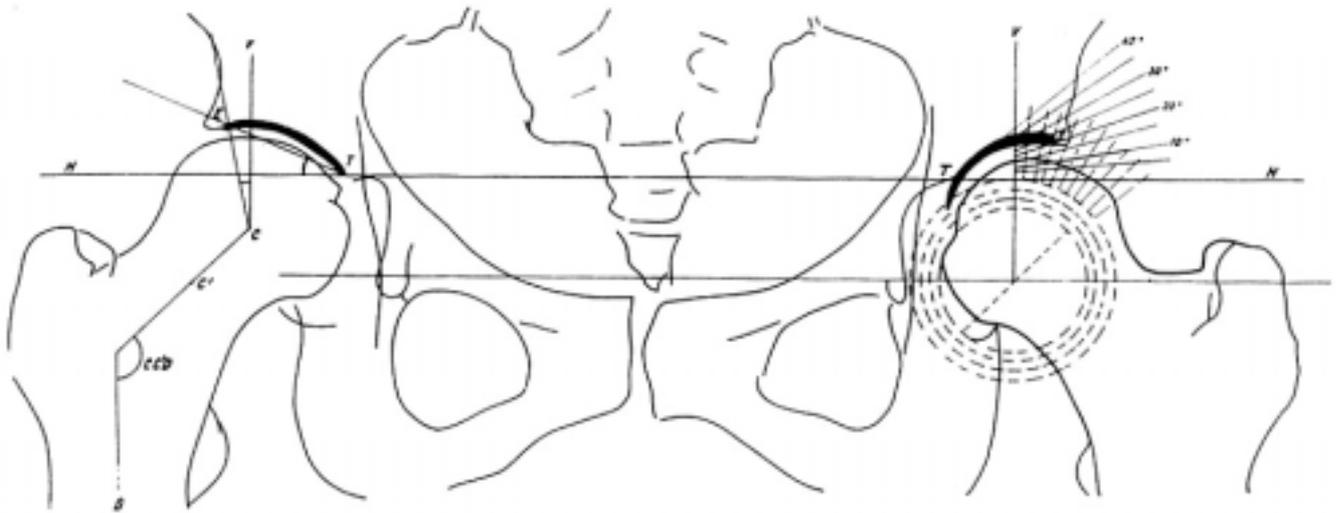


Fig. 2.- Valoración coxométrica siguiendo los criterios descritos por M. Lequesne, lo que nos permite obtener los valores de los ángulos CC'D, VCE y HTE. (Lequesne M. 1963<sup>(16)</sup>)

∉ **"Angulo VCE"** con un valor superior a los 25°, mide la cobertura externa de la cabeza por el techo (ángulo VCE descrito por G.Wiberg)<sup>(14)</sup>.

∉ **"Angulo HTE"** que nos mide la oblicuidad del techo del cótilo con un valor normal inferior a 10°. Siendo: "T" la unión del techo con la parte trasera del fondo del cótilo, "E" el extremo externo del techo y "HT" la horizontal de la pelvis y es línea que une dos puntos simétricos de la pelvis (los dos puntos T).

∉ **"Angulo CC'D o céfalo-cérvico-diafisario"** que mide la inclinación del cuello sobre la diáfisis, normalmente inferior a 135°. Donde "C" es el centro del cuello femoral, "D" el eje de la diáfisis del fémur y "C" el centro de la cabeza femoral.





Fig. 4.- Valoración del grosor de la interlínea formada por el techo del acetábulo y la cabeza del fémur en su región apical.

En esta proyección también valoramos el grosor de la interlínea articular, considerando sus límites el techo del acetábulo y la cabeza del fémur en su zona apical tal como mostramos en la figura (4).

El cálculo de este grosor se realiza mediante un pie de rey milimetrado siguiendo la sistemática de M. Lequesne [Lequesne M. 2004]<sup>(17)</sup>.

- **Proyección denominada de falso perfil:** descrito por Lequesne y de Sèze<sup>(18)</sup>, en 1961. Se coloca el paciente en bipedestación y con una inclinación de 65° con respecto al plano de la placa, manteniendo el pie de la cadera que se va a proyectar paralelo al plano de la placa (Fig. 5), con ello podremos visualizar correctamente la cobertura anterior de la cabeza femoral.

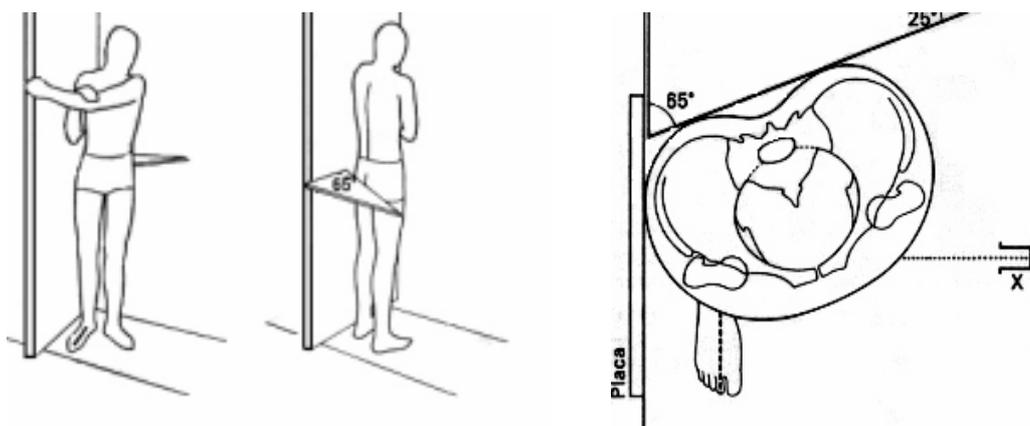


Fig. 5: - Colocación del paciente para la proyección del falso perfil de Lequesne y de Sèze, para visualizar la cobertura de la cabeza femoral.

La ventaja del falso perfil sobre el perfil estricto preconizado por de Sèze, Jaqueline y Dijan (1950)<sup>(19)</sup> es que en esta última proyección se superponen las dos cabezas y

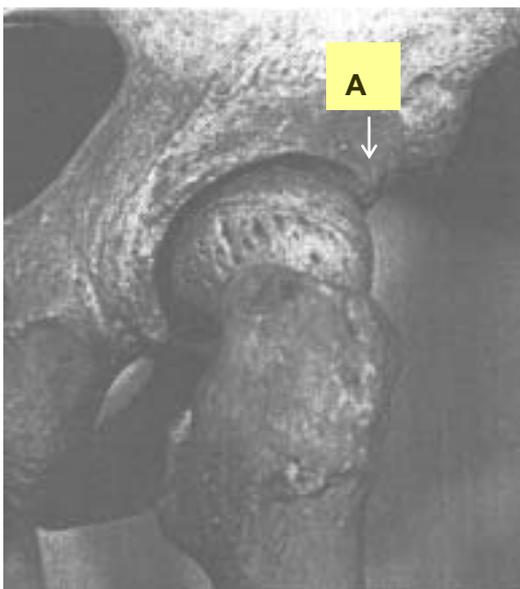


Fig. 6: - Fantomas óseo donde vemos la correspondencia del punto "A"

además es difícil evidenciar el límite anterior exacto del techo del cótilo . [Lequesne M. 1961<sup>(18)</sup>]

Mediante la proyección del falso perfil se obtiene una excelente imagen del borde anterior del cótilo y una correcta visión del ángulo antero-superior del techo (punto A) elemento clave a valorar en los casos de subluxación o de displasia congénita. Este "punto A" no debe ser confundido con el

borde anterior del cótilo y se encuentra normalmente por detrás de éste (Fig. 6).

También nos da una buena imagen de la parte posterointerna de la interlinea coxofemoral y con ello de la parte cartilaginosa posterior de la cavidad cotoidea. Todo ello nos ayuda a discernir aquellos casos dudosos en los que en la proyección AP no hay una disminución del espacio interarticular por lo incipiente del cuadro. [Lequesne M. 1963<sup>(20)</sup>]

Otro punto a favor de esta proyección es que la placa se realiza con el paciente en bipedestación con lo cual podemos tomar como referencia del eje del cuerpo el borde lateral de la placa lo que nos facilita el cálculo del ángulo VCA.

Es una técnica fácil de reproducir por los técnicos radiólogos dado que con una escuadra para el apoyo del paciente permite tras un pequeño ensayo la realización de la proyección (como se refleja en la Fig. 5).

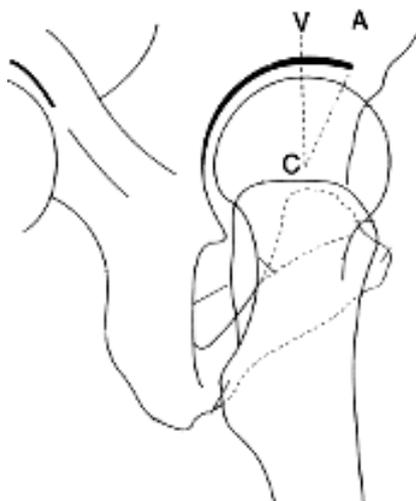


Fig. 7.- Proyección de falso perfil, donde queda bien definido el ángulo VCA.

**"Ángulo VCA"** (Fig. 7) Lequesne y de Sèze<sup>(18)</sup>, representa la cobertura anterior de la cabeza femoral medida sobre el falso perfil de pelvis. Donde "A" es el extremo anterior del techo del cótilo (final de la línea densa y remarcada).

"VC" es una línea paralela al borde de la placa ya que al ser realizada la placa con el paciente en bipedestación el borde de la placa representa el eje vertical del cuerpo que pasa por el centro de la cabeza femoral.

Normalmente este ángulo es de 28° siendo patológico cuando es inferior a 20°. Su insuficiencia define la hipoplasia o aplasia anterior del techo.

- **"Angulo de Torsión del cuello femoral":**

Desde que en 1868 Julius Wolff <sup>(21)</sup>, estudia la estructura normal del cuello del fémur y describe cual es la torsión normal del mismo, diferentes autores en el transcurso de los años han intentado relacionar las variaciones de este ángulo de torsión del cuello femoral como un factor de riesgo de la luxación o subluxación coxofemoral.

Definimos el ángulo de torsión del cuello femoral como el ángulo formado por la intersección del eje transcondilar con eje axial central del cuello femoral. Este ángulo queda definido en el plano frontal o coronal anatómico, por ello si el ángulo se abre hacia la cara anterior hablaremos de "anterversión" o "antetorsión" del cuello (se le asigna un valor [+]) y si es a la inversa, abertura hacia el plano posterior, hablaremos de "retroversión" o "retrotorsión" (dándole un valor [-]).

Los estudios realizados en cadáveres para obtener el valor de referencia de este ángulo a lo largo de la historia nos muestran discrepancias importantes:

§ Mikulicz J 1878<sup>(22)</sup> nos da unos valores de normalidad que van de + 37° a -25°.

§ Broca en 1896 junto con Testut <sup>(23)</sup>, muestra unas cifras de + 38° a + 2°.

§ Soutter y Bradford en 1903<sup>(24)</sup>, realizado sobre un total de 154 fémures da una variación de + 50° a 0° con un rango de + 14.3°.

§ Parsons 1914<sup>(25)</sup>, estudia 300 fémures y encuentra unos límites entre + 40° y -17° con un rango de + 15.5°.

§ Durham 1915<sup>(26)</sup> en un estudio sobre 200 fémures da unos valores de +35° a 0° con un rango de 11.9°.

§ Pick, Stack y Anson 1941<sup>(27)</sup>, en un estudio sobre 152 fémures encuentra unos límites de +41° a -18° con un rango de +14°.

Pero el estudio más completo es el realizado por Kingsley y Olmsted en 1948<sup>(28)</sup> sobre 630 fémures individuales de adulto, 45 pares de fémures de adulto y 32 pares de

fémures de niños y jóvenes, es decir sobre un global de 784 fémures. Los valores límites para adultos se situaban entre + 38° y – 20° con un rango de + 8.021°, con 1° de diferencia entre el lado derecho comparado con el izquierdo y sin diferencias entre hombre y mujer. Para los adolescentes los valores eran de + 64° y –10° con un rango de + 24.4°; y para los niños los valores se situaban entre + 38° - 4.5° con un rango de 17.2°. De la valoración estadística de estas cifras se obtiene como límite superior de la normalidad los + 15°.

Para la obtención de los valores de torsión del cuello femoral mediante radiografía simple seguiremos el método descrito por Dunlap K. 1953 <sup>(29)</sup> para ello se realiza una proyección radiológica en sentido antero-posterior con el individuo colocado en decúbito prono, caderas en rotación neutra, rodillas flexionadas a 90°, muslos en abducción de 10° y piernas perpendiculares a la placa radiográfica; para la sistematización del estudio se ha construido un soporte como se indica en la figura 8. El foco del rayo debe ser perpendicular a la mesa de radiología y centrado en la sínfisis púbica.

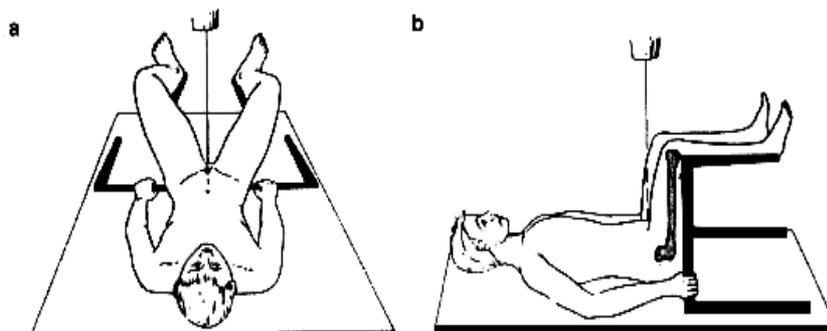
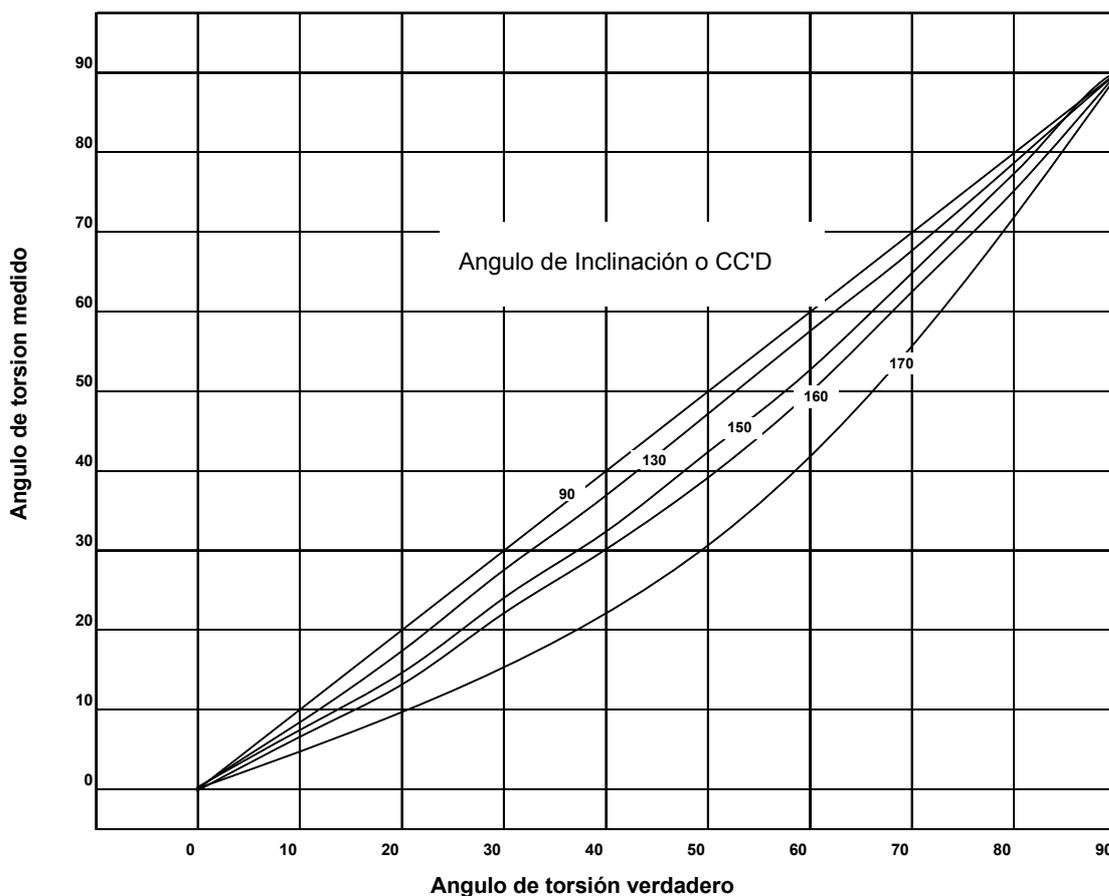


Fig. 8.- Proyección de Dunlap<sup>(29)</sup> con caderas en flexión de 90° y muslo en abducción de 10°.

La obtención de esta proyección nos permitirá medir el “ángulo aparente de torsión del cuello femoral” al realizar la intersección de las dos líneas, la primera representada por el eje transcondilar o borde inferior de la placa radiográfica, ya que

éste es perpendicular a los cóndilos femorales y la segunda, el eje central del cuello femoral. Este valor del ángulo así obtenido nos permitirá calcular el “ángulo verdadero de torsión femoral” al transportar dicho valor a la tabla I que esta tabulada en función de la Formula de Webber N° 1 y cruzarla con el ángulo de inclinación o **CC'D** o céfalo-cérvico-diafisario.



**Tabla I .-** Gráfico donde se relaciona el “ángulo de torsión medido” con el “ángulo de inclinación o CC'D” y que nos permite obtener el “ángulo verdadero de torsión”. Este gráfico esta confeccionado según la formula de Webber N° 1 para una abducción de los muslos de 10°.

### **Medida del Grosor de la Interlínea Articular**

Además se valora el grosor de la interlínea articular a nivel apical tanto en las proyecciones de frente como de falso perfil mediante la utilización de un pie de rey milimetrado, tomando como referencia el borde óseo de la cabeza femoral y el reborde de la cavidad cotiloidea.

Todos los datos obtenidos se introducirán en una base de datos confeccionada mediante el programa FileMarker<sup>®</sup>. Pro 6.0 para Windows<sup>®</sup> (se adjuntan protocolo de la base de datos).

# VALORACION RADIOLOGIA SIMPLE

Nº HIST CAR	Nº HISTORIA
NOMBRE	APELLIDOS

## PROYECCION DE FRENTE



### CADERA DERECHA

### CADERA IZQUIERDA

ANGULO "VCE" DERECHO	<u>NORMAL &gt; 25°, DISPLASIA =&lt; 20°</u>	ANGULO "VCE" IZQUIERDO	
ANGULO "HTE" DERECHO	<u>NORMAL &lt; 10°, DISPLASIA &gt;= 12°</u>	ANGULO "HTE" IZQUIERDO	
ANGULO "CC'D" DERECHO	<u>NORMAL &lt; 135°, DISPLASIA &gt;= 140°</u>	ANGULO "CC'D" IZQUIERDO	
GROSOR INTERLINEA DERECHA	mm	GROSOR INTERLINEA IZQUIERDA	mm

## PROYECCION DE FALSO PERFIL



### CADERA DERECHA

### CADERA IZQUIERDA

ANGULO "VCA" DERECHO	<u>NORMAL &gt;25°, DISPLASIA &lt;= 20°</u>	ANGULO "VCA" IZQUIERDO	
GROSOR INTERLINEA DERECHA	mm	GROSOR INTERLINEA IZQUIERDA	mm
ANGULO CUELLO DERECHO MEDIDO		ANGULO CUELLO IZQUIERDO MEDIDO	
ANGULO CUELLO DERECHO VERDADERO	<u>NORMAL &lt;15°, DISPLASIA &gt; = 20°</u>	ANGULO CUELLO IZQUIERDO VERDADERO	

### 3.2.3. TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTERIZADA (TAC)

La tomografía axial computerizada (TAC) se ha realizado mediante un escáner modelo Helicat 2 de la marca Philips.

En el estudio se han practicado cortes axiales de 2.5 mm de grosor tomando como referencia el intervalo de salida del ligamento redondo a nivel del acetábulo, desde 10 mm craneal hasta 10 mm caudal a éste. Posteriormente se han reconstruido las imágenes en el plano coronal a nivel del tercio anterior, medio y posterior de la cabeza femoral.

Las mediciones realizadas han sido:

§ Las reconstrucciones de los **cortes axiales**:

Hemos valorado la distancia entre el margen óseo acetabular y el margen óseo anterior y posterior de la cabeza femoral. Dichas mediciones se han practicado a dos niveles, el primero en el tercio superior (Fig. 9) y el segundo en el tercio inferior (entre el ligamento redondo y el inicio del cuello femoral) (Fig. 10). Estas valoraciones se han obtenido de las dos cabezas femorales.

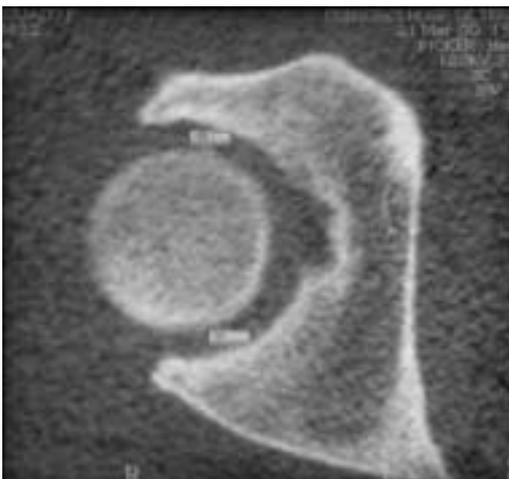


Fig. 9.- Corte a nivel del tercio superior de la cabeza femoral

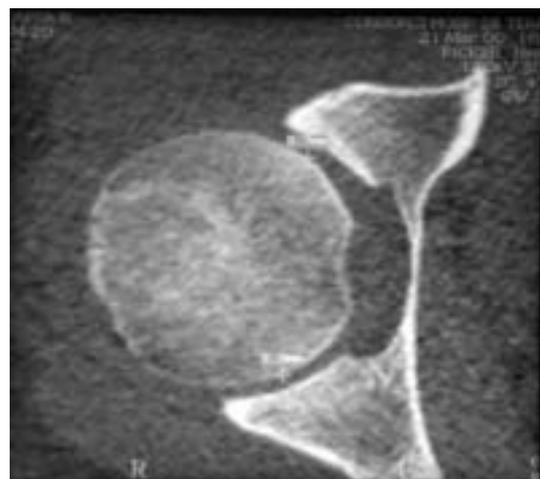


Fig. 10.-Corte de la cabeza femoral a nivel de su tercio inferior entre la entrada del lig. redondo y el cuello femoral.

Una segunda medición es la del ángulo que se forma entre una línea longitudinal que une los márgenes posteriores de ambas espinas isquiáticas (a) y línea del eje longitudinal del cuello femoral (b), que podría tener una equivalencia con el ángulo del cuello femoral que obtenemos con la proyección de radiología simple de torsión del cuello femoral (Fig. 11).



Fig. 11.- Composición del ángulo que forman la línea longitudinal posterior que une ambas espinas isquiáticas (a) y la línea longitudinal que pasa por el cuello femoral (b).

### § Sobre las **reconstrucciones de los cortes coronales**:

Se ha valorado la distancia entre el margen óseo acetabular y el margen ósea de la cabeza femoral en su polo superior (a) de la articulación y estas mediciones se han realizado a tres niveles: anterior (1), medio (2) y posterior (3) (figura 12).

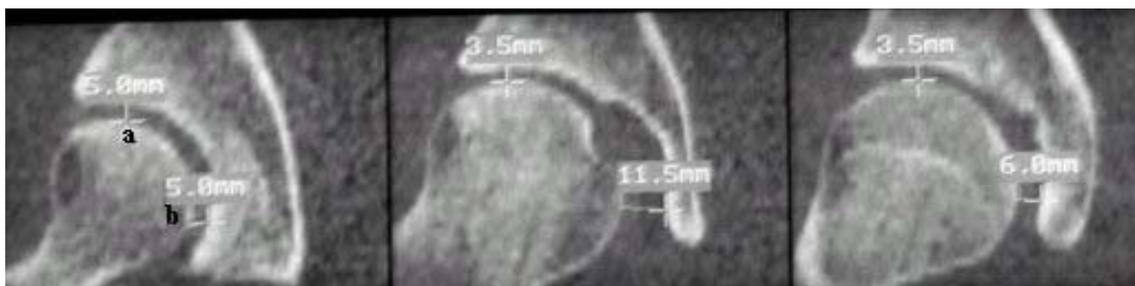


Fig. 12. - Reconstrucción coronal mediante TAC y obtención de los valores de la distancia de los márgenes óseo.

Todo ello nos dará una idea del posible pinzamiento del espacio intraarticular así como de la calidad del margen óseo (presencia de refuerzo del hueso subcondral, geodas). También objetivaremos la presencia de osteofitos marginales y su ubicación en la articulación.

Todos los datos obtenidos se introducirán en una base de datos confeccionada mediante el programa FileMarker®. Pro 6.0 para Windows® (se adjuntan protocolo de la base de datos).

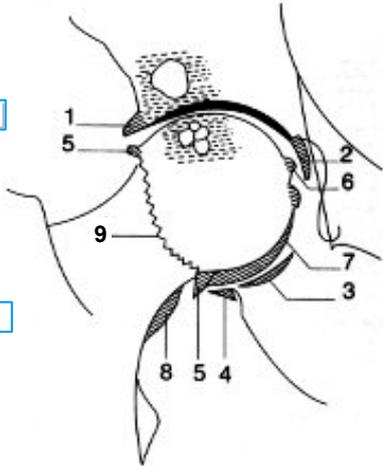
# VALORACION TAC

NOMBRE <input style="width: 80%;" type="text"/>	APELLIDOS <input style="width: 90%;" type="text"/>	Nº HISTORIA <input style="width: 80%;" type="text"/>
-------------------------------------------------	----------------------------------------------------	------------------------------------------------------

## CADERA DERECHA

- (1) COTILO CEJA SUPERIOR
- (2) COTILO CEJA ANTERIOR
- (3) COTILO CEJA POSTERIOR
- (4) COTILO CEJA INFERIOR
- (5) CERVICAL SUPERIOR
- (6) CERVICAL ANTERIOR O PERIFOVEAL
- (7) CERVICAL INFERIOR O DE ENTERRAMIENTO CERVICAL
- (8) "EN HAMACA" O SUBCERVICAL O CERVICAL INFERIOR
- (9) CERVICAL PERICAPITAL

OSTE_CAD_DER	
ARR_CA_DE	
FIS_CAED_DER	



### GROSOR DEL ESPACIO INTEROSEO CAVIDAD COTILOIDEA (mm)

C. AXIAL ANTERO SUPERIOR CAD DER	<input style="width: 100%;" type="text"/>	C. CORONAL SUPERO ANTERIOR CAD DER	<input style="width: 100%;" type="text"/>
C. AXIAL POSTERO SUPERIOR CAD DER	<input style="width: 100%;" type="text"/>	C. CORONAL SUPERIOR MEDIO CAD DER	<input style="width: 100%;" type="text"/>
C. AXIAL ANTERO INFERIOR CAD DER	<input style="width: 100%;" type="text"/>	C. CORONAL SUPERIOR POSTERIOR CAD DER	<input style="width: 100%;" type="text"/>
C. AXIAL POSTERO INFERIOR CAD DER	<input style="width: 100%;" type="text"/>		

GEOODAS DER

OSTEOCONDENSACION

ANGULO TORSION CUELLO FEMORAL CAD DER (°)

### OTR\_PAT\_DER


### 3.2.4. ESTUDIO MEDIANTE RMN

Para poder obtener una valoración de las partes blandas, tegumentos y marco óseo hemos realizado un estudio mediante un electroimán de 0.5 T (Contour 0.5-T General Electric Medical Systems, Milwaukee, Wis).

Las imágenes se obtienen con el paciente en decúbito supino. El protocolo estándar se realiza mediante una bobina específica del tipo Abdominal Flex (Medical Advantatge Abdominal Flex), efectuándose un corte rápido de localización en el plano coronal en secuencia T1 ( TR280/TE15, matriz de 192x160, 1Nex , tiempo de scan 1min 3seg) (Fig. 13).

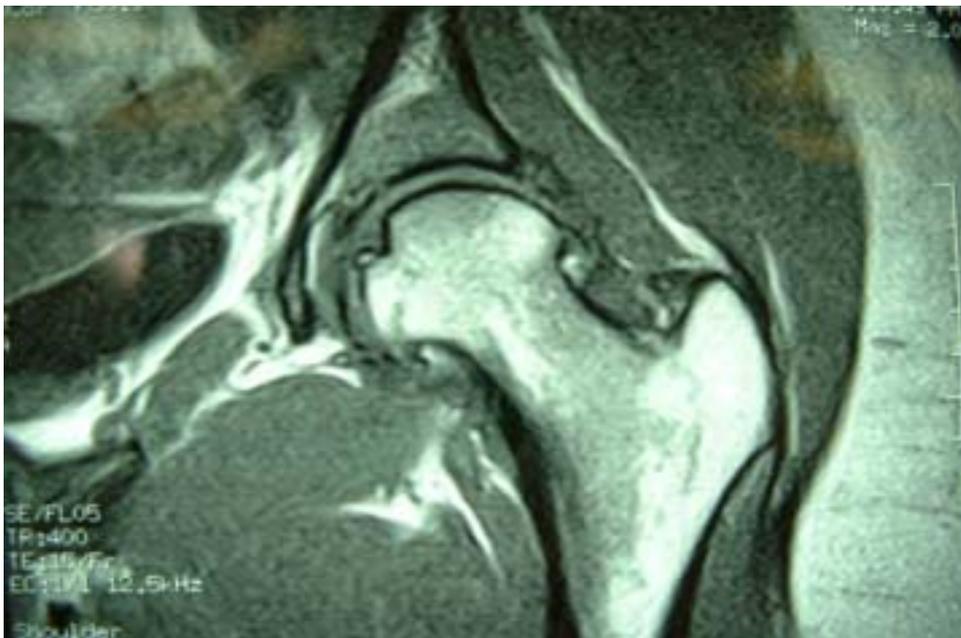


Fig. 13.- Corte coronal en secuencia T1.

Cortes axiales sobre ambas articulaciones coxofemorales en secuencia de variable eco (TR2000/TE14-84, matriz 256x192, 3 Nex, tiempo de scan 3min 40 seg) (Fig. 14).



Fig. 14.- Corte axial en secuencia variable de eco.

Cortes coronales oblicuos en secuencias de eco de gradiente potenciado en T2 (T2\*), primero sobre la articulación coxofemoral derecha y después sobre la izquierda (TR600/TE26/Flip Angle 30, matriz 256x192, 3 Nex, tiempo de scan 5 min. 50 seg) y cortes sagitales en secuencia de eco de gradiente potenciado en T2 (T2\*), primero sobre la articulación coxofemoral derecha y después sobre la izquierda, con los mismos parámetros que la secuencia anterior (Fig. 15).

El grosor de corte será de 4 mm en los cortes axiales y de 5 mm en los cortes coronales oblicuos y sagitales. La exploración queda reflejada en tres placas radiográficas de 35x43 cm. y se gravan todas las exploraciones en un DAT.

Todos los datos obtenidos se introducirán en una base de datos elaborada con el programa FileMarker Pro® 6.0 para Windows® (se adjuntan protocolo de la base de datos).



Fig. 15.- Corte coronal oblicuo en secuencia gradiente eco T2

Los estudios realizados sobre radiología simple, TAC y RMN han sido llevados a cabo por médicos radiólogos diferentes y que en ningún caso sabían de qué deportista se trata ni ninguna de sus características técnicas ni de su estado clínico para que ello no influya en sus apreciaciones.

# VALORACION RMN

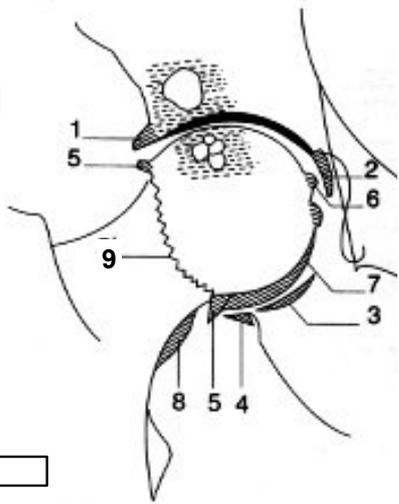
## CADERA IZQUIERDA

- (1) COTILO CEJA SUPERIOR
- (2) COTILO CEJA ANTERIOR
- (3) COTILO CEJA POSTERIOR
- (4) COTILO CEJA INFERIOR
- (5) CERVICAL SUPERIOR
- (6) CERVICAL ANTERIOR O PERIFOVEAL
- (7) CERVICAL INFERIOR O DE ENTERRAMIENTO CERVICAL
- (8) "EN HAMACA" O SUBCERVICAL O CERVICAL INFERIOR
- (9) CERVICAL PERICAPITAL

**OSTEOFITO**

**ARRANCAMIENTO**

**FISURACION**



### GROSOR DEL CARTILAGO CERVICAL (mm)

CE\_I\_C\_COR\_INT

CE\_I\_C\_COR\_EXT

CE\_I\_C\_SAG\_ANT

CE\_I\_C\_SAG\_MED

CE\_I\_C\_SAG\_POS

### GROSOR DEL CARTILAGO CAVIDAD COTILOIDEA (mm)

CO\_I\_C\_COR\_INT

CO\_I\_C\_COR\_EXT

CO\_I\_C\_SAG\_ANT

CO\_I\_C\_SAG\_MED

CO\_I\_C\_SAG\_POS

VOLUMEN GLOBAL CAVIDAD ARTICULAR IZQ

**OSTEOCONDENSACION**

**GEODAS**

**DERRAME ARTICULAR**

**QUISTES PERILABRALES**

- (1) SI, CEFALICO SUPERIOR
- (2) SI, CEFALICO INFERIOR
- (3) SI, CEFALICO ANTERIOR
- (4) NO, FECALICO
- (5) SI, CAV. GLENOIDE SUPERIOR
- (6) SI, CAV. GLENOIDEA INFERIOR
- (7) SI, CAV. GLENOIDEA ANTERIOR
- (8) NO, CAV. GLENOIDEA

**ED\_OS\_CA\_I**

**LAB\_CA\_I**

- (1) ANTERIOR DEGERANDO
- (2) POSTERIOR DEGERANDO
- (3) SUPERIOR DEGERANDO
- (4) INFERIOR DEGERANDO
- (5) ANTERIOR ARRANCADO
- (6) POSTERIOR ARRANCADO
- (7) SUPERIOR ARRANCADO
- (8) INFERIOR ARRANCADO
- (9) FISURADO ANTERIOR
- (10) FISURADO POSTERIOR
- (11) FISURADO SUPERIOR
- (12) FISURADO INFERIOR

- (1) RUPTURA, Lig. TRANVERSO DEL ACETABULO
- (2) RUPTURA, Lig. ILIOFEMORAL
- (3) RUPTURA, Lig. ORBICULAR
- (4) RUPTURA, Lig. ISQUIOFEMORAL
- (5) RUPTURA, Lig. PUBOFEMORAL
- (6) RUPTURA, Lig. REDONDO
- (7) INDEMNIDAD

**LIGAMENTOS CAPSULARES**

**OTR\_P\_C\_I**

**S\_PUB**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3.2.5. VALORACIÓN FOTOGRAMETRICA, E.M.G. Y PLATAFORMA DE FUERZAS

Para ver el comportamiento de los grupos musculares más representativos del tronco, cadera y extremidades inferiores, así como, las fuerzas que se generan tanto en la pierna de apoyo como en la de impacto, hemos aunado la señal EMG, plataforma de fuerzas y videografía con los siguientes parámetros técnicos de trabajo. [Abdel-Aziz Y. 1971<sup>(30)</sup>], [Pearson J. 1997]<sup>(31)</sup>, [Winter D. 1979]<sup>(32)</sup>, [unpuu S. 1994]<sup>(33)</sup>.

#### **Análisis Electromiográfico**

Se ha utilizado el sistema de captura de la actividad eléctrica muscular Mega Electronics (MegaWin) de 8 canales. Dada la limitación técnica en el número de canales a 8, las 5 técnicas básicas de ataque de taekwondo tuvieron que ser repetidas 5 veces para poder capturar los 35 músculos asignados para el estudio según la siguiente distribución:

Grupo 1 (derecho) y Grupo 2 (izquierdo): m. Erector Espinal o Sacroespinal, m. Multifidus, m. Oblicuo Externo del Abdomen, m. Recto Anterior, m. Glúteo Mayor, m. Glúteo Mediano, m. Adductor Medio y m. Recto Interno.

Grupo 3 (derecho) y Grupo 4 (izquierdo): Vasto Interno del m. Cuadriceps, recto anterior del muslo, Vasto Externo del m. Cuadriceps, m. Semitendinoso, m. Bíceps Femoral, m. Gemelo Interno y m. Gemelo Externo

Grupo 5: m. Extensor Propio del 1<sup>er</sup> dedo del pie izquierdo, m. Flexor Plantar del 1<sup>er</sup> dedo del pie (derecho e izquierdo), m. Peroneo Lateral (derecho e izquierdo) y m. Tibial Anterior (derecho e izquierdo).

La función que desempeñan cada uno de los músculos que hemos valorado en nuestro estudio es:

- M. Multifidus derecho e izquierdo: Su acción, cuando actúan conjuntamente, es la extensión de la columna pero si actúa el de un sólo lado produce inclinación lateral y rotación de la misma. Fundamentalmente fijan la columna.
- M. Erector Espinal o Sacroespinal (fundamentalmente su porción ileocostolumbar) derecho e izquierdo: Si actúan ambos lados al unísono son extensores de la columna y si actúa sólo el de un lado inclina la columna hacia el lado contraído
- M. Oblicuo externo del abdomen, componente de la faja abdominal: Su contracción unilateral produce rotación del tórax hacia el lado contrario (conjuntamente con los músculos dorsales) y la acción de ambos lados produce flexión del tronco.
- M. Recto del abdomen derecho e izquierdo: Es flexor del tórax o elevador de la pelvis (antagonista de los músculos erectores de la columna) y comprime el abdomen.
- M. Glúteo mediano derecho e izquierdo: Es un abductor del muslo , rotador interno (porción ventral y lateral) y externo (porción dorsal o interna)
- M. Glúteo mayor derecho e izquierdo: Es extensor del muslo, ayuda a la abducción (porción superior) y a la adducción (porción inferior); además, es un rotador externo y las fibras que toman inserción en la cintilla de Maissiat extienden la rodilla. También ayuda a mantener la erección del tronco.
- M. Adductor mediano derecho e izquierdo: Adduce el muslo y ayuda a la flexión de la articulación coxofemoral.
- M. Recto interno derecho e izquierdo; Adduce el muslo, ayuda a la flexión y rotación interna de la pierna.

- M. Cuadriceps derecho e izquierdo sectorizando
  - . Vasto medial
  - . Recto anterior muslo
  - . Vasto Lateral

Es extensor de la rodilla y el recto anterior del muslo produce flexión del muslo sobre la cadera.

- M. Semitendinoso derecho e izquierdo: Produce flexión y rotación interna de la pierna, además, es extensor de la articulación coxofemoral.
- M. Bíceps femoral derecho e izquierdo: Produce flexión con rotación externa de la pierna. Además, extiende el muslo.
- M. Tríceps sural derecho e izquierdo donde hemos diferenciado
  - . Gastrocnemius Medial
  - . Gastrocnemius Lateral

Es flexor plantar del pie y supinador; los músculos gemelos son flexores de la rodilla.

- M. Extensor propio 1<sup>er</sup> dedo del pie izquierdo: Extiende los dedos y la articulación del tobillo al tiempo que supina el metatarso.
- M. Tibial anterior derecho e izquierdo: Es flexor dorsal y supinador del metatarso.
- M. Peroneo lateral derecho e izquierdo: prona y abduce el pie y ayuda a la flexión plantar de la porción anterior del pie
- M. Flexor largo plantar 1<sup>er</sup> dedo del pie derecho e izquierdo: flexiona el 1<sup>er</sup> dedo pero además actúa sobre todo el pie produciendo flexión, supinación y aducción.



Fig. 16 .- Colocación electrodos buscando "punto gatillo".

Para el implante de los electrodos de superficie, después de la correcta preparación de la superficie cutánea, hemos buscado el punto motor de cada uno de los músculos (Fig.16).

La señal electromiográfica ha sido registrada con una frecuencia de muestreo de 1000Hz, filtrada

utilizando un filtro Butterworth paso baja de 4º grado a 500Hz (-3dB) y pasa alta de 3º grado a 8Hz (-3dB), amplificada (amplificador diferencial analógico, modo común de ratio de rechazo de 110dB, ganancia total de 305, ruido < 1uV), convertida analógica-digitalmente (14 bit), y guardada en el ordenador personal para su posterior análisis.

Durante la última fase del proceso de análisis, la señal electromiográfica ha sido filtrada mediante un filtro RMS (root-mean-square) 50-ms<sup>(34)</sup>.

Para su localización nos hemos basado en los puntos anatómicos de referencia indicados en los trabajos de John V Basmajian y Robert Blumenstein<sup>(35)</sup> y además nos hemos asegurado explorando mediante la aplicación del polo (+) del electroestimulador a baja intensidad para ver que se correspondía con la zona de máxima reclutamiento fibrilar (Fig. 14).

Una vez hemos colocado los electrodos al deportista le hemos solicitado la realización de las 5 técnicas básicas (Bandal, Dollio, Mondollio, Neryo, Tuit) a la máxima intensidad; estas acciones se realizaban sobre una superficie donde se había adaptado la plataforma de fuerzas y donde el examinador colocaba el "mit" o colgaba el saco de entrenamiento del techo para que el deportista tuviera su referencia para realizar el golpeo como es costumbre en la preparación de este deporte.

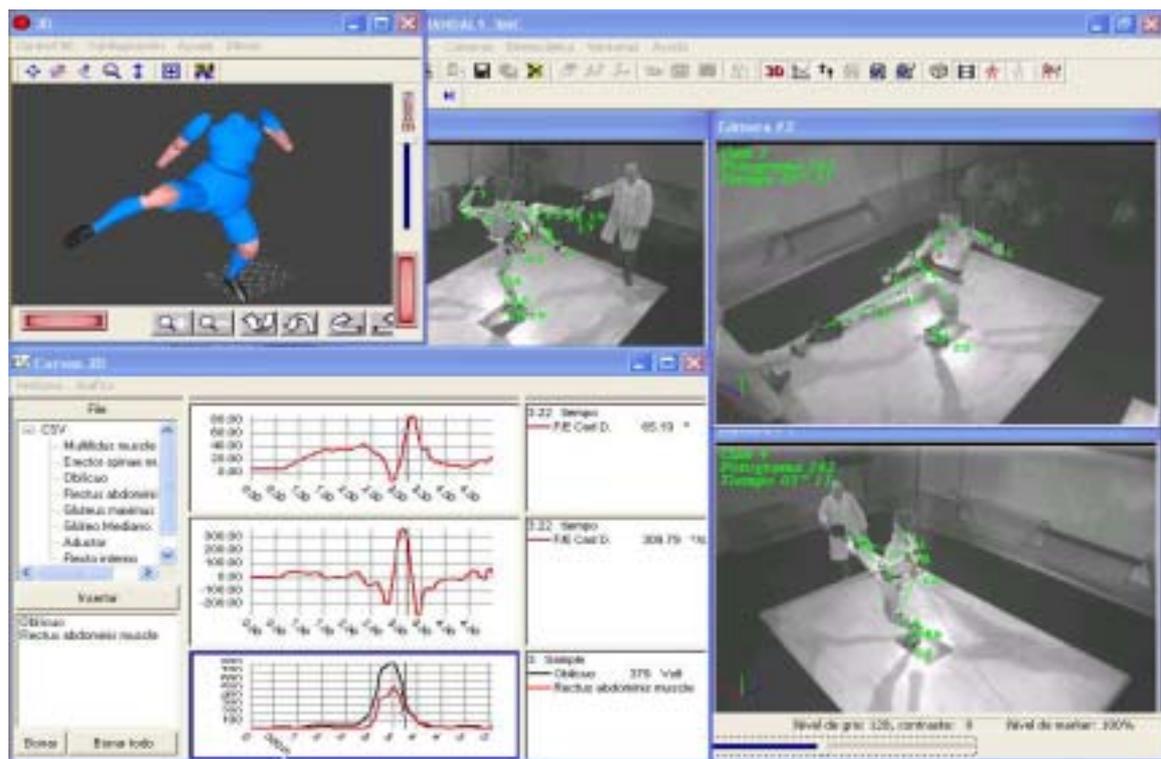


Fig. 17.- Imagen resumen donde se integran las diferentes curvas para analizar el movimiento del practicante de Taekwondo.

Nuestro deportista es diestro lo que implica que la pierna de impacto es la derecha y la pierna de apoyo es la izquierda. La señal eléctrica generada por cada músculo en cada acción de combate la hemos comparado con la señal producida por ese mismo músculo durante una contracción isométrica máxima voluntaria (CMI), obtenida previamente mediante la realización del movimiento específico de cada músculo. Así, podemos obtener el porcentaje de la fuerza máxima isométrica que se utiliza y en qué momento de la técnica se produce. Además, podemos determinar el % de tiempo de trabajo que cada uno de los músculos esta invirtiendo en el global del tiempo de ejecución de cada técnica. (Fig. 17)

Sabemos que las capturas con electrodos de superficie presentan una serie de limitaciones como son la dispersión de la señal eléctrica, que se provoca a su paso por el tejido subcutáneo y por la piel, así como la dificultad de separar la señal de dos músculos adyacentes que inician su actividad simultáneamente. Para evitar estos inconvenientes es mejor la utilización del E.M.G. con electrodos de aguja, ya que

permite individualizar mejor cada músculo, el tipo de inicio de la contracción y su intensidad <sup>(36)</sup>, pero ello es muy difícil en el mundo del deporte.

### **Integración del Sistema de Análisis**

El sistema de captura y análisis del movimiento STT (Ergonomía) ha permitido la integración de las 3 señales analizadas. Las dos primeras, cinemática y EMG, han sido integradas automáticamente mediante la conexión por cable: la señal videográfica ha actuado como Master enviando el pulso de inicio de captura al sistema Mega.

La sincronización de la plataforma de fuerzas, que únicamente registraba 5 segundos, con el sistema de análisis cinemático se ha realizado manualmente teniendo como referencia el primer fotograma donde se observaba el contacto del pie con la plataforma. Mediante una macro de Excel<sup>®</sup> ha podido ser adaptado el inicio de la ejecución de fuerza con el primer fotograma, para la posterior adaptación temporal a cada una de las repeticiones.

Se ha considerado el momento de contacto con la plataforma como instante "10.00" para coordinar temporalmente todas las técnicas analizadas.

Para estandarizar el estudio de cada una de las técnicas hemos relacionado el momento en que se produce este pico máximo de contracción muscular con el instante en que el pie de apoyo del deportista contacta con la plataforma de fuerzas (momento que aleatoriamente hemos denominado como instante "10"). Así, todo lo que pase de 10 quiere decir que en ese momento el deportista esta contactando su extremidad de apoyo con la plataforma de fuerza y podemos valorar la fuerza que se esta generando contra ella. Todo valor inferior a 10 nos indicará que el deportista todavía no ha contactado su extremidad en la plataforma de fuerzas.

Para ver mejor la implicación de cada grupo muscular y las fuerzas generadas en la cadera hemos dividido cada técnica en 3 períodos en función del momento en que se produce el contacto de la pierna de apoyo sobre la plataforma de fuerzas:

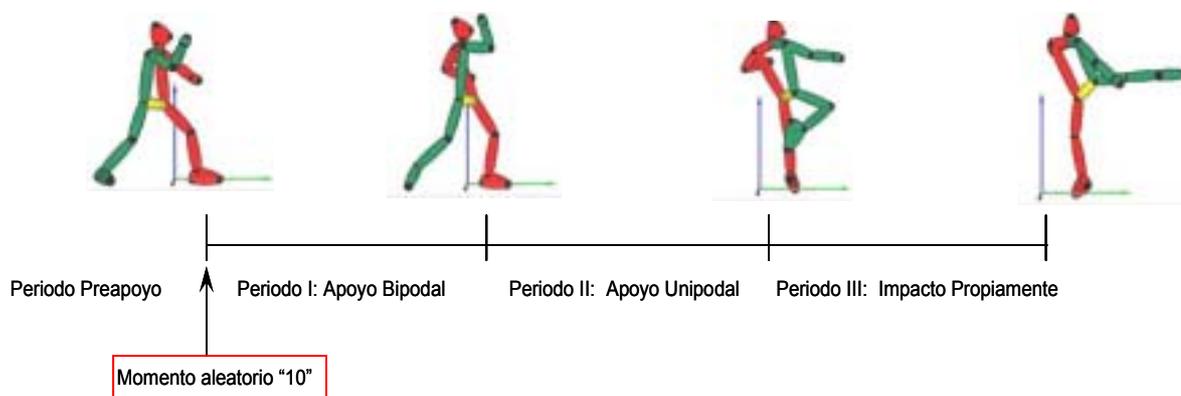


Fig. 18.- Esquema de la distribución de los diferentes períodos en los que hemos dividido cada técnica y la ubicación del punto "10".

- § Período I: período de tiempo comprendido entre el contacto del pie de apoyo sobre la plataforma de fuerzas y el despegue del pie de impacto del suelo y lo denominamos Período I de "Apoyo Bipodal".
- § El Período II o de "Apoyo Unipodal" : va desde que el pie de impacto pierde su contacto con el suelo hasta el primer contacto con el saco o "mitt".
- § Período III o de "Impacto propiamente": abarca desde el primer contacto con el saco o "mitt" hasta la desaceleración del pie de impacto tras el contacto con el objeto.

Existiría un cuarto período que denominamos de Período de "Preapoyo" a la plataforma que resume todos los acontecimientos previos al instante del contacto del pie de apoyo sobre la plataforma (Fig. 18).

## Análisis cinemático

Para la realización del análisis cinemático se ha utilizado la tecnología fotogramétrica consistente en la grabación videográfica de secuencias y diseño de un modelo mecánico tridimensional, para el cálculo de los siguientes parámetros: desplazamiento, velocidad lineal y angular de las articulaciones del cuerpo.



Fig. 19.- Distribución de los puntos articulares mediante reflectores ópticos

Se ha utilizado el sistema STT (Ergonomía) de captura automática y análisis del movimiento para el registro del desplazamiento de 19 puntos articulares del cuerpo (metatarsos, tobillos, rodillas, trocánter, hombros, codos, muñecas, C5, D6 y D12). Dicha captura se ha realizado automáticamente mediante la captación del desplazamiento de 22 marcadores externos: 19 de ellos colocados sobre la piel del taekwondista y 3 de ellos, representando el desplazamiento de los dos

trocánteres mediante un marco, que se situado sobre la L5 – S1 de la columna.(Fig. 19)

Usamos cuatro cámaras de vídeo (JAI CV—S3300 con ópticas Spacecom) adosadas debajo de 4 focos de 1000-w para provocar la refracción de los marcadores sobre el plano de captura de cada cámara. Se ubicaron dos cámaras por delante y dos por detrás del taekwondista de manera oblicua a la trayectoria frontal del mismo.

La grabación fue realizada con una frecuencia de muestreo de 50Hz (50 imágenes/segundo), y a una velocidad de obturación de 1/500-1s. Las cámaras fueron sincronizadas enviando sendas señales de vídeo a un PC compatible que guardaba en disco la secuencia registrada mediante dos tarjetas digitalizadoras Matrox de 384 x 284 píxeles de resolución. Para el cálculo de las coordenadas 3D se ha utilizado la

Transformación Lineal Directa (DLT) para el cálculo de la posición tridimensional (3D) del marco de calibración. Para el suavizado de las coordenadas se ha utilizado un filtro digital Butterworth de 3<sup>er</sup> orden.

### **Análisis dinámico**

Para analizar el movimiento del deportista en cada una de las 5 técnicas básicas pedimos la deportistas efectuó en 5 ocasiones dicho movimiento e iniciamos el análisis a partir de que el deportista sitúa el pie de apoyo sobre una plataforma de fuerzas piezoeléctrica de la marca Kistler<sup>®</sup>. Aunque el registro ha sido realizado para las tres componentes de la fuerza ejercida sobre la plataforma, solamente la vertical ha sido considerada para el análisis.

El tiempo total de registro dinámico ha sido de 5 segundos por repetición con una frecuencia de muestreo de 500Hz. Se ha utilizado un filtro digital Butterworth de pasa baja a 10Hz para el suavizado de la curva de fuerza vertical.<sup>(37)</sup>

Una vez estandarizado el sistema y con la integración correcta de las señales programamos una sesión con el deportista perteneciente al equipo nacional español, que a criterio del equipo técnico realizaba de forma más correcta cada una de las técnicas básicas de ataque. El deportista no había sufrido ninguna lesión en los últimos seis meses y se encontraba en un ciclo de máximo rendimiento de su preparación, puesto que a la semana siguiente tenía el Campeonato de España, fundamental dentro de su calendario para asistir a los encuentros internacionales.

Hemos completado el estudio mediante un análisis fotogramétrico del movimiento (Sports Training Technologies, LLC) de las 5 técnicas de combate que más asiduamente son utilizadas: Bandal-Chagui, Dollio-Chagui, Tuit-Chagui, Neryo-

Chagui, Mondollio-Chagui, con ellas se consigue más del 90% de las acciones que obtiene punto en los combates.

Para ello hemos estandarizado cada una de las técnicas desde el momento en que despega el pie del suelo hasta que impacta en el saco de entrenamiento. Debemos tener presente que la capacidad de adquisición de imágenes con nuestro sistema es de 50 imágenes por segundo, lo que puede darnos un error del análisis cinemático que puede llegar a 4 mm [Balius X 1993<sup>(38)</sup>].

### **3.2.6. ANALISIS ESTADISTICO**

Para el estudio estadístico se ha realizado un primer análisis descriptivo mediante la determinación de frecuencias y porcentajes en las variables cualitativas. En las variables cuantitativas se ha determinado la mediana, la media aritmética, la desviación estándar y el error estándar de la media.

En el estudio de variables cualitativas se ha realizado la prueba de chi-cuadrado con la corrección de Yates cuando ha sido necesario. Para la comparación de variables cuantitativas, se ha realizado un análisis de la varianza (ANOVA). Los estudios de correlación se han hecho determinando el coeficiente de Pearson para distribuciones normales y el coeficiente de Spearman para otras distribuciones. Todo ello con la ayuda del programa SPSS®12.0 para Windows®.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. VALORACION CLINICA DEL DEPORTISTA

Las características de los 40 deportistas valorados son las siguientes:

Tabla .- II	EDAD	AÑOS PRACTICA	AÑOS EN EL EQUIPO NACIONAL	EDAD INICIO EN EL TKD	HORAS DE PRACTICA A LA SEMANA
Media	24,68	16,18	6,95	8,28	20,80
Mediana	24,50	16,00	5,50	8,00	17,00
Mínimo	18	9	6	3	2
Máximo	38	27	18	14	42

La edad media es de 24,68 a. (18-38 a), 20 sujetos son mujeres y 20 hombres, con una media de años de práctica de 16,18 a., la media de edad de inicio en la actividad deportiva se sitúa en los 8 a. (3-14 a), siendo el número de horas semanales de entrenamiento como media de 20,8 horas (Tabla -II).

Los valores antropométricos de nuestra población son los que mostramos en la tabla.- II con una media de talla de 1,747 mts, peso: 67,65 kgrs y BMI: 21,97.

Tabla III.- DATOS ANTROPOMÉTRICOS			
	INDICE MASA MAGRA	ALTURA	PESO
Media	21,97	174,78	67,65
Mediana	21,75	173,90	65,5
Desv. típ.	2,35	9,29	12,24
Mínimo	18,90	156	46,60
Máximo	27,21	195,3	93,50

La valoración de la movilidad articular (tabla IV):

<b>Tabla IV .- RANGOS DE MOVILIDAD ARTICULAR DE LOS TAEKWONDISTAS</b>						
	<b>DERECHA</b>			<b>IZQUIERDA</b>		
	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desv. típ.</b>
<b>ROT. INTERNA</b>	<b>37,78</b> (min: 22 , max: 68)	38	8,69	<b>38,67</b> (min: 20, max: 66)	38	7,84
<b>ROT. EXTERNA</b>	<b>53,78</b> (min: 20 , max: 84)	55	17,34	<b>52,83</b> (min: 26 , max: 82)	54	14,98
<b>FLEXION</b>	<b>140,85</b> (min: 110 , max: 170)	140	15,93	<b>142,65</b> (min: 110 , max: 170)	140	14,40
<b>EXTENSION</b>	<b>15,85</b> (min: 0 , max: 34)	19	12,23	<b>15,05</b> (min: 0 , max: 30)	18	11,43
<b>ABDUCCION</b>	<b>64,85</b> (min: 9 , max: 86)	68	15,55	<b>67,45</b> (min: 20 , max: 100)	69	14,47
<b>ADUCCION</b>	<b>23,95</b> (min: 10 , max: 100)	20	15,70	<b>24,5</b> (min: 10 , max: 100)	22	16,80

De esta población han presentado clínica (dolor o limitación de la movilidad) durante su vida deportiva 16 deportistas (10 mujeres y 6 varones) lo que representa un 40% de individuos, siendo el síntoma inicial más frecuente el dolor (11 casos). Se han visto afectados ambos lados por igual, en cuatro casos la afectación ha sido bilateral (3 mujeres y 1 hombre); siendo el número total de caderas con sintomatología de 20.

Si analizamos cual es la extremidad dominante (pierna con la que principalmente golpea el deportista) 28 son diestros, 6 ambidiestros y 6 zurdos. Entre los individuos que presentan clínica, en 4 casos asienta en la pierna dominante (derecha), siendo el resto de casos la cadera afectada la de la pierna de apoyo (no dominante) excepto en 2 casos que el individuo es ambidiestro; ello nos indica que la pierna más afectada es la pierna utilizada como apoyo.

## 4.2. COXOMETRIA MEDIANTE RADIOLOGIA SIMPLE

El análisis estructural de la cadera realizado mediante proyecciones de radiología simple obtenemos los siguientes valores medios mostrados en la tabla IV:

Tabla IV.- ANGULOS OBTENIDOS MEDIANTE PROYECCION DE RADIOLOGIA SIMPLE						
	CADERA DERECHA			CADERA IZQUIERDA		
	Media	Mediana	Desv. típ.	Media	Mediana	Desv. típ.
ANGULO VCE	21,01 (min: 8 ; max: 37)	21	7,22	21,9 (min: 4 ; max: 40)	23	8,19
ANGULO HTE	12,53 (min: 3 ; max: 23)	12	5,06	11,05 (min: 2 ; max: 26)	10	5,98
ANGULO CC'D	134,90 (min: 120 ; max: 47)	135	6,35	132,45 (min: 120 ; max: 146)	132	5,31
ANGULO VCA	25,00 (min: 7 ; max: 44)	25,5	7,38	26,90 (min: 7 ; max: 40)	27,5	7,37
ANG. TORSION CUELLO FEMORAL VERDADERO	12,85 (min: 0 ; max: 30)	11	8,43	11,98 (min: 0 ; max: 38)	7,5	8,73

Estos valores angulares que definen la estructura de la cadera, tanto de la cavidad cotiloidea como del cuello femoral, están en valor promedio dentro de la normalidad, aunque los ángulos VCE y HTE presentan valores muy cercanos al de la displasia, llegando en el ángulo HTE de la cadera derecha a valores displásicos (tabla IV). Ello traduciría una deficiente cobertura de la cabeza femoral en el plano frontal y con ello una distribución anómala de las presiones soportadas durante la marcha y el salto.

Si hacemos un análisis individualizado de cada uno de los valores medidos a nivel de la cadera derecha vemos que hay 17 sujetos que presentan el ángulo VCE displásico, 22 sujetos el ángulo HTE, 11 sujetos ángulo CC'D, 10 sujetos ángulo VCA y 9 sujetos ángulo torsión cuello femoral verdaderos que tiene valores displásicos. En la cadera izquierda: 13 sujetos el ángulo VCE, 17 sujetos el ángulo HTE, 5 sujetos el ángulo CC'D, 8 sujetos el ángulo VCA y 7 sujetos el ángulo de torsión del cuello femoral verdaderos. Solo hay 2 chicos y 5 chicas en las que no hay ninguna alteración de los ángulos estructurales. Si hacemos una correlación con la cadera sintomática, 9 (56,25%) de los pacientes con clínica no presentan ninguna alteración angular en sus

caderas, siendo el ángulo displásico más frecuente en las caderas sintomáticas el ángulo VCE con 7 casos seguido del ángulo HTE con 6 casos y coinciden ambos en estos últimos 6 casos.

La valoración del grosor de la interlinea medida sobre radiografía simple en proyección de frente y falso perfil nos muestra los siguientes valores expresados en mm (tabla V):

<b>Tabla V.- GROSOR INTERLINEA ARTICULAR MEDIDA SOBRE RADIOLOGÍA SIMPLE (mm)</b>			
	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desv. típ.</b>
<b>CADERA IZQUIERDA PROYECCION AP (Rx)</b>	5,10 (min: 3 ; max: 8)	5,00	1,32
<b>CADERA DERECHA PROYECCION AP (Rx)</b>	4,90 (min: 3 ; max: 9)	5,00	1,46
<b>CADERA IZQUIERDA PROYECCION FALSO PERFIL (Rx)</b>	5,03 (min: 3 ; max: 9)	5,00	1,31
<b>CADERA DERECHA PROYECCION FALSO PERFIL (Rx)</b>	5,04 (min: 2,5 ; max: 9)	5,00	1,57

En 10 casos (62,5%) de los 16 sintomáticos existe una disminución del grosor del cartílago medido en la cadera sintomática si lo comparamos con la media del grupo para esa cadera. Pero si tomamos como referencia los valores aportados en al revisión de Lequesne<sup>(17)</sup> para personas en edades comprendidos entre 16 y 50 años encontramos que 8 de los 16 individuos sintomáticos presentan valores inferiores a los aportados como normales en dicho estudio.

### 4.3. TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTERIZADA

Mediante la exploración con TAC hemos podidos detectar de una forma más precisa la existencia de alteraciones en los márgenes óseos, los hallazgos son los reflejados en la tabla VI:

<b>Tabla VI.- Nº DEPORTISTAS CON ALTERACIONES OSEAS DETECTADOS MEDIANTE T.A.C.</b>		
	<b>CADERA DERECHA</b>	<b>CADERA IZQUIERDA</b>
<b>OSTEOFITO</b>	20 (50%)	20 (50%)
<b>ARRANCAMIENTO</b>	2 (5%)	3 (7,5%)
<b>FISURACIÓN</b>	0	2 (5%)
<b>GEODAS</b>	7 (17,5%)	7 (17,5%)
<b>OSTEOCONDENSACIÓN</b>	10 (25%)	12 (30%)

La localización de los osteofitos siguiendo el patrón clásico definido por Lequesne M. 2000 <sup>(39)</sup> son las siguientes (tabla VII):

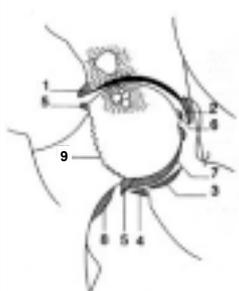
<b>Tabla VII.- LOCALIZACIÓN DE LOS OSTEOFITOS MEDIANTE T.A.C.</b>		
	<b>CADERA DERECHA</b>	<b>CADERA IZQUIERDA</b>
<b>(1) CEJA COTILOIDEA SUPERIOR</b>	3	3
<b>(2) CEJA COTILOIDEA ANTERIOR</b>	1	1
<b>(3) CEJA COTILOIDEA POSTERIOR</b>		
<b>(4) CEJA COTILOIDEA INFERIOR</b>	4	1
<b>(5) CERVICAL SUPERIOR</b>	12	11
<b>(6) CERVICAL ANTERIOR O PERIFOVEAL</b>	1	1
<b>(7) CERVICAL INFERIOR O DE ENTERRAMIENTO CERVICAL</b>	3	3
<b>(8) EN HAMACA O SUBCERVICAL</b>	4	4
<b>(9) CERVICAL PERICAPITAL</b>	7	4



Fig. 20 .-. TAC donde se objetiva osteofito cervical superior

Hay 22 deportista (55%) (10 chicas y 12 chicos) que presentan osteofitos en alguna de sus caderas, en 18 sujetos la afectación es bilateral (10 chicas y 8 chicos), 2 solo en la cadera

derecha y otros 2 únicamente en la en la cadera izquierda. De estos 22 individuos que presentan osteofitos en alguna de sus caderas hay 9 que tiene localizaciones múltiples en una misma cadera y de estos 22 deportistas con osteofitos, en 14 (9 chicas y 5 chicos) la cadera donde existe la lesión presenta clínica. La localización más frecuente de los osteofitos es la cervical superior. (Fig. 20 y 21).

Como hemos indicado en la tabal VI existen 40 caderas (20 derechas y 20 izquierdas) de las 80 estudiadas que presentan un osteofito, en 26 casos este osteofito asienta en la cadera de apoyo (14 chicas y 12 chicos). De los 22 individuos que presenta osteofitos, en 14 de ellos (9 chicas y 5 chicos) la cadera donde asientan la lesión presenta clínica.



Fig. 21.- Rx proyección A-P, donde se aprecia el osteofito.

Si al grupo de deportistas que se objetiva un osteofito por TAC se les añade los deportista que se les ve un osteofito a través de RMN el número aumenta a 30 deportista, es decir, el 75 % de los individuos (14 chicas y 16

chicos) que en alguna de sus caderas tiene un osteofito, siendo en 20 casos la afectación bilateral.

Se objetiva una reacción esclerótica ósea en 12 deportista [30%] (4 chicas y 8 chicos) siendo bilateral en 10 deportistas (3 chicas y 7 chicos) y solo en tres caso su presencia se da en un paciente que presenta sintomatología clínica en dicha cadera. En todos los casos en que existe línea de esclerosis ósea esta tiene su mayor incidencia en la cadera de apoyo. La distribución de la localización de línea de esclerosis en cada una de las caderas queda reflejada en la tabla (VIII).

<b>Tabla VIII.- PROYECCION MEDIANTE T.A.C.</b>						
	<b>CADERA DERECHA</b>			<b>CADERA IZQUIERDA</b>		
	<b>ACETABULAR</b>	<b>CABEZA FEMORAL</b>	<b>AMBAS</b>	<b>ACETABULAR</b>	<b>CABEZA FEMORAL</b>	<b>AMBAS</b>
<b>GEODAS</b>	6	1		5	2	
<b>OSTEOCONDENSACIÓN</b>	8	1	1	11		1

Las geodas están presentes en 10 deportistas (25%) (4 chicas y 6 chicos) en 4 casos la lesión es bilateral, en 3 únicamente en la cadera derecha y en otros 3 la cadera izquierda; sus diferentes ubicaciones se resumen en la tabla VIII.

En 5 pacientes en una misma cadera se asocia una lesión esclerótica y una lesión de tipo geódico y solo en 1 casos el paciente presenta clínica.

La mayor incidencia en la aparición de geodas como de esclerosis ósea se ubica en la región del acetábulo y con escasa repercusión en la cabeza femoral como queda reflejado en la tabla VIII.

También mediante la exploración de Tomografía Axila Computerizada (TAC) (tabla IX) hemos podido medir, de una forma más precisa, la amplitud de la interlinea en los diferentes niveles siguiendo el protocolo descrito en el apartado de material y métodos para intentar concretar donde se inicia la usura del cartílago intraarticular, los valores son los expuestos en la tabla siguiente:

<b>Tabla IX. – VALORES DEL GROSOR DE LA INTERLINEA ARTICULAR OBTENIDOS MEDIANTE T.A.C. (mm)</b>				
	<b>CADERA DERECHA</b>		<b>CADERA IZQUIERDA</b>	
	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.
<b>AXIAL ANTERO-INFERIOR</b>	3,72 (min: 2,60 ; max: 5)	0,58	3,36 (min: 1,60 ; max: 4,50)	0,61
<b>AXIAL ANTERO-SUPERIOR</b>	3,75 (min: 1,60 ; max: 5,40)	0,80	3,85 (min: 2,20 ; max: 5,30)	0,73
<b>AXIAL POSTERO-INFERIOR</b>	2,90 (min: 1,20 ; max: 4,60)	0,82	2,76 (min: 1,40 ; max: 4,40)	0,68
<b>AXIAL POSTERO-SUPERIOR</b>	3,78 (min: 2,10 ; max: 6,80)	0,88	3,57 (min: 2 ; max: 5,20)	0,74
<b>CORONAL SUPERO-MEDIAL</b>	2,90 (min: 1,30 ; max: 4,40)	0,71	3,68 (min: 1,50 ; max: 5,90)	0,92
<b>CORONAL SUPERO-POSTERIOR</b>	3,59 (min: 1,70 ; max: 5,50)	0,89	3,08 (min: 1,20 ; max: 5,30)	0,92
<b>CORONAL SUPERO-ANTERIOR</b>	3,89 (min: 1,80 ; max: 6,70)	1,15	4,15 (min: 2,20 ; max: 5,90)	0,99

Hemos cruzado estos valores (mm) de los diferentes grosores de la interlínea en cada uno de los cortes realizados mediante T.A.C. con la media de cada uno de ellos para ver cuales están disminuidos y si tienen una mayor incidencia en las caderas sintomáticas, es decir, si la existencia de una disminución en el grosor de la interlínea condiciona la aparición de la clínica (dolor o rigidez). Hemos despreciado los grosores de los cortes axial antero-inferior y axial postero-inferior dado que su implicación en la degeneración artrósica es mínima, así nos quedamos con 5 valores de grosor (axial antero-superior, axial postero-superior, coronal supero-medial, coronal supero-posterior, coronal supero-anterior). El análisis de estos valores nos muestra que existe, por termino medio, al menos dos valores de grosor, de los cinco medidos, con valores inferiores a los de la media, es decir el 40%. El grosor que con mayor frecuencia se ve disminuido en su valor en las caderas sintomáticas es el realizado a nivel coronal supero-medial.

No parece existir una relación entre la existencia de una displasia estructural y una mayor incidencia de pinzamiento de la interlínea.

#### 4.4. ESTUDIO MEDIANTE RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR (R.M.N.)

A través de la exploración mediante RMN hemos intentado ver la existencia de alteraciones tanto a nivel de las partes blandas (ligamentos y rodete cotiloideo) como en el grosor del cartílago articular, del hueso subcondral y la existencia de derrame articular, todo ello queda reflejado en la tabla IX:

<b>Tabla IX.- ALTERACIONES OSEAS DETECTADAS MEDIANTE R.M.N.</b>		
	<b>CADERA DERECHA</b>	<b>CADERA IZQUIERDA</b>
<b>OSTEOFITO</b>	38	41
<b>ARRANCAMIENTO</b>	0	0
<b>FISURACIÓN</b>	0	0
<b>GEODAS</b>	3	3
<b>OSTEOCONDENSACIÓN</b>	2	3
<b>LESION LABRUM ACETABULAR</b>	18	15
<b>DERRAME ARTICULAR</b>	10	7
<b>LIGAMENTOS CAPSULARES</b>	2	1
<b>EDEMA ÓSEO</b>	1	4
<b>QUISTES PARALABRALES</b>	2	1

No hemos encontrado ninguna lesión a nivel de los ligamentos capsulares solo en un caso existía un engrosamiento del ligamento íleo-femoral en ambas caderas y del transversal de la cadera derecha en la misma paciente (paciente hiperlaxa) pero no presentaba ninguna clínica.



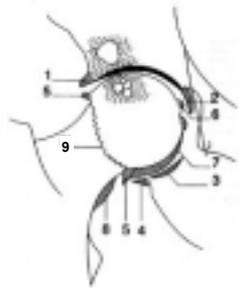
Fig. 22 .- R.M.N.: Osteofito pericapital

En ninguna de las caderas que existía derrame articular había sintomatología ni disminución del rango de movilidad articular.

Todos los osteofitos vistos mediante la exploración de T.A.C, 22 deportistas (55%) (10 chicas y 12 chicos) en 18 casos la afectación es bilateral y 4 unilateral; estas lesiones han sido confirmadas mediante la exploración de R.M.N. en los mismos

pacientes y con la misma ubicación. Además, si asociamos los hallazgos obtenido mediante ambas técnicas el número de deportista que presenta osteofitos en alguna de sus caderas se eleva a 30 (75%) (14 chicas y 16 chicos) de los cuales 20 tiene una afectación bilateral (50% de la población estudiada y el 68,96% de los deportistas con osteofitos en sus caderas).

Siguiendo también, en el caso de la RMN, el diagrama de ubicación de los osteofitos definido en el protocolo clásico por Lequesne M. 2000<sup>(39)</sup> y que también hemos utilizado para la localización mediante T.A.C., vemos las siguientes ubicaciones (tabla X):

<b>Tabla X .- LOCALIZACION DE LOS OSTEOFITOS MEDIANTE R.M.N.</b>		
	<b>CADERA DERECHA</b>	<b>CADERA IZQUIERDA</b>
(1) CEJA COTILOIDEA SUPERIOR	7	6
(2) CEJA COTILOIDEA ANTERIOR	1	0
(3) CEJA COTILOIDEA POSTERIOR	1	1
(4) CEJA COTILOIDEA INFERIOR	1	1
(5) CERVICAL SUPERIOR	17	21
(6) CERVICAL ANTERIOR O PERIFOVEAL	5	6
(7) CERVICAL INFERIOR O DE ENTERRAMIENTO CERVICAL	0	0
(8) EN HAMACA O SUBCERVICAL	3	3
(9) CERVICAL PERICAPITAL	3	3

Hay 30 (75%) deportistas de los 40 estudiados que en alguna de sus caderas presenta un osteofito, en 20 individuos la afectación es bilateral, pero solo son sintomáticos 16 individuos.

Solo en uno de los casos el osteofito que vemos en la articulación lo podemos denominar como de tracción al estar solo y aislado. Se encuentra en la ceja cotiloidea

superior donde toma su origen el ligamento iliofemoral. La mayor incidencia de osteofitos es la región cervical superior al igual que en el caso del TAC (Fig.22).

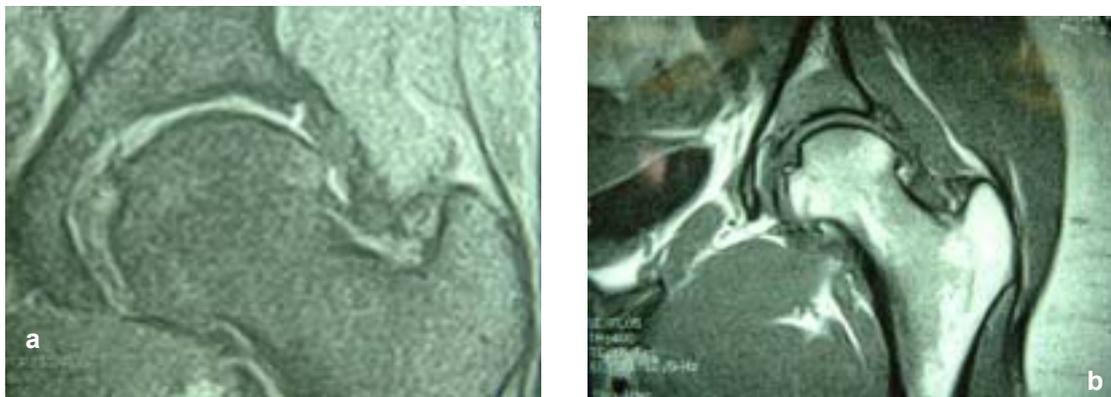


Fig. 23. - RMN corte coronal: a) Imagen potenciada en T2, donde se visualiza la fisuración del labrum acetabular. b) imagen potencia en T1 donde apreciamos la desestructuración del labrum superior.

Los osteofitos se localizan tanto en la cadera de la extremidad dominante como en la cadera de la extremidad de apoyo (24 caderas de apoyo afectadas de las 40). Su ubicación habitual es en la región cefálica superior y en un segundo término la ceja cotiloidea superior, siendo imagen especular en la mayoría de los casos.

Las lesiones a nivel del labrum afectan a 21 de los 40 deportistas examinados (52,5%), situándose en exclusividad sobre el labrum superior ya sea en forma de degeneración (10 casos) o fisura (11 casos). En 12 pacientes de los 21 casos la afectación es bilateral. En todos menos en un caso la cadera sintomática presenta una lesión del labrum acetabular (Fig. 23).

Otra de las lesiones que merece nuestra consideración es la presencia de geodas a nivel del techo de la cavidad cotiloidea (Fig. 24) que ya aventurábamos en la exploración mediante T.A.C. pero que con la R.M.N. hemos podido confirmar. Su localización, casi siempre es en el margen del techo y no en la cabeza del fémur.

En total, tomando conjuntamente las imágenes detectas por TAC y RMN hemos visualizado 10 individuos en cuyas caderas existe una lesión geódica (25%) (4 chicas

y 6 chicos) con evidencia de geodas, de las cuales en 4 casos la lesión era bilateral (1 chica y 3 chicos), en 3 casos la lesión era en la cadera izquierda y los otros tres restantes en la cadera derecha. Solamente 1 deportista de los que presentan geodas tiene clínica (chica) en los demás casos la lesión es silente. En 7 individuos coexiste una geoda con un osteofito; en 4 pacientes coinciden línea de esclerosis, geoda y osteofito siendo sintomático un solo paciente.

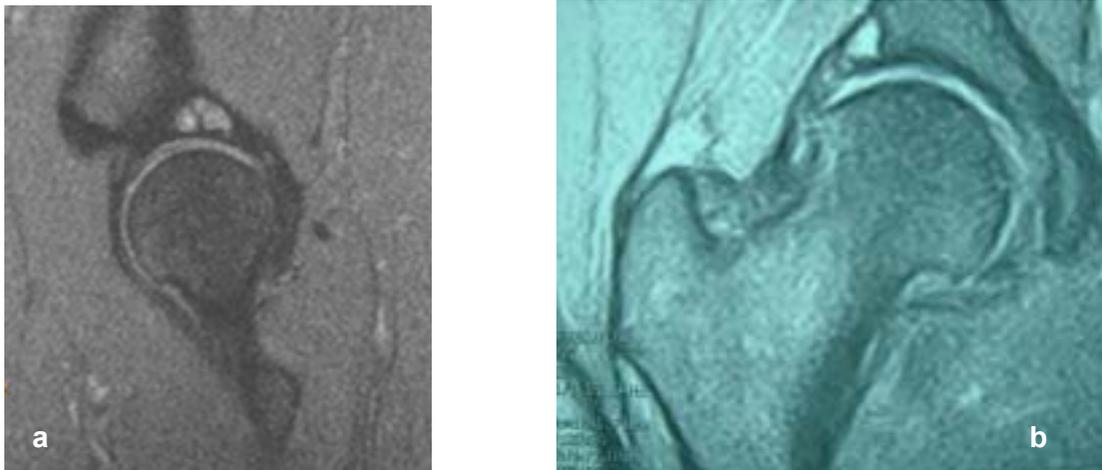


Fig. 24 .- Estudio mediante RMN en imágenes ponderadas en T2 donde se objetiva a nivel del corte sagital (a) imagen geódica tabicada a nivel de la ceja cotiloidea superior, (b) corte coronal donde vemos también imagen geódica.

Hemos medido el grosor de la interlínea articular para tener los valores del espesor del cartílago intraarticular mediante esta técnica que permite una objetivación del grosor del cartílago de una forma precisa para ello hemos hecho tres medidas en los cortes sagitales tal como describimos en le apartado de material y métodos, los valores así obtenidos son los mostrados en la tabla XI:

<b>Tabla XI. GROSOR DE LA INTERLINEA ARTICULAR MEDIDA EN LA PROYECCION DE R.M.N.</b>						
	<b>CADERA DERECHA</b>			<b>CADERA IZQUIERDA</b>		
	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desv . tip.</b>	<b>Media</b>	<b>Median a</b>	<b>Desv . tip.</b>
<b>CORTE AXIAL ANTEROSUPERIOR</b>	2,55 (min: 0 ; max: 5)	2,17	1,06	2,49 (min: 0 ; max: 5,31)	2,01	1,14
<b>CORTE AXIAL POSTEROSUPERIOR</b>	2,41 (min: 0 ; max: 5)	2,00	0,96	2,52 (min: 0 ; max: 4,01)	2,58	0,90
<b>CORTE CORONAL ANTERIOR</b>	2,83 (min: 2 ; max: 4)	2,96	0,65	2,70 (min: 1 ; max: 4)	2,73	0,71
<b>CORTE CORONAL MEDIO</b>	2,35 (min: 1,86 ; max: 4)	2,00	0,61	2,33 (min: 1,35 ; max: 4)	2,02	0,60
<b>CORTE CORONAL POSTERIOR</b>	2,04 (min: 1 ; max: 4)	2,00	0,59	2,02 (min: 1 ; max: 3)	2,00	0,65

No hemos objetivado ninguna relación estadísticamente significativa entre la disminución del grosor de la línea interarticular y la sintomatología presentada por nuestros deportistas, como ya hemos indicado en el apartado de la exploración del T.A.C.

#### 4.5. ANALISIS ESTADISTICO

Cuando hemos cruzado los datos obtenidos en nuestro deportista siguiendo los criterios de la Academia Americana de Reumatología<sup>(40)</sup> en la cual se establecen los criterios para definir si un paciente presenta artrosis, vemos que de los 16 paciente que presentaban clínica 14 cumplen los criterios para catalogarlos de cadera artrósica (35%) (sintomatología, presencia de osteofito y VSG < 20 mm/h), en 6 casos se encuentra afectada la cadera derecha, 5 la izquierda y en 3 casos la afectación es bilateral. Además, de estos 14 casos con criterios de artrosis 8 (6 chicas y 2 chicos) presentan una disminución del grosor de la interlínea articular medido en 2 de las tres exploraciones ya sea Radiología simple, TAC o RMN cuando se compara con la media de todas las determinaciones.

Si tomamos como criterios de artrosis la presencia de clínica, disminución del grosor de la interlínea articular y VSG < 20 mm<sup>(40)</sup> hay otros 2 deportista que cumple con los criterios de artrosis con lo cual el número de deportistas con artrosis se eleva hasta 16, es decir, el 40% de la población estudiada.

También hemos valorado si el número de años de práctica son un factor estadísticamente significativo y no hemos encontrado esta relación, la media de años de practica de los individuos con criterios de artrosis es de 16,19 a. y la de los que no presentan artrosis es de 16,17 a.. Tampoco existe una relación significativa con la edad de inicio en la actividad, el índice de masa magra, sexo, horas de práctica diaria ni si la pierna lesionada es la de apoyo o la que percute al saco (dominante). Aunque la tendencia es a que la mayoría de lesiones óseas, en especial los osteofitos asienten en la cadera de apoyo.

Hemos encontrado una relación estadísticamente significativa ( $p= 0,018$ ) con la existencia de una ángulo VCA displásico en la cadera derecha cuando en ella existe

artrosis con respecto a las cadera que no presentan artrosis. En el caso del ángulo HTE displásico en la cadera derecha artrósica no existe significación estadística pero esta cercano a ello con una significación de  $p= 0,068$ . En el caso de la cadera izquierda no existe ningún ángulo con un grado de significancia o cercano a ello.

Si analizamos si la presencia de un ángulo displásico con una mayor incidencia de disminución del grosor de la interlínea articular vemos que no existe una relación estadísticamente significativa, ni tampoco hay relación con existencia de clínica con la disminución de la interlínea articular, ni con la mayor presencia de osteofitos, reacción esclerótica o presencia de geodas.

No hemos objetivado ninguna relación estadísticamente significativa entre la disminución del grosor de la línea interarticular medidas tanto en TAC, Rx y RMN y la sintomatología presentada por nuestros deportistas.

#### 4.6. VALORACIÓN FOTOGRAMETRICA, E.M.G. Y PLATAFORMA DE FUERZAS

Para ver el comportamiento de los grupos musculares más representativos del tronco, cadera y extremidades inferiores, así como, de las fuerzas que se generan en la cadera tanto en la pierna de apoyo como en la de impacto, hemos elegido uno de los deportistas implicado en el estudio componente del equipo nacional español con las siguientes características: varón de 27 a. con 87,46 kgr. (858,02 Nw), altura: 1,95 mts y BMI: 22,93. Su palmares deportivo (subcampeón del mundo, diploma Olímpico juegos de Atenas, campeón de Europa en diferentes ocasiones) y con una técnica depura en la ejecución de los golpes.

Medimos el tiempo de ejecución de cada una de las técnicas, iniciando el cálculo de tiempo desde el punto "10", es decir, toma de contacto del pie de la pierna de apoyo en la plataforma de fuerzas obtenemos que para el Bandal-Chagui es, por término medio, de 0,44 seg., Dollio-Chagui 0,45 seg., Mondollio-Chagui 0,54 seg., Neryo-Chagui es de 0,59 seg. y Tuit-Chagui 0,56 seg.

Si cada una de estas técnicas las compartimentamos en sus correspondientes períodos, vamos a obtener el porcentaje de tiempo que se invierte en cada uno de ellos y lo representamos en la siguiente Tabla XII:

<b>Tabla XII.- DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO EN CADA UNO DE LOS PERÍODOS</b>			
<b>TECNICA</b>	<b>PERÍODO I: APOYO BIPODAL</b>	<b>PERÍODO II: APOYO UNIPODAL</b>	<b>PERÍODO III: IMPACTO PROPIAMENTE</b>
<b>BANDAL (0,44 seg)</b>	36%	50%	14%
<b>DOLLIO (0,45 seg)</b>	32%	50%	18%
<b>MONDOLLIO (0,54 seg)</b>	30%	54%	16%
<b>NERYO (0,59 seg)</b>	23%	61%	17%
<b>TUIT (0,56 seg)</b>	25%	57%	18%

Los datos obtenidos en el análisis en función de cada una de las técnicas son los relacionados a continuación:

#### 4.6.1. TECNICA DE BANDAL-CHAGUI

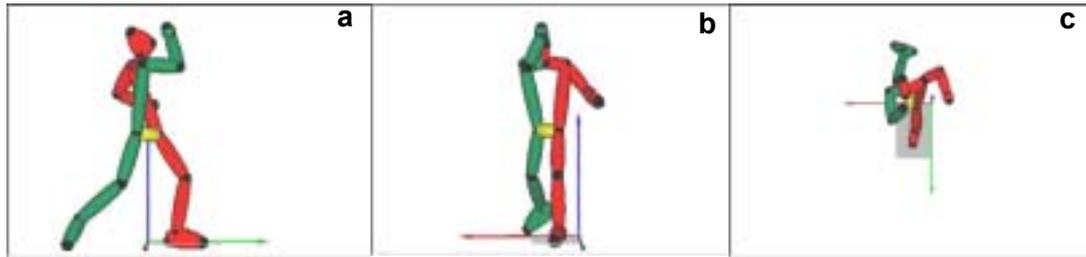
La primera técnica analizada es el “Bandal-Chagui”, técnica de ataque con la que se consigue alrededor del 27% de los puntos y el 10 % de los KO en los combates. Se inicia con la pierna que va a golpear al contrario en extensión mientras la pierna de apoyo se encuentra apoyada sobre la plataforma de fuerzas. Posteriormente la pierna de ataque realiza una flexión de cadera y abducción con rodilla flexionada para en la última fase extender la rodilla.



Fase I de apoyo bipodal inicial del “Bandal-Chagui”, con pierna de apoyo colocada en la plataforma de fuerzas, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior. **MOMENTO “10”**

En esta primera fase de inicio del movimiento la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de  $72,21^\circ$  y una abducción de  $16,75^\circ$ , mientras que la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de  $23,26^\circ$  y una adducción de  $3,33^\circ$ , es decir, en una posición casi neutra.

Durante esta primera fase la extremidad de impacto alcanza la máxima extensión ( $9,8^\circ$ ) y la pierna de apoyo alcanza la máxima adducción ( $2,4^\circ$ ).



Fase II o de Apoyo unipodal, o despegue de la pierna de impacto. a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

Durante la segunda Fase II o de apoyo unipodal la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de  $52,69^\circ$  y una abducción de  $0,12^\circ$ , preparación para controlar la estabilidad de la pelvis para permitir proyectar la extremidad de impacto. Mientras la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta un flexión de  $15,16^\circ$  y un adducción de  $0,72^\circ$ , se está preparando para proyectar la extremidad contra el adversario. Aquí alcanza su máxima extensión la pierna de apoyo ( $9,8^\circ$ ).



Fase III de impacto propiamente de la pierna de golpeo en el "Bandal Chagui", a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

En la tercera Fase o de impacto propiamente dicha la pierna de apoyo (Cad. Izq.) presenta un flexión de  $23,64^\circ$  y una abducción de  $43,88^\circ$ , la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de  $73,91^\circ$  y una abducción de  $57,02^\circ$ ; su máxima flexión la alcanza en la fase postimpacto.

La valoración del rangos máximos de movilidad articular alcanzados durante la ejecución de esta técnica por parte de la cadera que impacta al saco y la que apoya en la plataforma son la representadas en la Tabla XIII adjunta:

<b>Tabla XIII.- RANGOS DE MAXIMA MOVILIDAD DE LA ARTICULACION DE LA CADERA Y FASE EN QUE SE PRODUCEN DURANTE LA EJECUCIÓN DEL BANDAL-CHAGUI</b>					
		<b>PIERNA IMPACTO</b>		<b>PIERNA APOYO</b>	
		<b>MEDIA</b>	<b>FASE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>FASE</b>
<b>BANDAL</b>	FLEXION	107,8° (max:118°; min:89°)	POSTIMPACTO	74° (max: -93°; min: 55°)	PREAPOYO
	EXTENSION	9,8° (max: -12°; min: 0°)	I	9,8° (max: -16°; min: 0°)	II
	ABDUCCION	58° (max:65°; min: 52°)	PREAPOYO	48,4° (max: 55°; min: 40°)	POSTIMPACTO
	ADUCCION	- 9,2° (max: -14°; min: 3°)	PREAPOYO	-2,4° (max: -5°; min: -1°)	I



## Tabla XIV. BANDAL-CHAGUI

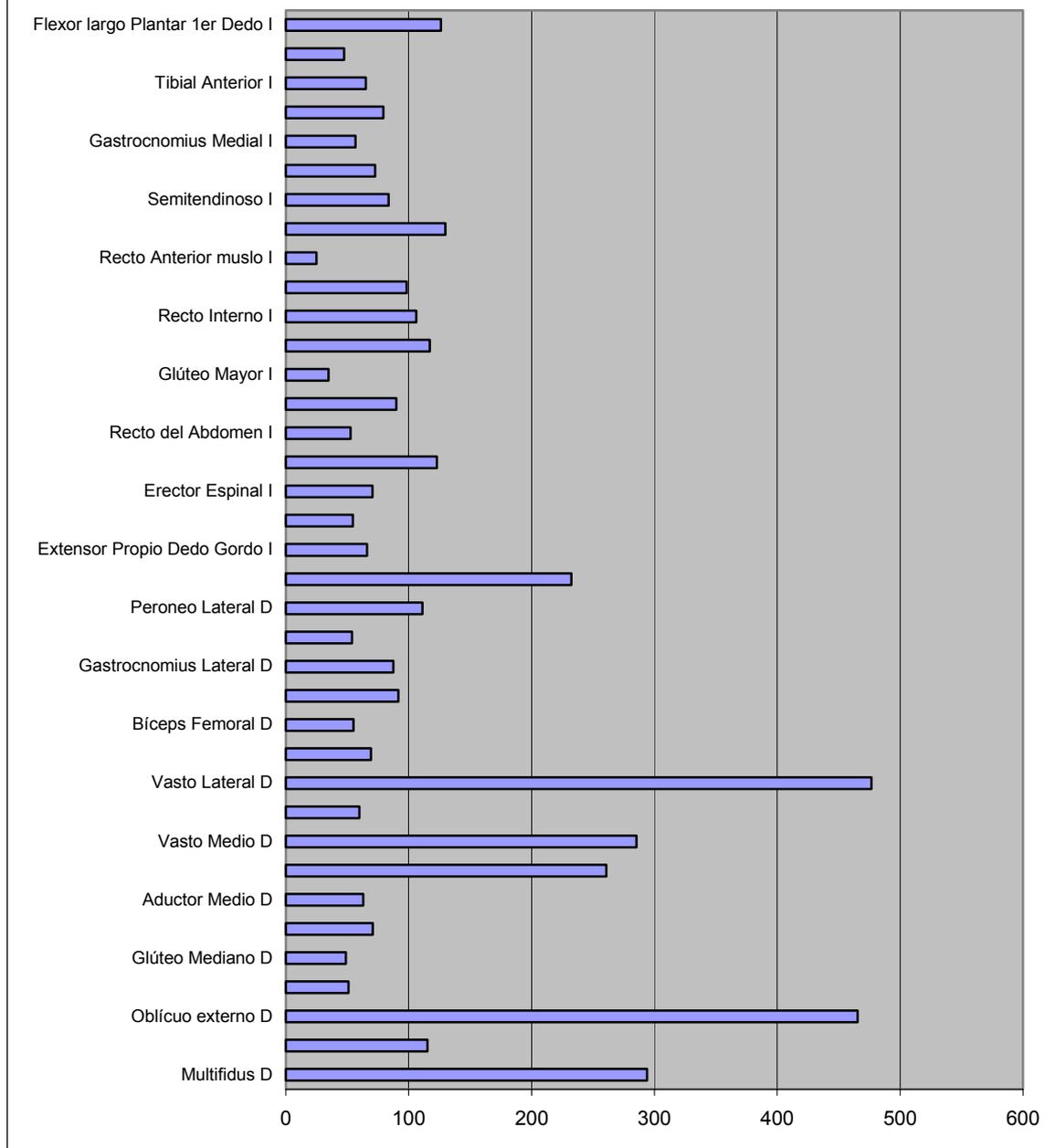
	<b>PREAPOYO</b>	<b>FASE I A. BIPODAL</b>	<b>FASE II A. UNIPODAL</b>	<b>FASE III IMPACTO</b>
<b>MUSCULOS</b>	Erector Espinal D Biceps Femoral D Gastrocnomius Lateral D Gastrocnomius Medial D Semitendinoso D Semitendinoso I Biceps Femoral I Tibial Anterior D Flexor largo Plantar 1 <sup>er</sup> Dedo I Flexor largo plantar 1 <sup>er</sup> Dedo D Peroneo Lateral D Tibial Anterior I	Multifidus D Oblicuo Externo D Recto del Abdomen D Erector Espinal I Oblicuo Externo I Recto Interno I Glúteo Mayor I Adductor Mediano I Vasto Medio D Vasto Lateral I Vasto Medial I Recto Anterior muslo I Gastrocnomius Medial I Gastrocnomius Lateral I Extensor Propio 1 <sup>er</sup> dedo I Peroneo Lateral I	Adductor Medio D Recto del Abdomen I Recto anterior muslo D Vasto Lateral D	Glúteo Mediano D Recto Interno D Glúteo Mayor D Multifidus I Glúteo Mediano I
V-F/E- Cad. Impacto (media)			10,30	
V-AB/AD- Cad.Impacto (media)			10,27	
V-F/E-Cad.. Apoyo (media)			10,17	
V-AB/AD-Cad. Apoyo (media)			10,29	
V-F/E-Rod.-Impacto (media)			10,35	
Flexión max Cad. Impacto (media)				10,54
Extensión max Cad. Impacto (media)		10,09		
Abducción max Cad. Impacto (media)	9,38			
Adducción max Cad. Impacto (media)	9,71			
Flexión max Cad. Apoyo (media)	9,94			
Extensión max Cad. Apoyo (media)			10,38	
Abducción max Cad. Apoyo(media)				10,50
Adducción max Cad. Apoyo (media)		10,10		
Pico max fuerza vertical de apoyo		10,15		
VR-Cadera-Impacto (media)			10,20	
VR-Rodilla-Impacto (media)			10,24	
VR-Tobillo-Impacto (media)			10,34	
VR-Cadera-Apoyo (media)			10,20	



## BANDAL CHAGUI

	DERECHO		IZQUIERDO	
	% RESPECTO CMI	MOMENTO PICO	% RESPECTO CMI	MOMENTO PICO
<b>M. Multifidus</b>	294	10,02	54	10,54
<b>M. Erector Espinal</b>	115	9,96	70	10,02
<b>M. Oblicuo Externo</b>	466	10,12	123	10,04
<b>M. Recto del Abdomen</b>	51	10,16	53	10,28
<b>M. Glúteo Mediano</b>	49	10,42	90	10,68
<b>M. Glúteo Mayor</b>	71	10,52	35	10,12
<b>M. Adductor Medio</b>	63	10,38	117	10,14
<b>M. Recto Interno</b>	261	10,42	106	10,08
<b>M. Vasto Medio</b>	285	10,04	98	10
<b>M. Recto Anterior muslo</b>	60	10,18	25	10,02
<b>M. Vasto Lateral</b>	477	10,22	130	10
<b>M. Semitendinoso</b>	69	9,98	84	9,96
<b>M. Bíceps Femoral</b>	55	9,72	73	9,92
<b>M. Gastrocnemius Medial</b>	92	9,94	57	10,06
<b>M. Gastrocnemius Lateral</b>	88	9,92	79	10,06
<b>M. Tibial Anterior</b>	54	9,36	65	9,92
<b>M. Peroneo Lateral</b>	111	9,92	47	10,12
<b>M. Flexor largo plantar 1<sup>er</sup> Dedo</b>	232	9,88	126	9,86
<b>M. Extensor Propio 1<sup>er</sup> Dedo pie</b>			66	10,12

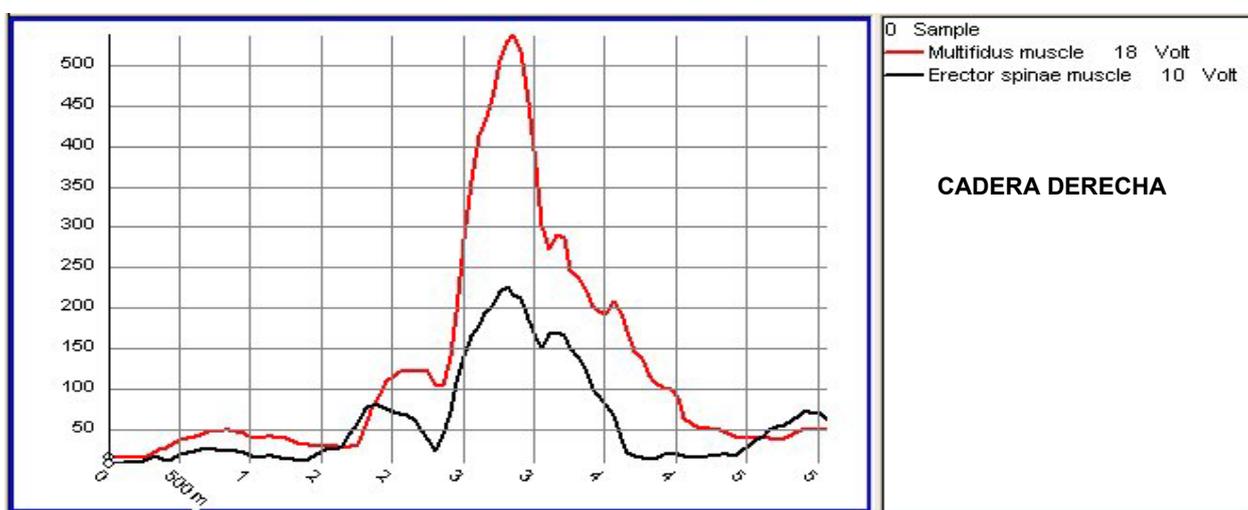
**% SEÑAL E.M.G. DINAMICA / SEÑAL E.M.G. CMI EN TECNICA BANDAL-CHAGUI**



Del estudio EMG se desprende que los músculos del tronco y la pelvis son de los primeros en activarse y que su tiempo de activación es de los más prolongados. Así, el m. erector espinal, m. multifidus y m. oblicuo externo del lado derecho (pierna que golpeará el saco) presenta un grado de contracción que supera siempre los valores de

la CMI (contracción máxima isométrica) y en especial el m. oblicuo externo que la cuadruplica (Gráfico I).

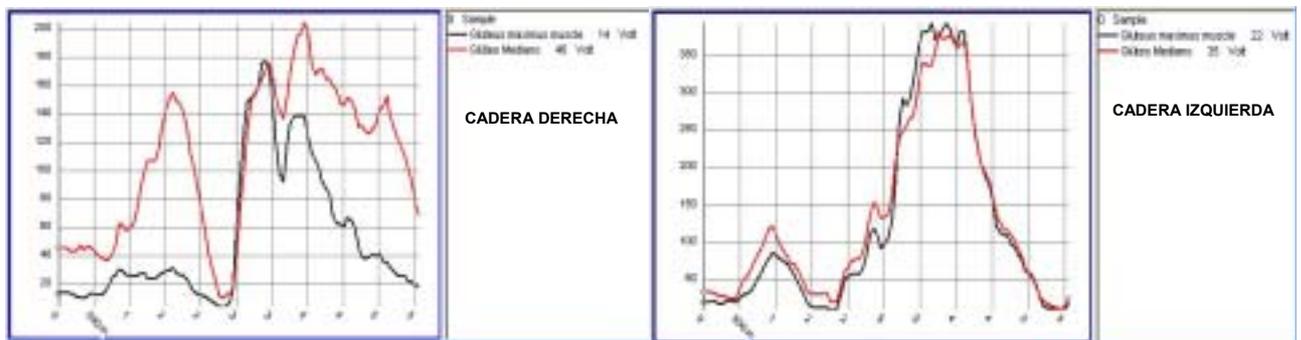
Su tiempo de actuación se extiende a lo largo de todo el movimiento desde el primer contacto con la plataforma hasta el final de la fase de impacto propiamente dicha. Mientras que estos mismos músculos en el lado izquierdo, pierna de apoyo, presentan una actividad que abarca todos los períodos en los que hemos dividido la acción del deportista pero su intensidad solo va a igualar la CMI en el caso del m. erector espinal y al 54% el m. multifidus.



Gráfica I.- Vemos el comportamiento del músculo erector espinal y m. multifidus del hemicuerpo derecho.

Otro de grupo muscular que llama la atención es el m. recto interno de la pierna derecha que muestra una actividad que supera en 2,5 veces su CMI que se mantiene de forma continuada a lo largo de todo el movimiento y lo mismo ocurre en la pierna izquierda aunque los niveles de activación son menores llegando justo a la CMI. Por el contrario el m. adductor mediano del lado derecho presenta unos valores de activación del 63% de su CMI, en la mayoría del tiempo de activación y los valores justo alcanzan el 25%, pero con un tiempo de activación que abarca la totalidad del golpe. Su homólogo del lado izquierdo (pierna de apoyo) duplica los niveles de activación llegando al 117% estando la mayoría del tiempo de activación, que se extiende a lo largo de toda la ejecución de la técnica, al 50% de la CMI.

El comportamiento del m. glúteo mayor y mediano es contrapuesto al comparar el momento de su activación y la intensidad de la activación del lado derecho respecto al izquierdo. Así, el m. glúteo mayor del lado derecho (pierna de impacto) se activa tardíamente con respecto a los otros músculos siendo su nivel medio de activación del 25% de la CMI y sólo en la parte final del movimiento (impacto propiamente dicha) alcanza el 71% CMI. Estos valores de activación del m. glúteo mayor del lado derecho son el doble de los que alcanza su homólogo del lado izquierdo (pierna de apoyo) con un pico máximo de activación que llega al 35%. Lo mismo pasaría con el comportamiento del glúteo mediano del lado derecho que presenta un nivel medio de activación del 25% de la CMI y alcanza el pico máximo (49% CMI) en el momento del impacto propiamente dicho. Su homólogo del lado izquierdo también presenta su máximo en la fase de impacto y con un pico máximo (90% CMI) que dobla las alcanzadas en el lado derecho (Gráfica II).



Gráfica II.- Comparación del comparativo de los m. glúteos durante la ejecución del Bandal-Chaguil

El análisis global de esta técnica nos muestra que en la fase de preapoyo del pie en la plataforma de fuerzas (fase previa al Fase I o de apoyo bipodal) existe una activación de todos los músculos del pie, pantorrilla e isquiotibiales de ambas extremidades que correspondería por una parte al apoyo del peso del cuerpo en la extremidad derecha y al mantenimiento de la extensión de la cadera ya que el pie izquierdo está volando (despegue del pie del suelo) hacia la plataforma de fuerzas. Inmediatamente que el pie

izquierdo (pierna de apoyo) contacta con la plataforma de fuerzas (inicio Fase I: Apoyo Bipodal) se inicia el trabajo máximo de los músculos del tronco, en especial: m. erector espinal derecho, m. multifídus derecho, m. oblicuo externo derecho, oblicuo externo izquierdo y erector espinal izquierdo. Además, también en este mismo momento se produce la máxima activación de los músculos estabilizantes de la extremidad izquierda (pierna apoyo): m. cuádriceps, m. gemelos, m. recto interno.

En la fase final de esta Fase I toman protagonismo dos grupos musculares por un lado los músculos estabilizantes de la pelvis del lado izquierdo como son: m. aductor mediano, m. glúteo mayor, m. recto interno, por el otro los músculos que nos van a permitir elevar y proyectar la extremidad derecha (impacto) que son m. oblicuo externo derecho, m. recto del abdomen derecho.

La parte final de la Fase I es el momento en que se produce el pico máximo de la Fuerza vertical en la plataforma de fuerzas (1631,80 Nw es decir dos veces el peso del deportista).

En la Fase II o de apoyo unipodal se produce el pivotaje de la pelvis sobre la extremidad izquierda (apoyo) para proyectar la extremidad derecha y es el momento en el que el análisis de las fuerzas que actúan sobre ambas caderas presenta sus máximos tanto en velocidad lineal como angular. También se alcanzan los máximos arcos de movilidad de la articulación de la cadera. Aquí toma protagonismo el músculo extensor de la rodilla: m. cuádriceps derecho y el m. aductor medio derecho.

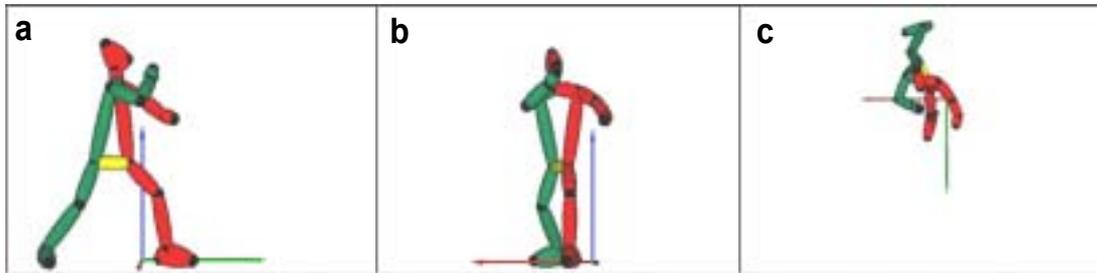
En la Fase III o de impacto alcanzan su pico máximo los músculos glúteos mediano, tanto izquierdo como derecho, y este último al unísono con el m. recto interno, los cuales favorecen la rotación interna y abducción de la cadera.

Cuando valoramos no sólo los picos máximos sino qué grupos musculares se mantienen durante todo el transcurso de la ejecución de la técnica, como mínimo en niveles iguales o superiores a su CMI, nos encontramos por orden del inicio de su

activación: m. flexor largo plantar 1<sup>er</sup> dedo pie izquierdo (1,38 seg), m. cuadriceps derecho [vasto externo (1,68 seg), vasto interno (1,44 seg)], m. multifidus derecho (1,20 seg), m. oblicuo externo izquierdo (1,32 seg), m. oblicuo externo derecho (0,90 seg), m. peroneo lateral derecho (0,38 seg), m. recto interno izquierdo (0,82 seg), ), m. recto interno derecho (0,84 seg), m erector espinal derecho (0,28 seg), m. cuadriceps izquierdo [vasto lateral izquierdo (0,76 seg)], m. flexor largo 1<sup>er</sup> dedo pie derecho (0,64 seg).

#### 4.6.2. TECNICA DE DOLLIO-CHAGUI

La segunda técnica que hemos analizado ha sido el “**Dollio Chagui**” también es una acción de ataque con la que se consiguen alrededor del 11% de los puntos durante el combate y ocupa el 2º lugar entre las técnicas capaces de ocasionar un KO, su objetivo es intentar contactar con la cabeza del adversario.



Fase I o de apoyo bipodal del “Dollio- Chagui”, pierna de apoyo colocada en la plataforma de fuerzas, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior. **MOMENTO “10”**

En esta Fase I la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de 69,42° y una abducción de 16,04°, mientras que la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de 23,87° y una adducción de 2,14°. Alcanza la máxima flexión la cadera de impacto (131,6°).

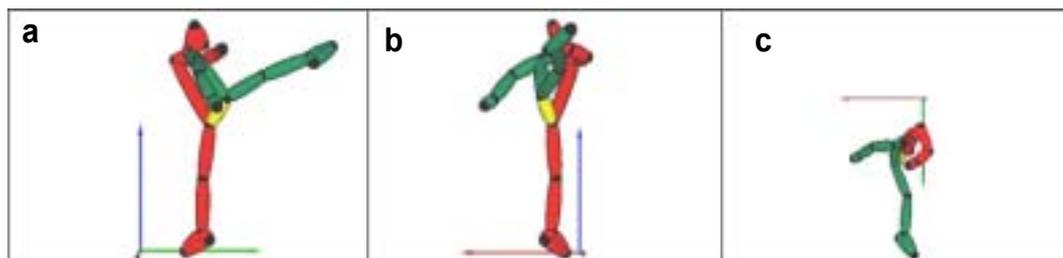


Fase II o de apoyo unipodal con despegue de la pierna de golpeo en el “Dollio-Chagui”, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

Durante la segunda Fase II o de apoyo unipodal la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de 51,08° y una abducción de 0,52 °, presenta un escasa variación del rango de movilidad con respecto a la Fase I y se está preparando para controlar la estabilidad de la pelvis para permitir proyectar la extremidad de impacto.

Mientras la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de 25,35° y una abducción de 2,64°.

En esta fase II alcanza su máxima extensión (18°), flexión (85°) y adducción (1,2°) la pierna de apoyo.



Fase III o de impacto: la pierna de golpeo impacta en el "mitt" en el "Dollio-Chagui", a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

Durante la Fase III o de impacto propiamente dicha la pierna de apoyo (Cad. Izq.) presenta una flexión de 28,75° y una abducción de 50,73° y la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de 80,58° y una abducción de 57,65°. Durante esta fase alcanza su máxima abducción (58,6°) la pierna de impacto.

**Tabla XV.- RANGOS DE MAXIMA MOVILIDAD DE LA ARTICULACION DE LA CADERA Y FASE EN QUE SE PRODUCEN DURANTE LA EJECUCIÓN DEL DOLLIO-CHAGUI**

		PIERNA IMPACTO		PIERNA APOYO	
		MEDIA	FASE	MEDIA	FASE
<b>DOLLIO</b>	<b>FLEXION</b>	131,6° (max: 143°; min: 120°)	I	85° (max: 124°; min: 47°)	II
	<b>EXTENSION</b>	14,8° (max: -5°; min: 0°)	POSTIMPACTO	18° (max: -7°; min: 0°)	II
	<b>ABDUCCION</b>	58,6° (max:65°; min: 52°)	III	63,6° (max: 73° ; min: 53°)	POSTIMPACTO
	<b>ADDUCCION</b>	-3,8° (max: -9° ; min: -1°)	PREAPOYO	-1,2° (max: -2° ; min: 0°)	II



**Tabla XVI. DOLLIO-CHAGUI**

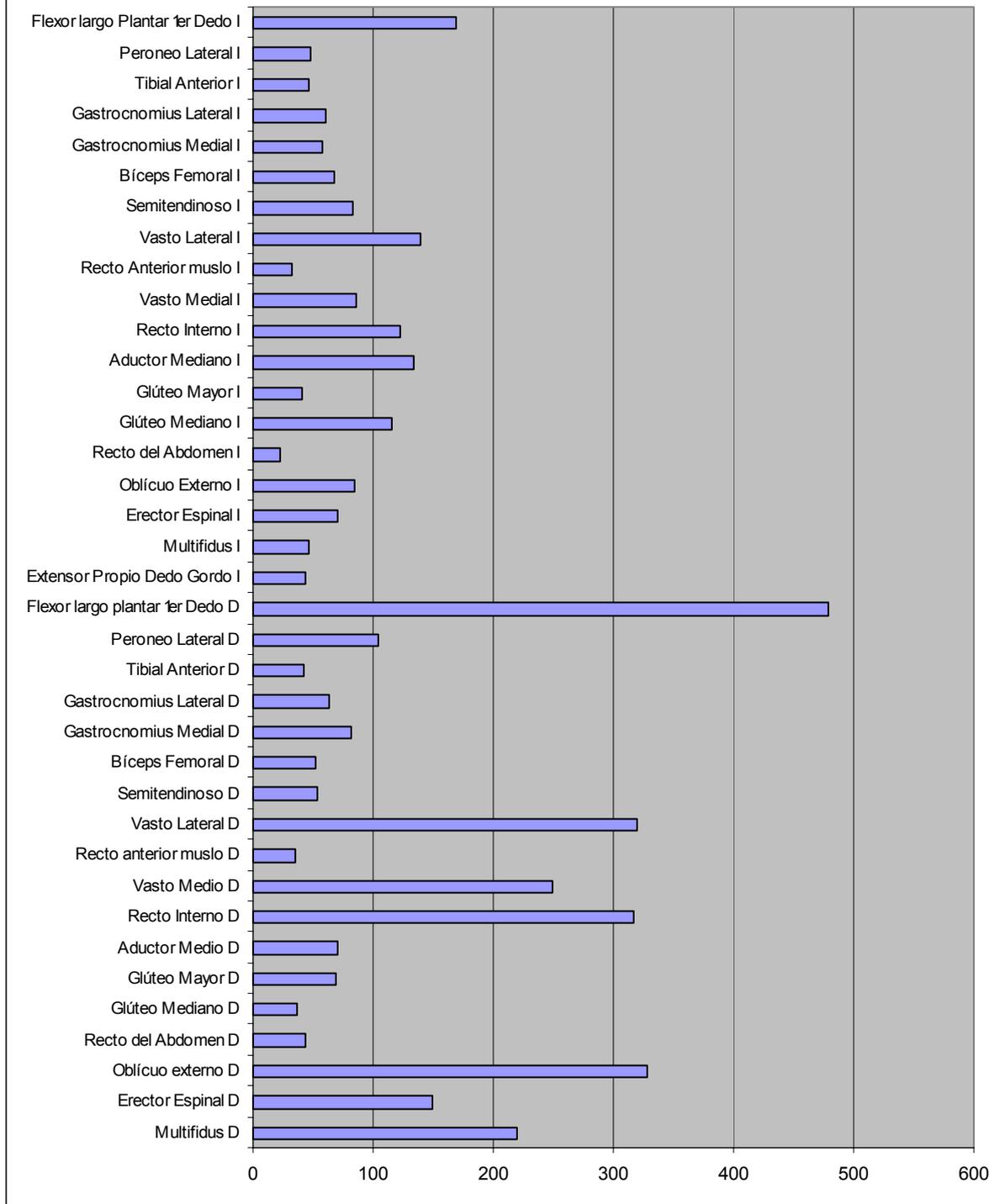
	<b>PREAPOYO</b>	<b>FASE I A. BIPODAL</b>	<b>FASE II A. UNIPODAL</b>	<b>FASE III IMPACTO</b>
<b>MUSCULOS</b>	Multifidus D Erector Espinal D Erector Espinal I Oblícuo Externo I Multifidus I Adductor Mediano I Recto Interno I Biceps Femoral D Semitendinoso D Gastrocnomius Medial D Gastrocnomius Lateral D Biceps Femoral I Semitendinoso I Vasto Lateral I Vasto Medial I Peroneo Lateral D Tibial Anterior I Flexor largo Plantar 1 <sup>er</sup> dedo pie I Extensor Propio 1 <sup>er</sup> dedo pie I	Oblícuo Externo D Glúteo Mediano I Recto del Abdomen I Vasto Medio D Gastrocnomius Medial I Gastrocnomius Lateral I Peroneo Lateral I	Recto del Abdomen D Glúteo Mediano D Recto Interno D Adductor Medio D Glúteo Mayor D Glúteo Mayor I Recto anterior muslo D Vasto Lateral D Recto Anterior muslo I	Tibial Anterior D Flexor largo plantar 1 <sup>er</sup> dedo pie D
V-F/E- Cad. Impacto (media)			10,32	
V-AB/AD- Cad.Impacto (media)			10,26	
V-F/E-Cad.. Apoyo (media)			10,16	
V-AB/AD-Cad. Apoyo (media)			10,31	
V-F/E-Rod.-Impacto (media)			10,36	
Flexión max Cad. Impacto (media)		10,07		
Extensión max Cad. Impacto (media)				10,54
Abducción max Cad. Impacto (media)				10,39
Adducción max Cad. Impacto (media)	9,92			
Flexión max Cad. Apoyo (media)			10,32	
Extensión max Cad. Apoyo (media)			10,22	
Abducción max Cad. Apoyo(media)				10,50
Adducción max Cad. Apoyo (media)			10,18	
Pico max fuerza vertical de apoyo			10,16	
VR-Cadera-Impacto (media)			10,25	
VR-Rodilla-Impacto (media)			10,26	
VR-Tobillo-Impacto (media)			10,36	
VR-Cadera-Apoyo (media)			10,31	



## DOLLIO CHAGUI

	DERECHO		IZQUIERDO	
	% RESPECTO CMI	MOMENTO PICO	% RESPECTO CMI	MOMENTO PICO
<b>M. Multifidus</b>	220	9,98	47	9,88
<b>M. Erector Espinal</b>	149	9,98	71	9,62
<b>M. Oblicuo Externo</b>	329	10,04	85	9,86
<b>M. Recto del Abdomen</b>	43	10,18	22	10,12
<b>M. Glúteo Mediano</b>	37	10,18	115	10,02
<b>M. Glúteo Mayor</b>	69	10,24	41	10,36
<b>M. Adductor Medio</b>	70	10,22	133	9,92
<b>M. Recto Interno</b>	317	10,18	123	9,96
<b>M. Vasto Medio</b>	249	10,1	86	9,98
<b>M. Recto Anterior muslo</b>	35	10,36	33	10,18
<b>M. Vasto Lateral</b>	320	10,34	140	9,98
<b>M. Semitendinoso</b>	53	9,94	82	9,94
<b>M. Bíceps Femoral</b>	52	9,74	67	9,92
<b>M. Gastrocnemius Medial</b>	81	9,94	57	10,02
<b>M. Gastrocnemius Lateral</b>	64	9,94	60	10,08
<b>M. Tibial Anterior</b>	43	10,44	47	9,94
<b>M. Peroneo Lateral</b>	104	9,94	48	10,1
<b>M. Flexor largo plantar 1<sup>er</sup> Dedo</b>	478	10,74	169	9,94
<b>M. Extensor Propio 1<sup>er</sup> Dedo pie</b>			43	9,96

**% SEÑAL E.M.G. DINAMICA / SEÑAL E.M.G. CMI EN TECNICA DOLLIO-CHAGUI**



En la fase previa a la Fase I se produce una activación precoz de todos los grupos musculares implicados en la extensión del tronco, con mayor intensidad de los grupos musculares del lado derecho (m. multifidus 220% CMI y m. erector espinal 150% CMI), todo ello apoyado por la acción de los músculos extensores de la pelvis (m. semitendinoso m. bíceps femoral tanto derecho como izquierdo); y para favorecer esta hiperextensión que precisa la ejecución correcta de este golpe (Gráfico III).

En la parte inicial de la Fase I interviene el oblicuo externo derecho que permite la rotación hacia la izquierda del tronco (329% CMI) y la abducción de la cadera izquierda, a través de la contracción del m. glúteo mediano izquierdo (115% CMI). Además, se inicia la extensión de la rodilla derecha (vasto interno cuádriceps derecho 249% CMI) que se completa en la parte final del segundo Período con la activación del resto de músculo cuádriceps derecho (vasto lateral 320% CMI y recto anterior del muslo 35% CMI).

El pivotaje sobre la cadera izquierda y proyección de la extremidad derecha (impacto) se consigue durante este Período II con la participación del m. recto interno derecho (317% CMI), m. adductor medio derecho (70% CMI), m. glúteo mayor derecho (69% CMI), todo ello acompañado como hemos indicado en el apartado anterior por la activación del músculo cuádriceps derecho.

Durante el Período III presentan su máxima actividad los músculos tibial anterior derecho y m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> del pie derecho (478% CMI) que intentarían alargar al máximo la patada.

Los grupos musculares que se mantienen durante todo el transcurso de la ejecución de la técnica como mínimo en niveles iguales o superiores a su CMI por orden de inicio de su activación son: m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo del pie derecho (1,88 seg), m. cuádriceps izquierdo (vasto lateral 0,42 seg), m. recto interno izquierdo (0,44seg), m multifidus (0,38 seg), m. oblicuo externo derecho (1 seg), m. glúteo mayor izquierdo (0,92 seg), m. erector espinal derecho (0,52 seg), m. glúteo mediano

izquierdo (0,80 seg), m. adductor mediano izquierdo (0,44 seg), m. cuadriceps derecho (vasto lateral 1,42 seg), m. recto interno derecho (0,62 seg) y m. cuadriceps derecho (vasto medial 1,10 seg).

Los momentos de mayor velocidad angular, lineal y el pico de fuerza vertical medido en la plataforma (2061Nw, es decir, 2,40 veces el peso del individuo) de fuerzas se producen durante el Período II de apoyo unipodal.

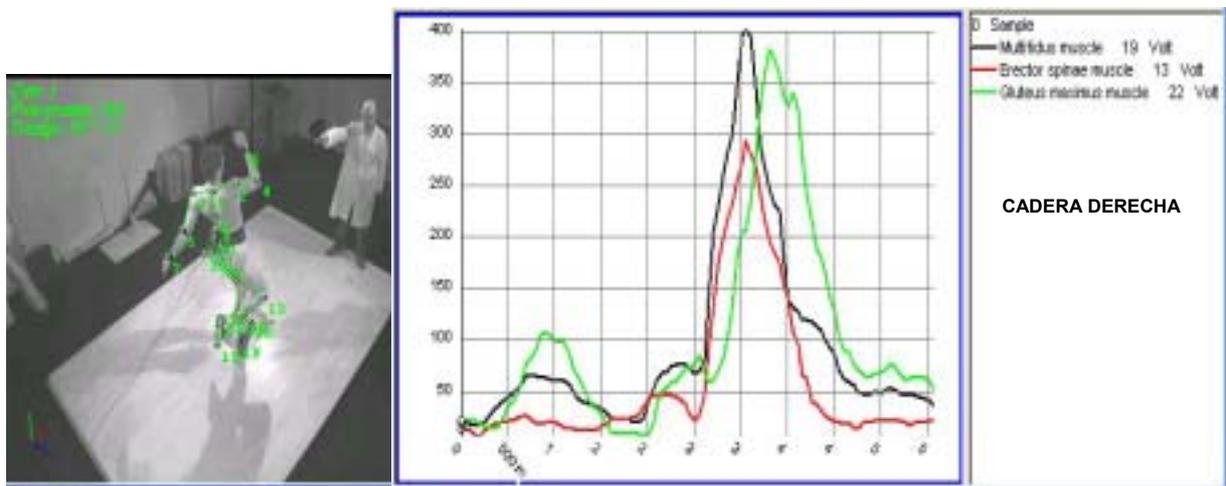
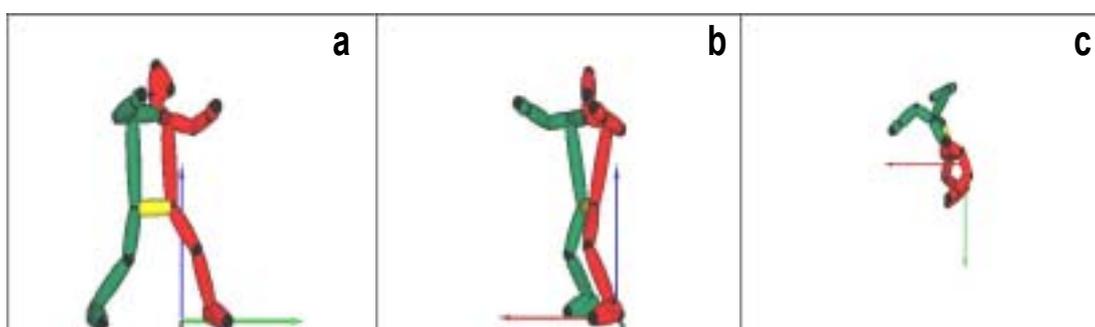


Gráfico III .- Comportamiento de los músculos extensores de la columna durante la ejecución del Dollio-Chagui

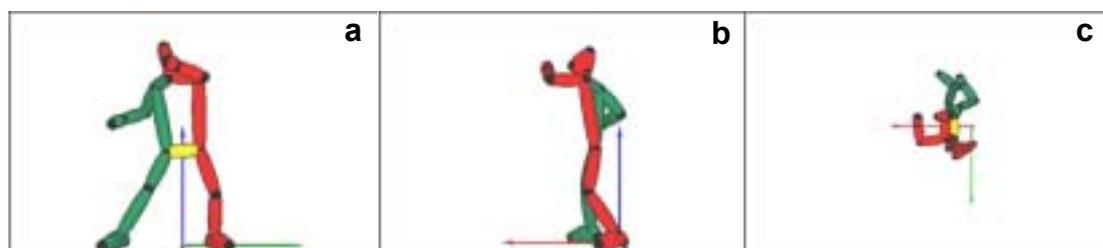
#### 4.6.3. TECNICA DE MONDOLLIO-CHAGUI

La tercera técnica que hemos analizado ha sido el “**Mondollio Chagui**”, esta técnica de ataque es la que proporciona el mayor porcentaje de KO 27% pero solo un 7% de los puntos válidos durante el combate. Se caracteriza por la disparidad entre la fuerza y la velocidad.



Fase I o de apoyo bipodal del Mondollio- Chagui”, pierna de apoyo contacta con la plataforma de fuerzas, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior. **MOMENTO “10”**

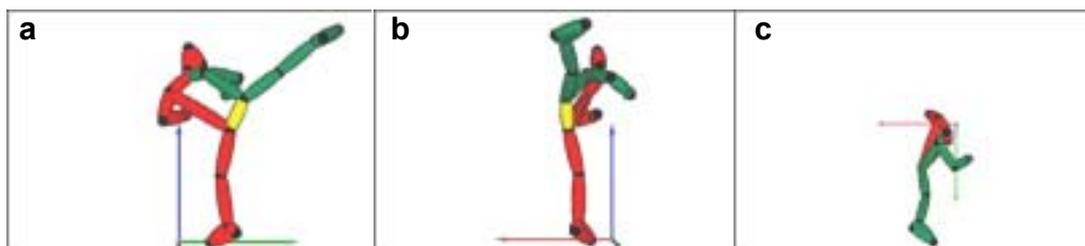
Al inicio de la Fase I la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de  $50,06^\circ$  y una abducción de  $15,51^\circ$ , mientras que la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de  $49,05^\circ$  y un abducción de  $11,41^\circ$ . Alcanza la máxima flexión la cadera de apoyo ( $129,4^\circ$ ) con adducción ( $8^\circ$ ).



Fase II de apoyo unipodal con despegue de la pierna de golpeo en el “Mondollio-Chagui”, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

Al inicio de esta segunda Fase II o de apoyo unipodal la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de 29,17° y una abducción de 8,42 °, preparación para realizar la rotacion sobre este eje que es la pierna de apoyo. Mientras la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta un flexión de 54,92° y un abducción de 6,09°.

En esta fase II alcanza su máxima flexión (95°) y adducción (7°) la pierna de impacto.



Fase III o de impacto de la pierna de golpeo en el “Mondollio-Chagui”, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

Al inicio de la Fase III o de impacto la pierna de apoyo (Cad. Izq.) alcanza una flexión de 94,91° y una abducción de 51,08°, la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de 65,30° y una abducción de 51,19°. Durante esta fase alcanza su máxima abducción (55,8°) la pierna de impacto.

**Tabla XVII .- RANGOS DE MAXIMA MOVILIDAD DE LA ARTICULACION DE LA CADERA Y FASE EN QUE SE PRODUCEN DURANTE LA EJECUCIÓN DEL MONDOLLIO-CHAGUI**

		PIERNA IMPACTO		PIERNA APOYO	
		MEDIA	FASE	MEDIA	FASE
<b>MONDOLLIO</b>	<b>FLEXION</b>	95° (max: 111° ; min: 79°)	II	129,4° (max: 148° ; min: 121°)	I
	<b>EXTENSION</b>	3,4° (max: - 9° ; min: 0°)	POSTIMPACTO	27,4° (max: 52° ; min: 4°)	POSTIMPACTO
	<b>ABDUCCION</b>	55,8° (max: 61° ; min: 54°)	III	58,4° (max: 71° ; min: 52°)	POSTIMPACTO
	<b>ADDUCION</b>	-7° (max: -10° ; min: -1°)	II	8° (max: 12° ; min: 5°)	I



## Tabla XVIII .- MONDOLLIO-CHAGUI

	PREAPOYO	FASE I A. BIPODAL	FASE II A. UNIPODAL	FASE III IMPACTO
<b>MUSCULOS</b>	Oblicuo Externo I Glúteo Mayor I Recto Interno I Recto anterior muslo D Vasto Lateral D Gastrocnomius Medial D Gastrocnomius Lateral D Vasto Medio D Semitendinoso I Tibial Anterior D Tibial Anterior I Flexor largo Plantar 1 <sup>er</sup> dedo pie I	Erector Espinal D Adductor Medio D Multifidus D Recto Interno D Oblicuo Externo D Recto del Abdomen D Recto del Abdomen I Adductor Mediano I Bíceps Femoral D Semitendinoso D Vasto Medial I Vasto Lateral I Gastrocnomius Lateral I Recto Anterior muslo I Gastrocnomius Medial I Bíceps Femoral I Extensor Propio 1 <sup>er</sup> dedo pie I Peroneo Lateral I	Glúteo Mediano D Glúteo Mayor D Erector Espinal I Multifidus I Peroneo Lateral D Flexor largo plantar 1 <sup>er</sup> dedo pie D	
V-F/E- Cad. Impacto (media)			10,36	
V-AB/AD- Cad. Impacto (media)			10,33	
V-F/E-Cad.. Apoyo (media)			10,39	
V-AB/AD-Cad. Apoyo (media)				10,47
V-F/E-Rod.-Impacto (media)			10,38	
Flexión max Cad. Impacto (media)				10,60
Extensión max Cad. Impacto (media)			10,26	
Abducción max Cad. Impacto (media)				10,49
Adducción max Cad. Impacto (media)				10,76
Flexión max Cad. Apoyo (media)		10,15		
Extensión max Cad. Apoyo (media)		10,15		
Abducción max Cad. Apoyo (media)				10,56
Adducción max Cad. Apoyo (media)			10,17	
Pico max fuerza vertical de apoyo			10,28	
VR-Cadera-Impacto (media)			10,38	
VR-Rodilla-Impacto (media)			10,46	
VR-Tobillo-Impacto (media)			10,18	
VR-Cadera-Apoyo (media)			10,28	

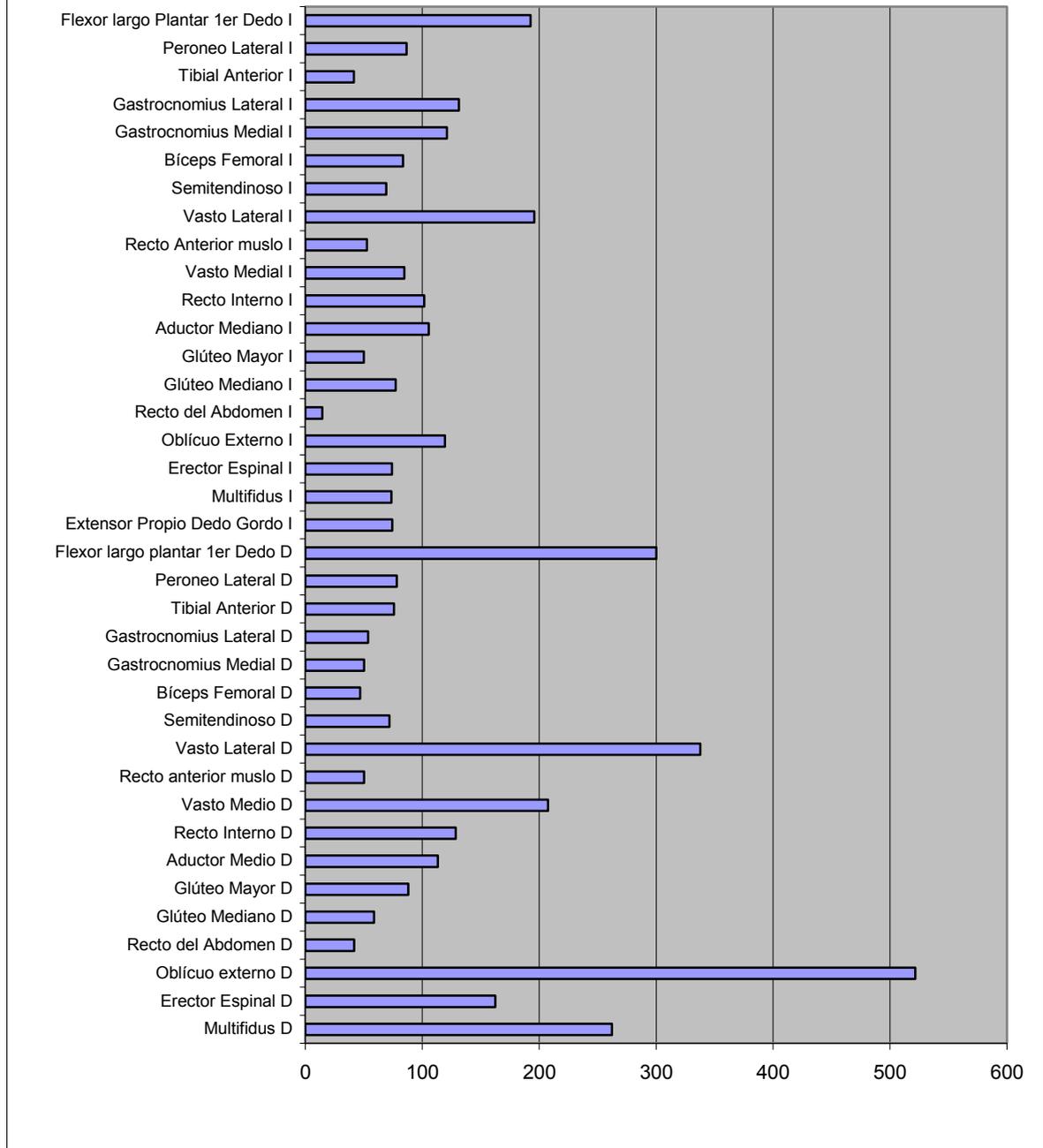
Los valores encuadrados con fondo calabaza  se producen en la fase postimpacto.



## MONDOLLIO CHAGUI

	DERECHO		IZQUIERDO	
	% RESPECTO	MOMENTO PICO	% RESPECTO	MOMENTO PICO
	CMI		CMI	
<b>M. Multifidus</b>	262	10,08	74	10,32
<b>M. Erector Espinal</b>	162	10,1	74	10,26
<b>M. Oblicuo Externo</b>	521	10,14	119	9,86
<b>M. Recto del Abdomen</b>	42	10,14	15	10,06
<b>M. Glúteo Mediano</b>	59	10,24	77	10,56
<b>M. Glúteo Mayor</b>	88	10,24	50	9,96
<b>M. Adductor Medio</b>	113	10,1	106	10,12
<b>M. Recto Interno</b>	129	10,14	102	9,96
<b>M. Vasto Medio</b>	208	9,9	85	10
<b>M. Recto Anterior muslo</b>	50	9,82	53	10,04
<b>M. Vasto Lateral</b>	338	9,96	196	10
<b>M. Semitendinoso</b>	72	10,06	69	9,9
<b>M. Bíceps Femoral</b>	47	10,04	83	10,12
<b>M. Gastrocnemius Medial</b>	50	9,96	121	10,04
<b>M. Gastrocnemius Lateral</b>	54	9,96	131	10
<b>M. Tibial Anterior</b>	76	9,9	42	9,92
<b>M. Peroneo Lateral</b>	78	10,26	87	10,02
<b>M. Flexor largo plantar 1<sup>er</sup> Dedo</b>	300	10,32	193	9,96
<b>M. Extensor Propio Dedo Gordo</b>			74	10,1

**% SEÑAL E.M.G. DINAMICA / SEÑAL E.M.G. CMI EN TECNICA  
MONDOLLIO-CHAGUI**



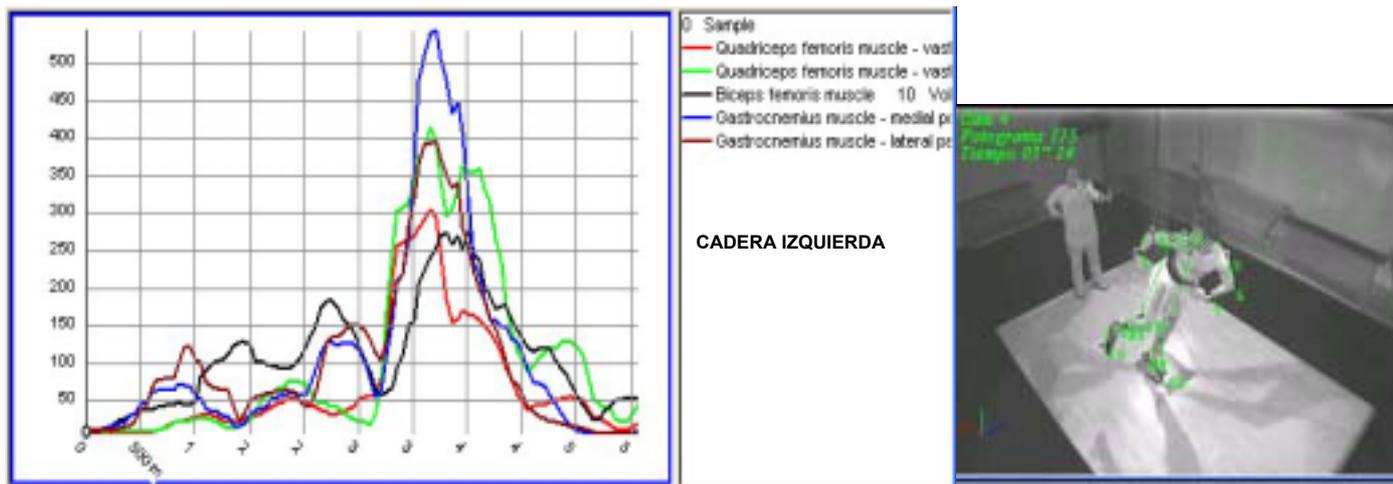
En el período Preapoyo la mayor actividad en el hemicuerpo del lado izquierdo la presentan los músculos: m. oblicuo externo (119% CMI), m. glúteo mayor (50% CMI), m semitendinoso izquierdo y m. recto interno (102% CMI). Ello va a contribuir por una parte a la extensión de la pelvis, a la abducción de la cadera izquierda y a una

inclinación del tronco hacia la derecha, lo que favorece la proyección de la extremidad izquierda. En el hemicuerpo derecho la actividad fundamental recae en el m. cuádriceps: vasto medial (208% CMI), vasto lateral (338% CMI) y m. recto anterior del muslo (50% CMI) que son extensores de la rodilla. Además, se asocian los m. flexores del pie derecho como son los m. gastrocnemios lateral (50% CMI) y medial (50% CMI) que favorecen el balanceo de la marcha, proyectando la extremidad inferior izquierda para que contacte con la plataforma. Esta acción de la flexión del pie se encuentra regulada por el m. tibial anterior derecho (36% CMI) ya que es aquí en este período donde presenta su pico máximo.

Como vamos a entrar en el Período I o de apoyo bipodal donde el pie izquierdo va a contactar con la plataforma, se produce en la fase final del Período de Preapoyo la activación de los músculos que van a controlar dicho apoyo como son el m. tibial anterior izquierdo (42% CMI) y el m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo del pie izquierdo (193% CMI).

En el Período I o de Apoyo Bipodal se produce la extensión del tronco, principalmente del hemicuerpo derecho a expensas de la contracción combinada de m. multifídus derecho (262% CMI), m. erector espinal (129% CMI), m. isquiosurales derechos [m. bíceps femoral (47% CMI) y m. semitendinoso (72% CMI)]. La acción combinada del m. oblicuo externo izquierdo (iniciada su contracción al final del Período de Preapoyo) y del m. oblicuo externo derecho [que presenta aquí su pico máximo (521% CMI)] flexionará la cadera, lo que facilitará el despegue de la extremidad derecha del suelo.

En esta misma fase se produce en la extremidad de apoyo, es decir, la izquierda la contracción de los músculos extensores de la rodilla cuádriceps (vasto medial 85% CMI, vasto lateral 196 % CMI, recto anterior del muslo 53% CMI) y de los flexores del pie izquierdo: m. gastrocnemio lateral (131% CMI), m. gastrocnemio medial (121 % CMI) (Gráfico IV).



Gráfica IV.- Comportamiento de los músculos extensores de la pierna apoyo (izquierda) que actúa a modo de eje de giro.

En el Período II o de Apoyo Unipodal se produce una abducción de la cadera derecha y una mayor extensión del tronco por la acción en el primer caso del m. glúteo medio derecho (59% CMI) y en el segundo del m. glúteo mayor derecho (88% CMI).

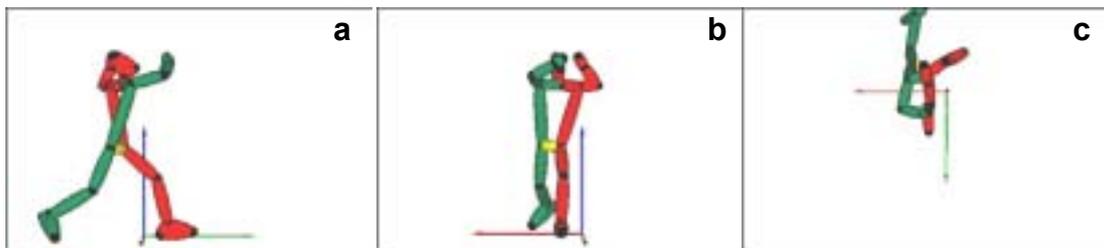
Los grupos musculares que se mantienen durante todo el transcurso de la ejecución de la técnica de Mondollio, como mínimo en niveles iguales o superiores a su CMI ordenados por orden de inicio de su activación son: vasto medial m. cuádriceps derecho (1,20 seg), m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo del pie derecho (2,48 seg), m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo del pie izquierdo (0,82 seg), vasto medial cuádriceps derecho (1,12 seg), vasto lateral cuádriceps izquierdo (1,06 seg), m oblicuo externo derecho (1,06 seg), gastrocnemios lateral izquierdo (0,46 seg), m. multifidus derecho (0,94 seg), m oblicuo externo izquierdo (0,30 seg), m. gastrocnemio medial (0,30 seg), m. erector espinal derecho (0,68 seg), m. recto interno izquierdo (0,06) m. recto interno derecho (0,28 seg) y m. adductor mediano derecho (0,30 seg).

Los momentos pico de mayor velocidad lineal de la flexo-extensión de la cadera se producen en este caso en el Período de Impacto propiamente dicho al igual que ocurre con la velocidad lineal de la flexo-extensión de la rodilla. En cambio la velocidad

angular, el pico de fuerza vertical medido en la plataforma de fuerzas (1683 Nw, es decir, 1,90 veces el peso del individuo) se producen durante el Período II de apoyo unipodal.

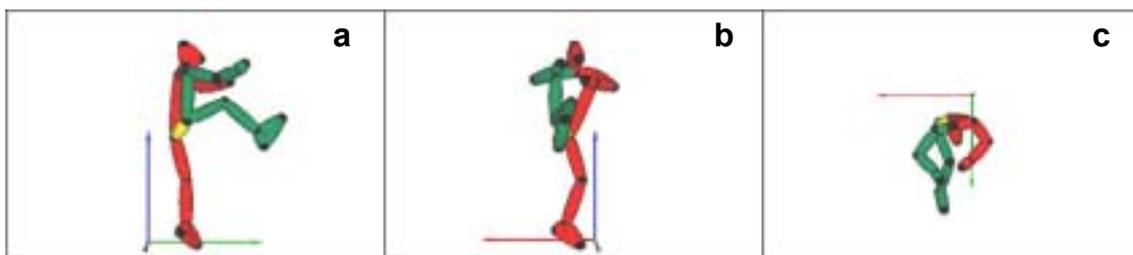
#### 4.6.4. TECNICA DE NERYO-CHAGUI

La cuarta técnica que hemos analizado ha sido el “**Neryo Chagui**”, técnica de ataque compleja con una fase de preparación al impacto con la flexión máxima de la cadera, con ella se consigue un 15% de las acciones que ocasionna el KO y el 10% de los puntos validos en el combate.



Fase I de apoyo bipodal del Neryo- Chagui”, contacto de la pierna de apoyo con la plataforma de fuerzas, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior. **MOMENTO “10”**

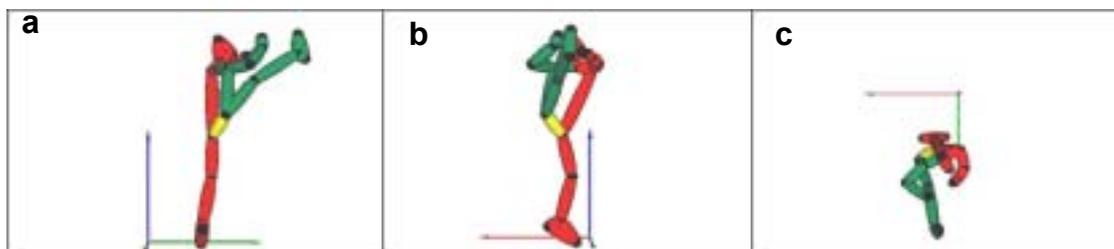
Al comienzo de esta Fase I la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de  $78,66^\circ$  y una abducción de  $12,86^\circ$ , mientras que la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de  $14,17^\circ$  y una adducción de  $7,5^\circ$ . Alcanza la máxima extensión la cadera de impacto o ( $8,6^\circ$ ).



Fase II o de apoyo unipodal todo el peso recae sobre la pierna de apoyo y despegue de la pierna de contacto, en el “Neryo-Chagui”, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

Al inicio de esta Fase II o de apoyo unipodal la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de  $67,02^\circ$  y una adducción de  $3,89^\circ$ , mientras que la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de  $21,64^\circ$  y una adducción de  $2,88^\circ$ .

En esta fase II alcanzan su máxima flexión (143,4°) la pierna de impacto y la abducción de la pierna de apoyo (40,2°).



Fase III o de impacto propiamente: golpeo de la pierna dominante en “mit” el “Neryo-Chagui”, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

En los valores angulares al inicio de la Fase III o de impacto propiamente dicha la pierna de apoyo (Cad. Izq.) presenta un flexión de 7,85° y una abducción de 32,39° y la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de 139,09° y una abducción de 44,41°. Durante esta fase alcanzan su máxima adducción (13,2°) la cadera de impacto y la máxima extensión de la cadera de apoyo.

**Tabla XVIII .- RANGOS DE MAXIMA MOVILIDAD DE LA ARTICULACION DE LA CADERA Y FASE EN QUE SE PRODUCEN DURANTE LA EJECUCION DEL NERYO-CHAGUI**

		PIERNA IMPACTO		PIERNA APOYO	
		MEDIA	FASE	MEDIA	FASE
<b>NERYO</b>	<b>FLEXION</b>	143,4° (max: 153° ; min: 127°)	II	82,2° (max: 97° ; min: 63°)	PREAPOYO
	<b>EXTENSION</b>	8,6° (max: -12° ; min: 0°)	I	0,4° (max: -39° ; min: 0°)	III
	<b>ABDUCCION</b>	50° (max: -20° ; min: -7°)	PREAPOYO	40,2° (max: 50° ; min: 32°)	II
	<b>ADDUCION</b>	-13,2° (max: 54° ; min: 45°)	III	-5,8° (max: -10° ; min: -1°)	POSTIMPACTO



## Tabla XIX. NERYO-CHAGUI

	<b>PREAPOYO</b>	<b>FASE I A. BIPODAL</b>	<b>FASE II A. UNIPODAL</b>	<b>FASE III IMPACTO</b>
<b>MUSCULOS</b>	Adductor Medio D Erector Espinal I Adductor Mediano I Recto Interno I Glúteo Mediano I Glúteo Mayor I Semitendinoso I Bíceps Femoral I Extensor Propio 1 <sup>er</sup> dedo pie I	Recto del Abdomen D Glúteo Mediano D Glúteo Mayor D Multifidus D Recto Interno D Oblicuo Externo I Recto del Abdomen I Vasto Lateral I Vasto Medial I Gastrocnemius Lateral I Peroneo Lateral D Peroneo Lateral I Flexor largo Plantar 1 <sup>er</sup> dedo pie I Tibial Anterior D Tibial Anterior I	Erector Espinal D Oblicuo Externo D Multifidus I Gastrocnemius Medial D Vasto Medio D Vasto Lateral D Semitendinoso D Recto Anterior muslo I Gastrocnemius Medial I	Recto anterior muslo D Gastrocnemius Lateral D Bíceps Femoral D Flexor largo plantar 1 <sup>er</sup> dedo pie D
V-F/E- Cad. Impacto (media)			10,23	
V-F/E- Cad. Impacto (2º pico) (media)			10,61	
V-AB/AD- Cad.Impacto (media)			10,40	
V-F/E-Cad.. Apoyo (media)			10,16	
V-AB/AD-Cad. Apoyo (media)			10,36	
V-F/E-Rod.-Impacto (media)			10,40	
Flexión max Cad. Impacto (media)			10,46	
Extensión max Cad. Impacto (media)		10,06		
Abducción max Cad. Impacto (media)				10,58
Adducción max Cad. Impacto (media)	9,87			
Flexión max Cad. Apoyo (media)	9,90			
Extensión max Cad. Apoyo (media)				10,53
Abducción max Cad. Apoyo (media)			10,20	
Adducción max Cad. Apoyo (media)				10,60
Pico max fuerza vertical de apoyo			10,16	
Pico max fuerza vertical de apoyo (2º pico)			10,46	
VR-Cadera-Impacto (media)		10,09		
VR-Cadera-Impacto (2º pico) (media)			10,49	
VR-Rodilla-Impacto (media)			10,24	
VR-Tobillo-Impacto (media)			10,36	
VR-Cadera-Apoyo (media)		10,06		
VR-Cadera-Apoyo (2º pico) (media)			10,44	

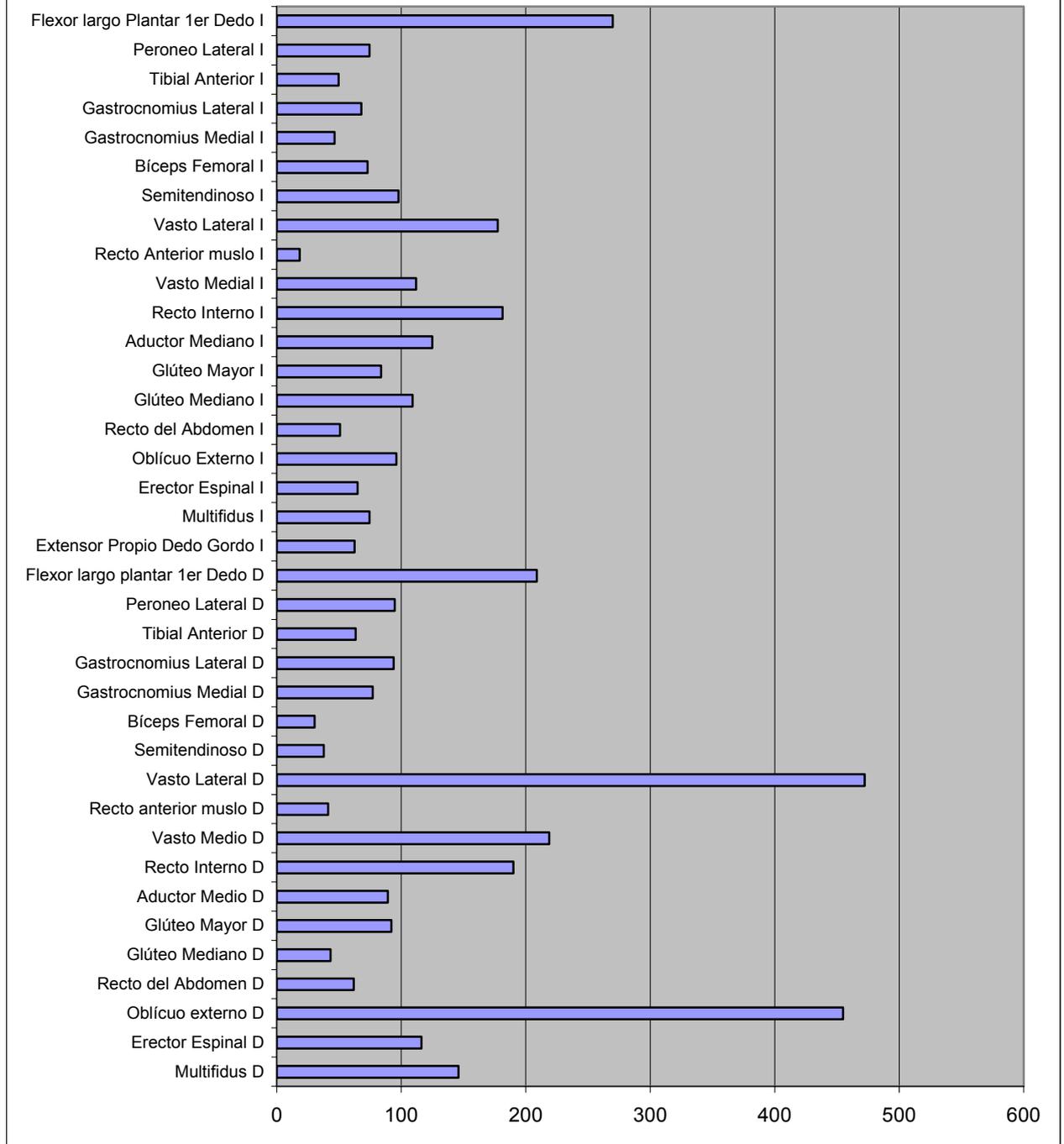
Los valores encuadrados con fondo calabaza  se producen en la fase postimpacto.



## NERYO CHAGUI

	DERECHO		IZQUIERDO	
	% RESPECTO CMI	MOMENTO PICO	% RESPECTO CMI	MOMENTO PICO
<b>M. Multifidus</b>	146	10,3	74	10,32
<b>M. Erector Espinal</b>	116	10,22	65	9,56
<b>M. Oblicuo Externo</b>	455	10,14	96	10,02
<b>M. Recto del Abdomen</b>	62	10,1	51	10,06
<b>M. Glúteo Mediano</b>	43	10,3	109	9,96
<b>M. Glúteo Mayor</b>	92	10,3	84	9,96
<b>M. Adductor Medio</b>	89	9,96	125	9,86
<b>M. Recto Interno</b>	190	10,04	181	9,9
<b>M. Vasto Medio</b>	219	10,44	112	10,02
<b>M. Recto Anterior muslo</b>	41	10,68	18	10,32
<b>M. Vasto Lateral</b>	472	10,48	177	10,02
<b>M. Semitendinoso</b>	38	10,48	98	9,92
<b>M. Bíceps Femoral</b>	30	10,84	73	9,92
<b>M. Gastrocnemius Medial</b>	77	10,42	46	10,32
<b>M. Gastrocnemius Lateral</b>	94	10,62	68	10,08
<b>M. Tibial Anterior</b>	63	10,14	50	10,16
<b>M. Peroneo Lateral</b>	95	10,4	74	10,08
<b>M. Flexor largo plantar 1<sup>er</sup> Dedo</b>	209	10,68	270	10,14
<b>M. Extensor Propio Dedo Gordo</b>			63	9,94

### % SEÑAL E.M.G. DINAMICA / SEÑAL E.M.G. CMI EN TECNICA NERYO-CHAGUI



Esta técnica presenta una distribución particular de la actividad EMG, dadas la especiales características de su ejecución (técnica de arriba-abajo). En el Período de Preapoyo se producen los picos de contracción de los grupos musculares del lado

izquierdo erectores de la columna como: el m. erector espinal (65% CMI), m. glúteo mayor (84% CMI), m. semitendinoso izquierdo (98% CMI), m. bíceps femoral izquierdo (73% CMI). Además, presentan sus picos de contracción los m. recto interno izquierdo (81% CMI), m. adductor mediano izquierdo (125% CMI) m. glúteo mediano izquierdo (109% CMI) y m. extensor propio del 1<sup>er</sup> dedo del pie izquierdo (63% CMI). Ello haría que toda la región posterior del hemicuerpo izquierdo (extremidad que nos va a servir de apoyo) se convirtiera en una pértiga donde proyectar al cuerpo hacia arriba y adelante.

En el Período I de apoyo bipodal presentan sus picos de actividad los m. extensores de la rodilla izquierda [vasto lateral (177% CMI) y vasto medial (112 %CMI)] al tomar apoyo sobre la plataforma, lo que apoyará esta acción de vástago del hemicuerpo izquierdo sobre el que se anclará y realizarán su acción los músculos del hemicuerpo derecho. Así, el músculo oblicuo externo izquierdo (96% CMI) con su acción aislada inclina el cuerpo hacia la derecha, mientras que la acción combinada de ambos rectos anteriores y la del m. recto interno derecho (190% CMI) flexionan la pelvis. Ello juntamente con la extensión del tronco provocada por m. multifidus derecho (146% CMI) y m. glúteo mayor derecho (92% CMI) permite elevar y despegar del suelo la extremidad inferior derecha (impacto).

Durante la Fase de apoyo unipodal, se intensifica la extensión del tronco con la acción combinada del m. erector espinal derecho (116% CMI), m. multifidus izquierdo (74% CMI). La acción en este momento del oblicuo derecho que se aúna a la del m. oblicuo izquierdo, iniciada unos segundos antes, agudiza la flexión de la cadera sobre el tronco lo que nos permite una elevación muy sustancial de la extremidad inferior derecha. Además, en este período se produce el pico de los músculos extensores de la rodilla derecha como es el m. cuadriceps [vasto medial (219% CMI) vasto lateral (472% CMI)] (Gráfico V).



Gráfica V . -Comportamiento de los músculos extensores de la rodilla durante la ejecución del Neryo-Chagui.

A caballo del final del Período II o de apoyo unipodal y de fase inicial del Período III o de Impacto se produce una activación de los músculos isquiotibiales derechos [m. semitendinoso (38% CMI) y m. bíceps femoral (30% CMI)] probablemente como controladores por una parte de la potente contracción de los extensores de la rodilla y por otra de la extensión de la cadera que sumados a la acción de los m. gastrocnemios derechos [medial (77% CMI) y lateral (94% CMI)] y del m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo del pie derecho (209% CMI) provocarían la caída del pie de arriba-abajo.

Los grupos musculares que se mantienen durante todo el transcurso de la ejecución de la técnica de Neryo como mínimo en niveles iguales o superiores a su CMI ordenados por orden de inicio de su activación son: m. vasto medial derecho (1,84 seg), del m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo del pie derecho (2,10 seg), m. recto interno izquierdo (0,74 seg), m vasto lateral izquierdo (0,52 seg), m semitendinoso izquierdo (0,62 seg), m. recto interno derecho (1,24 seg), m. flexor largo plantar del 1<sup>o</sup> dedo pie izquierdo (0,72 seg), m. bíceps femoral izquierdo (1,16 seg), m. multífidos derecho (0,76 seg), m. erector espinal derecho (0,42 seg), m. glúteo mediano

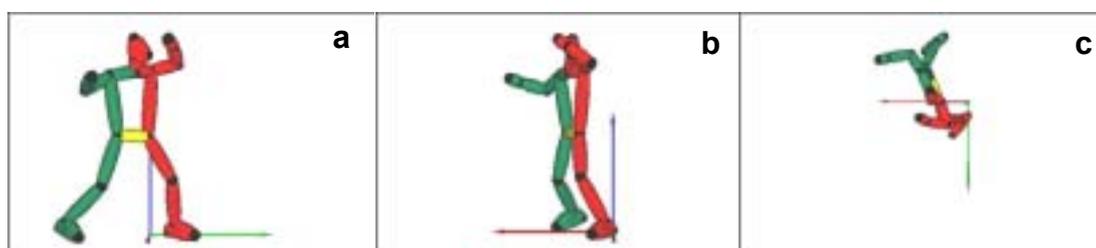
izquierdo (0,74 seg), gastronecmio medial derecho (0,94 seg), vasto medial izquierdo (0,14), gastrocnemios lateral derecho (0,52 seg).

Durante la ejecución de esta técnica se presentan claramente dos picos al analizar la velocidad lineal de ambas caderas (impacto y apoyo) y el pico de la fuerza vertical. Los dos primeros picos tanto de la cadera de impacto como de apoyo se presentan durante el Período I. Mientras que el resto de parámetros como son: el segundo pico de la velocidad lineal de ambas caderas (apoyo e impacto), los dos picos de la fuerza vertical de apoyo y todas las velocidades angulares tienen su máxima expresión durante el Período II o de apoyo unipodal.

El primer pico de la fuerza vertical medido en la plataforma de fuerzas tiene un valor de 1570 Nw, es decir, 1,82 veces el peso del individuo y el segundo de 1301Nw equivalente a 1,5 veces el peso del deportista.

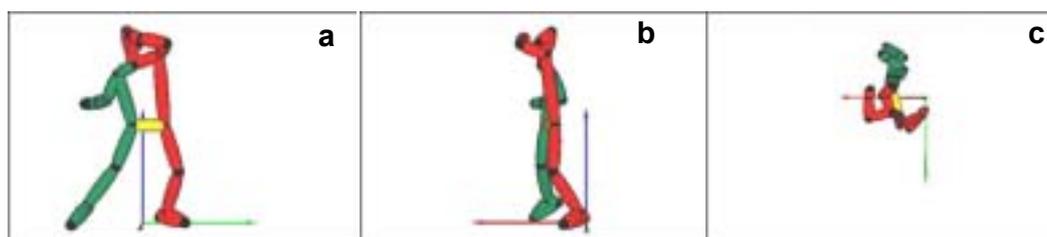
#### 4.6.5. TECNICA DE TUIT-CHAGUI

La quinta y última técnica evaluada es el “**Tuit Chagui**” donde prima la velocidad de ejecución del golpe sobre el resto de técnica si exceptuamos al Mondollio-chagui. Ocupa el 3 lugar entre las que provocan el KO del contrario y proporciona el 20% de los puntos validos durante el combate.



Fase I de apoyo bipodal del Tuit- Chagui”, pierna de apoyo contacta con la plataforma de fuerzas, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior. **MOMENTO “10”**

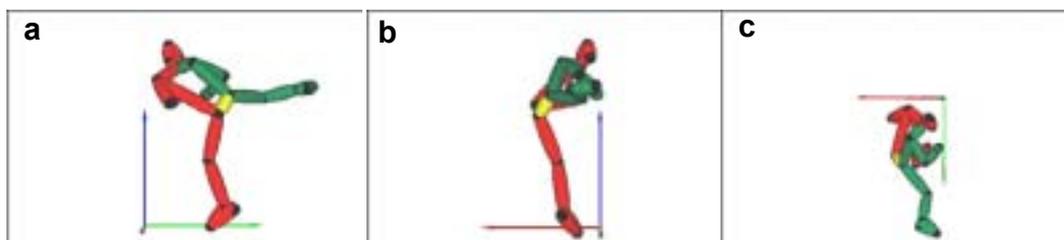
Al iniciar esta Fase I la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de  $56,77^\circ$  y una abducción de  $14,37^\circ$ , mientras que la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de  $51,09^\circ$  y una adducción de  $15,21^\circ$ .



Fase II o de apoyo unipodal inicio del despegue de la pierna de golpeo en el “Tuit-Chagui”, a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

En la Fase II o de apoyo unipodal en su inicio la cadera de apoyo (Cad. Izq.) se encuentra con una flexión de  $53,12^\circ$  y con una abducción de  $0,09^\circ$  mientras que la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de  $68,24^\circ$  y una abducción de  $18,70^\circ$ .

Durante la ejecución de esta fase II alcanza su máxima flexión ( $91,4^\circ$ ) y la adducción ( $-5,4^\circ$ ) la pierna de impacto y la pierna de apoyo presenta también su máxima abducción ( $28,6^\circ$ ) y la adducción ( $2,2^\circ$ ) de la pierna de apoyo, presentándose primero el pico de máxima abducción y con posterioridad ( $0,52$  seg) la adducción.



Fase III o de impacto de la pierna de golpeo sobre el "mitt" en el "Tuit-Chagui", a) visión lateral, b) visión frontal y c) visión superior.

En los valores angulares al inicio de la Fase III o de impacto propiamente dicha la pierna de apoyo (Cad. Izq.) presenta una flexión de  $114,81^\circ$  y una abducción de  $28,55^\circ$  y la cadera de impacto (Cad. Der.) presenta una flexión de  $1,29^\circ$  y una abducción de  $23,78^\circ$ .

Durante esta fase alcanzan su máxima abducción ( $27,8^\circ$ ) y extensión ( $8,8^\circ$ ) la cadera de impacto y la máxima extensión ( $132,2^\circ$ ) la cadera de apoyo.

**Tabla XX.- RANGOS DE MAXIMA MOVILIDAD DE LA ARTICULACION DE LA CADERA Y FASE EN QUE SE PRODUCEN DURANTE LA EJECUCION DEL TUIT-CHAGUI**

		PIERNA IMPACTO		PIERNA APOYO	
		MEDIA	FASE	MEDIA	FASE
<b>TUIT</b>	<b>FLEXION</b>	$91,4^\circ$ (max: $105^\circ$ ; min: $68^\circ$ )	II	$132,2^\circ$ (max: $139^\circ$ ; min: $106^\circ$ )	III
	<b>EXTENSION</b>	$- 8,8^\circ$ (max: $-26^\circ$ ; min: $0^\circ$ )	III	$34,4^\circ$ (max: $46^\circ$ ; min: $15^\circ$ )	PREAPOYO
	<b>ABDUCCION</b>	$27,8^\circ$ (max: $37$ ; min: $22^\circ$ )	III	$28,6^\circ$ (max: $40^\circ$ ; min: $20^\circ$ )	II
	<b>ADDUCCION</b>	$- 5,4^\circ$ (max: $-8^\circ$ ; min: $-3^\circ$ )	II	$-2,2^\circ$ (max: $-5^\circ$ ; min: $0^\circ$ )	II



**Tabla XXI.- TUIT-CHAGUI**

	<b>PREAPOYO</b>	<b>FASE I A. BIPODAL</b>	<b>FASE II A. UNIPODAL</b>	<b>FASE III IMPACTO</b>
<b>MUSCULOS</b>	Recto Interno I Erector Espinal I Oblicuo Externo I Recto del Abdomen I Aductor Mediano I Vasto Lateral D Gastrocnomius Medial D Gastrocnomius Lateral I Flexor largo Plantar 1 <sup>er</sup> dedo pie I Peroneo Lateral D Flexor largo plantar 1 <sup>er</sup> dedo pie D	Oblicuo externo D Recto del Abdomen D Recto Interno D Bíceps Femoral D Vasto Medial I Recto Anterior muslo I Gastrocnomius Medial I Peroneo Lateral I Extensor Propio 1 <sup>er</sup> dedo pie I Tibial Anterior I	Erector Espinal D Multifidus D Glúteo Mediano D Glúteo Mayor D Multifidus I Glúteo Mediano I Glúteo Mayor I Gastrocnomius Lateral D Vasto Medio D Semitendinoso D Recto anterior muslo D Semitendinoso I Vasto Lateral I Bíceps Femoral I	Aductor Medio D Tibial Anterior D
V-F/E- Cad. Impacto (media)			10,37	
V-AB/AD- Cad. Impacto (media)			10,36	
V-F/E-Cad.. Apoyo (media)			10,26	
V-AB/AD-Cad. Apoyo (media)			10,31	
V-F/E-Rod.-Impacto (media)			10,40	
Flexión max Cad. Impacto (media)			10,24	
Extensión max Cad. Impacto (media)			10,46	
Abducción max Cad. Impacto (media)				10,50
Adducción max Cad. Impacto (media)			10,25	
Flexión max Cad. Apoyo (media)				10,60
Extensión max Cad. Apoyo (media)	9,97			
Abducción max Cad. Apoyo(media)			10,19	
Adducción max Cad. Apoyo (media)			10,45	
Pico max fuerza vertical de apoyo			10,17	
VR-Cadera-Impacto (media)			10,21	
VR-Rodilla-Impacto (media)			10,35	
VR-Tobillo-Impacto (media)			10,25	
VR-Cadera-Apoyo (media)		10,11		

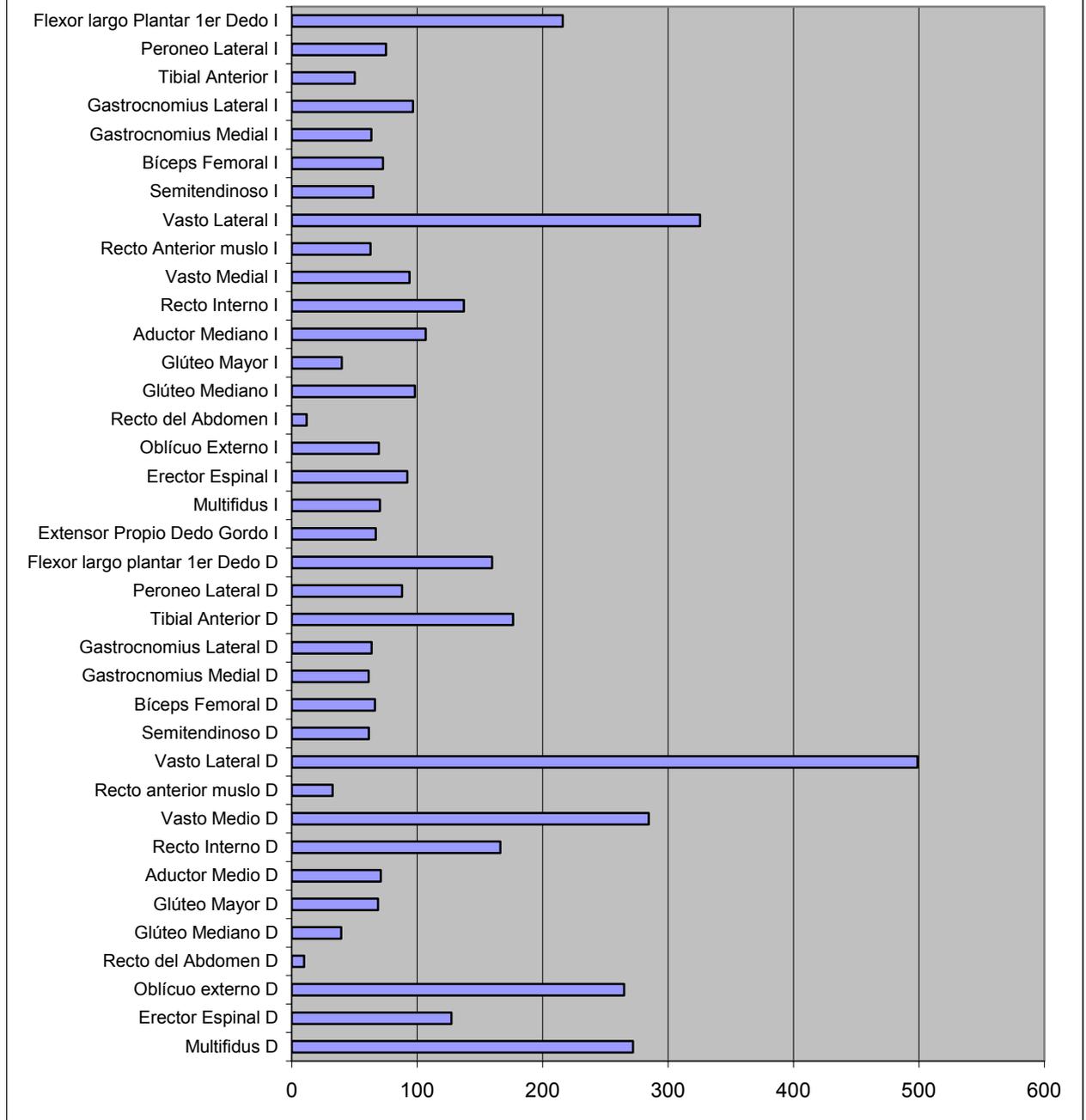
Los valores encuadrados con fondo calabaza ■ se producen en la fase postimpacto.



## TUIT CHAGUI

	DERECHO		IZQUIERDO	
	% RESPECTO CMI	MOMENTO PICO	% RESPECTO CMI	MOMENTO PICO
<b>M. Multifidus</b>	272	10,18	70	10,16
<b>M. Erector Espinal</b>	127	10,16	92	9,92
<b>M. Oblicuo Externo</b>	265	10,02	69	9,92
<b>M. Recto del Abdomen</b>	10	10,06	12	9,98
<b>M. Glúteo Mediano</b>	39	10,22	98	10,16
<b>M. Glúteo Mayor</b>	69	10,22	40	10,16
<b>M. Adductor Medio</b>	71	10,48	107	9,98
<b>M. Recto Interno</b>	166	10,08	137	9,92
<b>M. Vasto Medio</b>	285	10,34	94	10,02
<b>M. Recto Anterior muslo</b>	33	10,44	63	10,04
<b>M. Vasto Lateral</b>	499	9,88	325	10,28
<b>M. Semitendinoso</b>	61	10,34	65	10,22
<b>M. Bíceps Femoral</b>	66	10,04	73	10,28
<b>M. Gastrocnemius Medial</b>	61	9,98	63	10,08
<b>M. Gastrocnemius Lateral</b>	64	10,22	97	9,98
<b>M. Tibial Anterior</b>	176	10,88	50	10,04
<b>M. Peroneo Lateral</b>	88	9,94	75	10,02
<b>M. Flexor largo plantar 1<sup>er</sup> Dedo</b>	160	9,88	216	9,98
<b>M. Extensor Propio Dedo Gordo</b>			67	10,04

**% SEÑAL E.M.G. DINAMICA / SEÑAL E.M.G. CMI EN TECNICA TUIT-CHAGUI**



Al igual que nos ocurría durante la ejecución de la técnica de Neryo se produce durante el Período de Preapoyo en la plataforma, la contracción de los músculos del hemicuerpo izquierdo como son m. erector espinal (92% CMI), m. recto interno (137%

CMI), m. oblicuo externo (69% CMI) y m. adductor medio (107% CMI). Con ello se provoca la extensión del tronco y su inclinación hacia la derecha para permitir el balanceo de la extremidad izquierda hasta contactar en el Período I con la plataforma de fuerza, momento en que se provoca por un lado la contracción de los músculos extensores de la rodilla izquierda como es el cuadriceps [vasto medial (94% CMI) y recto anterior del muslo (63% CMI)] y por otro de los extensores del pie izquierdo como son el m. gastrocnemio medial (63% CMI), m. extensor propio del 1<sup>er</sup> dedo y del m. tibial anterior izquierdo como modulador de esta flexión plantar.

Además durante este Período I de apoyo bipodal en el hemicuerpo derecho se produce la contracción del m. oblicuo externo derecho (265% CMI) que conjuntamente con la acción de su homólogo izquierdo provocan la flexión del tronco(Gráfico VI). También se inicia la extensión de la cadera con la contracción del m. bíceps femoral derecho (66% CMI).

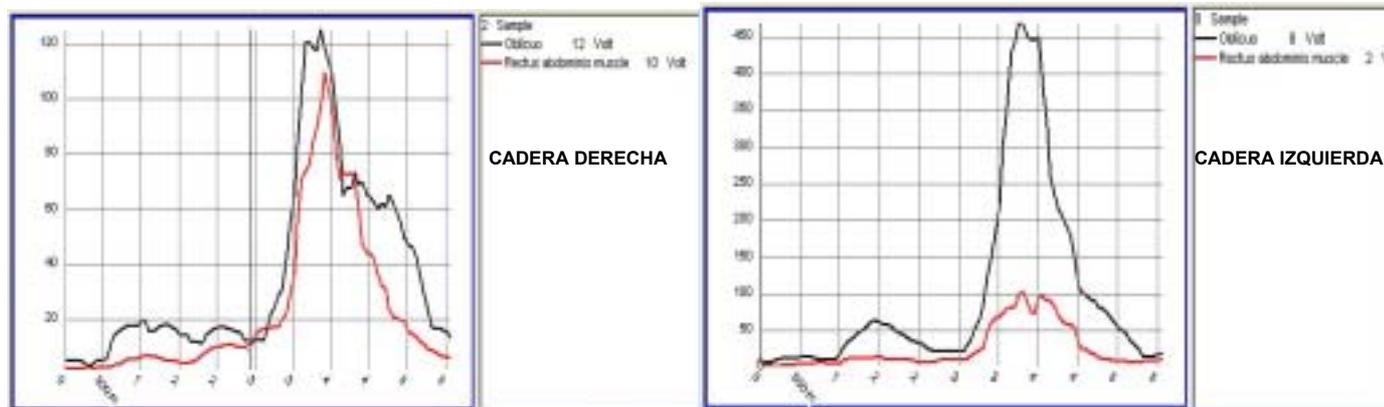


Gráfico VI.-Acción combinada de los m. Oblicuos derecho e izquierdo para favorecer la flexión del tronco

En el Período II de Apoyo Unipodal en el hemicuerpo izquierdo se provoca una extensión de la cadera por la contracción de los isquiotibiales [m. semitendinoso (65% CMI), m. bíceps femoral (73% CMI)], m. glúteo mayor (40% CMI), m. multifidus (70% CMI) y una abducción provocada por la acción del m. glúteo mediano (98% CMI). En el hemicuerpo derecho se potencia la extensión del tronco con la contracción del erector espinal (127% CMI), m. multifidus (272% CMI) y de la pelvis con la acción del m.

glúteo mayor (302% CMI), m. semitendinoso (61% CMI). También se produce la extensión de la rodilla con la contracción del vasto interno del cuádriceps derecho (285% CMI), recto anterior del muslo (33% CMI). Con todo este arqueado en extensión del tronco, la cadera intenta elevar la extremidad derecha de impacto.

Los grupos musculares que se mantienen durante todo el transcurso de la ejecución de la técnica de Tuit como mínimo en niveles iguales o superiores a su CMI ordenados por orden de inicio de su activación son: m. vasto lateral derecho (2,44 seg), m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo del pie derecho (1,48 seg), m. vasto lateral izquierdo (1,06 seg), vasto medial cuádriceps derecho (1,76 seg), m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo del pie izquierdo (0,70 seg), m. oblicuo externo derecho (0,98 seg), m. multífidos derecho (1,18 seg), m. aductor mediano izquierdo (1,26 seg), m. erector espinal derecho (0,46 seg) y m. recto interno derecho (0,60 seg).

Durante la ejecución de la técnica del Tuit se presenta un adelantamiento del pico máximo de la velocidad lineal de la cadera de apoyo que se adelanta al Período I, mientras que el resto de parámetros de velocidad tanto angular como lineal se presentan en el Período II.

Por lo que se refiere a la fuerza vertical sobre la plataforma de fuerzas, el primer pico de la fuerza vertical es de 1177 Nw, es decir, 1,37 veces el peso del individuo y el segundo 1161Nw equivalente a 1,35 veces el peso del deportista; ambos picos tienen lugar en el Período II o de apoyo unipodal.

Cuando analizamos los valores de movilidad articular obtenidos cinemáticamente de la cadera encontramos los siguientes datos:

<b>Tabla XXII .- RANGOS DE MOVILIDAD DE LA ARTICULACION DE LA CADERA Y FASE EN LAS QUE SE PRODUCEN DURANTE LA EJECUCION DE CADA TECNICA</b>					
		<b>PIERNA IMPACTO</b>		<b>PIERNA APOYO</b>	
		<b>MEDIA</b>	<b>FASE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>FASE</b>
<b>BANDAL</b>	<b>FLEXION</b>	107,8° (max:118°; min:89°)	POSTIMPACTO	74° (max: -93°; min: 55°)	PREAPOYO
	<b>EXTENSION</b>	9,8° (max: -12°; min: 0°)	I	9,8° (max: -16°; min: 0°)	II
	<b>ABDUCCION</b>	58° (max:65°; min: 52°)	PREAPOYO	48,4° (max: 55°; min: 40°)	POSTIMPACTO
	<b>ADDUCION</b>	- 9,2° (max: -14°; min: 3°)	PREAPOYO	-2,4° (max: -5°; min: -1°)	I
<b>DOLLIO</b>	<b>FLEXION</b>	131,6° (max: 143°; min: 120°)	I	85° (max: 124°; min: 47°)	II
	<b>EXTENSION</b>	14,8° (max: -5°; min: 0°)	POSTIMPACTO	18° (max: -7°; min: 0°)	II
	<b>ABDUCCION</b>	58,6° (max:65°; min: 52°)	III	63,6° (max: 73°; min: 53°)	POSTIMPACTO
	<b>ADDUCION</b>	-3,8° (max: -9°; min: -1°)	PREAPOYO	-1,2° (max: -2°; min: 0°)	II
<b>MONDOLLIO</b>	<b>FLEXION</b>	95° (max: 111°; min: 79°)	II	129,4° (max: 148°; min: 121°)	I
	<b>EXTENSION</b>	3,4° (max: -9°; min: 0°)	POSTIMPACTO	27,4° (max: 52°; min: 4°)	POSTIMPACTO
	<b>ABDUCCION</b>	55,8° (max: 61°; min: 54°)	III	58,4° (max: 71°; min: 52°)	POSTIMPACTO
	<b>ADDUCION</b>	-7° (max: -10°; min: -1°)	II	8° (max: 12°; min: 5°)	I
<b>NERYO</b>	<b>FLEXION</b>	143,4° (max: 153°; min: 127°)	II	82,2° (max: 97°; min: 63°)	PREAPOYO
	<b>EXTENSION</b>	8,6° (max: -12°; min: 0°)	I	0,4° (max: -39°; min: 0°)	III
	<b>ABDUCCION</b>	50° (max: -20°; min: -7°)	PREAPOYO	40,2° (max: 50°; min: 32°)	II
	<b>ADDUCION</b>	-13,2° (max: 54°; min: 45°)	III	-5,8° (max: -10°; min: -1°)	POSTIMPACTO
<b>TUIT</b>	<b>FLEXION</b>	91,4° (max: 105°; min: 68°)	II	132,2° (max: 139°; min: 106°)	III
	<b>EXTENSION</b>	- 8,8° (max: -26°; min: 0°)	III	34,4° (max: 46°; min: 15°)	PREAPOYO
	<b>ABDUCCION</b>	27,8° (max: 37; min: 22°)	III	28,6° (max: 40°; min: 20°)	II
	<b>ADDUCION</b>	- 5,4° (max: -8°; min: -3°)	II	-2,2° (max: -5°; min: 0°)	II

Estos datos obtenidos mediante estudio cinemático de la ejecución de cada una de las técnicas nos indican que los rangos de movilidad exigidos se encuentran en el límite máximo de los arcos de movilidad articular de la población normal <sup>(99)</sup>.

Si analizamos el momento, con respecto al momento 10, en que se producen la media de los picos máximos de cada uno de estos movimientos vemos:

## **BANDAL**

Analizamos la cadera de impacto vemos que:

- a) El pico de máxima flexión se produce en el momento 10,54 (sobrepasado el Período III).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 10,09 (Período I de apoyo bipodal).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 9,38 (Período Preapoyo).
- d) El pico de máxima adducción en el momento 9,71 (Período Preapoyo).

Si analizamos la cadera de apoyo:

- a) El pico de máxima flexión se produce en el momento 9,94 (Período Preapoyo).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 10,38 (Período II de Apoyo Unipodal).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 10,50 (sobrepasado el Período de Impacto).
- d) El pico de máxima de la máxima adducción en el momento 10,10 (Período Preapoyo).

## **DOLLIO**

Si analizamos la cadera de impacto vemos que:

- a) El pico de máxima flexión se produce en el momento 10,54 (sobrepasado el Período III de Impacto).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 10,07 (Período I de Apoyo Bipodal).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 10,39 (Período III Impacto).
- d) El pico de máxima adducción en el momento 9,92 (Período Preapoyo).

Si analizamos la cadera de apoyo:

- a) el pico de máxima flexión se produce en el momento 10,22 (Período II Apoyo Unipodal).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 10,32 (Período II de Apoyo Unipodal).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 10,50 (sobrepasado el Período de Impacto).
- d) El pico de máxima adducción en el momento 10,18 (Período Unipodal).

## **MONDOLLIO**

Si analizamos la cadera de impacto vemos que:

- a) El pico de máxima flexión se produce en el momento 10,38 (sobrepasado el Período II Apoyo Unipodal).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 10,60 (Sobrepasado Período III de Impacto).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 10,49 (Período III Impacto).
- d) El pico de máxima adducción en el momento 10,26 (Período Unipodal).

Si analizamos la cadera de apoyo:

- a) El pico de máxima flexión se produce en el momento 10,76 (Sobrepasado Período III de Impacto).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 10,15 (Período I de Apoyo Bipodal).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 10,56 (sobrepasado el Período de Impacto).
- d) El pico de máxima adducción en el momento 10,15 (Período I Apoyo Bipodal).

## **NERYO**

El análisis de la cadera de impacto vemos que:

- a) El pico de máxima flexión de produce en el momento 10,46 (sobrepasado el Período II apoyo unipodal).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 10,06 (Período I de Bipodal).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 10, 58 (Período III Impacto).
- d) El pico de máxima adducción en el momento 9,87 (Período Preimpacto).

Si analizamos la cadera de apoyo:

- a) El pico de máxima flexión se produce en el momento 9,90 (Período de Preapoyo).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 10,53 (Sobrepasado el Período III de Impacto).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 10,60 (sobrepasado el Período III de Impacto).
- d) El pico de máxima adducción en el momento 10,20 (Período II Apoyo Unipodal).

## TUIT

Si analizamos la cadera de impacto vemos que:

- a) El pico de máxima flexión se produce en el momento 10,24 (sobrepasado el Período II Apoyo Unipodal).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 10,46 (Período III de Impacto).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 10, 50 (Período III Impacto).
- d) El pico de máxima adducción en el momento 10,25 (Período Unipodal).

Si analizamos la cadera de apoyo:

- a) El pico de máxima flexión se produce en el momento 10,60 (Sobrepasado Período III de impacto).
- b) El pico de máxima extensión en el momento 9,97 (Período Preimpacto).
- c) El pico de máxima abducción en el momento 10,45 (sobrepasado el Período de Unipodal).
- d) El pico de máxima adducción en el momento 10,19 (Período I Apoyo Unipodal).

La valoración de la velocidad angular media a la que es sometida la cadera en cada uno de los movimientos y en qué momento se produce tras el apoyo del pie, es el reflejado en la siguiente tabla XXIII:

Tabla XXIII .- VALORES DE VELOCIDAD ANGULAR															
	FLEXO-EXTENSION						ABDUCCION-ADUCCION						FLEXO-EXTENSION		
	CADERA IMPACTO			CADERA APOYO			CADERA IMPACTO			CADERA APOYO			RODILLA IMPACTO		
	MEDIA	SD	T(S) MEDIO	MEDIA	SD	T(S) MEDIO	MEDIA	SD	T(S) MEDIO	MEDIA	SD	T(S) MEDIO	MEDIA	SD	T(S) MEDIO
<b>BANDAL</b>	347	17	10,3	-294	19	10,17	307,8	30,9	10,27	258,6	47,19	10,29	-561,8	28,02	10,35
<b>DOLLIO</b>	367,8	42	10,32	-274	23,8	10,16	296,6	24,7	10,26	307,2	36,07	10,31	-567,6	36,78	10,36
<b>MONDOLLIO</b>	-512,2	45	10,5	306	52,6	10,33	326,6	21,8	10,36	227,6	35,25	10,39	185,8	65,74	10,47
<b>NERYO</b>	491,4	54	10,23	-257	46	10,16	214	30	10,4	155,6	43,84	10,36	-495	56,4	10,4
<b>TUIT</b>	-535,2	64	10,37	266	29,1	10,26	157,6	29,7	10,36	152,8	46,82	10,31	-524	62,92	10,4

**MEDIA:** media de los valores máximos de velocidad angular obtenidos en las 5 repeticiones de cada una de las técnicas.

**T(s) medio:** media de los Tiempos en el que se produce esta velocidad en función del instante en el que el pie de apoyo toma contacto con la plataforma de fuerzas.

\* Los valores negativos indica que no hay componente de ese rango de movilidad

La fuerza de impacto vertical medida en la plataforma de fuerzas (tabla XXIV) durante cada una de las técnicas, nos muestra la presión que soporta la cadera de la pierna de apoyo y las tensiones que sufren los músculos que toman inserción en ella para disipar o amortiguarlas.

Tabla XXIV.- PICOS DE FUERZA VERTICAL (Nw) SOBRE LA CADERA DE APOYO (plataforma de fuerzas)							
	BANDAL	DOLLIO	MONDOLLIO	NERYO		TUIT	
<b>media</b>	1631,80	2060,60	1683,40	1569,80	1301,40	1177,20	1161
<b>SD</b>	82,01	75,06	109,25	227,00	189,87	188,33	248,69
<b>t(s) medio</b>	10,15	10,16	10,17	10,16	10,46	10,17	10,38

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. VALORACION CLINICA DE LA POBLACION

La atención médica cotidiana de los deportistas practicantes de taekwondo nos había hecho sospechar una mayor vulnerabilidad de su cadera al presentar sintomatología a partir de la segunda década de la vida.

Los estudios sobre la población general indican que la incidencia de artrosis de cadera es del 3-6% en las personas mayores de 55 a siendo algo más frecuente en las mujeres que en el hombre [Daniellsson L. 1984<sup>(41)</sup>]. La edad de inicio de los primeros síntomas se sitúa alrededor de los 61 años en los pacientes afectados de coxartrosis primaria y en los 55 años en los de portadores de una coxartrosis secundaria [M. Lequesne 2000<sup>(39)</sup>], siendo en un 45-50 % de los casos una afectación bilateral.

La incidencia de osteoartrosis (OA) en gente joven ha ido en aumento en los últimos años y en especial la que afecta a la cadera; su incidencia en esta articulación se sitúa en 100 nuevos casos /100.000 habitantes año<sup>(42)</sup>.

Un estudio realizado en Islandia entre 1990-1995 sobre 1530 exámenes radiológicos de pacientes con edades superiores a los 35 a. muestra una prevalencia de OA del 10,8% (12% para los hombres y 10% en las mujeres) incrementándose en 2% más en los sujetos de entre 35-39 a. y alcanza el 35,4 % en personas mayores de 85 a.<sup>(43)</sup>.

Estudios sobre poblaciones jóvenes hay pocos pero un trabajo comparativo realizado en Ankara (Turquía), mostraba una prevalencia de coxartrosis en los pacientes comprendidos entre los 25-39 a. del 1,9%, en los comprendidos entre los 40-54 a. del 16,1% y en los mayores de 55 a. del 21,5%<sup>(44)</sup>.

Estas cifras sobre la población en general cuando se toma en consideración la actividad deportiva de los pacientes muestran [Vingard E. 1993<sup>(45)</sup>] y [Cooper C.

1996<sup>(46)</sup>] que el porcentaje de incidencia de la coxartrosis se ve incrementado en 4,5 veces. Si a ello añadimos una actividad laboral con cargas físicas importantes (agricultores<sup>(47)(48)</sup>, astilleros<sup>(49)</sup>, bomberos, obreros de la construcción<sup>(50)</sup> o de la industria metalúrgica...) la cifra se eleva hasta 8,5 veces.

No existen en la literatura mundial trabajos que describan con precisión la incidencia y prevalencia de este tipo de patologías en el colectivo de deportistas de esta franja de edad (media de edad de 24,68 a) y mucho menos entre los que practican deportes de combate como es el taekwondo. Diferentes motivos encontramos que de una explicación, el primero sería que este deporte es de inclusión reciente en el programa olímpico y que los países occidentales con una mayor tradición en la medicina del deporte no han destinado muchos recursos a estos deportes al no ser un deporte con tradición olímpica y con escasa repercusión mediática.

Un segundo motivo lo encontraríamos en que es un deporte que tradicionalmente se ha practicado en países orientales (Corea básicamente), donde la prevalencia de coxartrosis es muy baja, como queda demostrado en el trabajo multiétnico hecho en San Francisco y Hawai por Hoaglund F [Hoaglund F 2001<sup>(51)</sup>]. Ambas consideraciones podría explicarnos la falta de estudios sobre esta patología en nuestro colectivo de deportistas.

En nuestro país este deporte ha tenido una evolución acelerada desde su introducción a finales de los años 60 convirtiéndose en uno de los deportes que mayor número de éxitos deportivos ha proporcionado a España, que está considerada la primera potencia europea y la segunda potencia mundial. Ello nos ha permitido estudiar una muestra de deportista de alto nivel tanto de nuestro país como de países americanos al realizar concentraciones durante la preparación de los juegos olímpicos desde el año 1999-2004.

Como sabemos la artrosis puede obedecer a una etiología idiopática (no exista una causa clara de su origen) o secundaria (existe una causa desencadenante ya sea una

alteración estructural, infecciosa, congénita o traumática). Alrededor del 45% de los casos el origen es primario.

Los factores de riesgo más importantes implicados en la aparición de la artrosis en la cadera son sexo [Felson DT. 2000]<sup>(52)</sup> [Vingård E. 1998]<sup>(53)</sup>, edad [Martin JA. 2003]<sup>(54)</sup> [Lanyon P, 2003]<sup>(55)</sup>, obesidad (índice de masa magra (Body Mass Index)) [Vingård E. 1991]<sup>(56)</sup>, antecedentes de lesiones de la cadera, alteraciones de la cadera sufridas en la infancia y la predisposición constitucional [Saxon L. 1999]<sup>(57)</sup> [Cooper C. 1996]<sup>(46)</sup> [De Filippis L. 2004]<sup>(58)</sup>.

Cuando nos referimos al concepto de artrosis precoz del deportista vemos que existen una serie de diferencias que le dan una característica propia. En primer lugar la edad de incidencia es mucho más baja situándose por debajo de los 30 años y en la mayoría de casos su etiología es primitiva [Demerai Y. 1972<sup>(59)</sup>; 1979<sup>(60)</sup>], [Lequesne MG. 2002]<sup>(61)</sup>. Como es el caso de nuestra serie donde la edad media de nuestra población se sitúa en los 24,68 a. y donde la única alteración estructural estadísticamente significativa ( $p= 0,018$ ) es la presencia de un ángulo VCA displásico en la cadera derecha cuando en ella hay criterios de artrosis; es decir, un déficit de cobertura anterior de la cabeza femoral.

Otros trazos característicos son la mayor incidencia en el hombre que en la mujer [Murray RO. 1971]<sup>(62)</sup> [Demerai Y. 1979<sup>(60)</sup>; 1972]<sup>(59)</sup>, la bilateralidad de la lesión y la mayor incidencia de lesiones primarias; en los deportes con una asimetría en el soporte de las cargas hay una mayor afectación de la articulación más solicitada [Vingård E. 1993]<sup>(45)</sup>. En el caso de nuestra serie también existe una mayor incidencia de la sintomatología en la cadera de apoyo (75%) que en la cadera dominante que es la proyectada para golpear al contrario, pero no hay una mayor incidencia en hombres como parecen indicar otros autores [Vingård E. 1993]<sup>(45)</sup>. Esta mayor incidencia de esta patología en los hombres podría explicarse por la existencia de un mayor número de practicantes masculinos en estos deportes hasta hace pocos años, y porque en los

países árabes donde hay un gran número de competidores masculinos no se permite la práctica de este deporte a la mujer. Estas circunstancias no se dan en los países estudiados (España; México y Venezuela) ya que en las competiciones nacionales e internacionales los equipos están formados al 50% por deportistas de ambos sexos.

La asociación de ejercicio físico como factor de riesgo en la aparición de artrosis ha sido estudiada por diferentes autores. La revisión de la literatura nos aporta datos contradictorios sobre la repercusión del ejercicio físico en el cartílago articular. Para algunos autores la repercusión del deporte recreacional sobre las articulaciones sin alteraciones no sería un factor que aumentaría el riesgo de osteoartritis [Lequesne MG 1997]<sup>(63)</sup> [Lane NE, 1995<sup>(64)</sup>, 1999<sup>(65)</sup>][Buckwalter JA 1997]<sup>(66)</sup>, sino antes al contrario sería un elemento que disminuiría el dolor y favorecería la movilidad articular [Dias RC 2003]<sup>(67)</sup>.

La carrera de fondo tampoco parece tener un papel lesivo sobre el cartílago articular a largo plazo como nos indica los trabajos de Lane NE [Lane NE. 1986]<sup>(68)</sup> que estudia un grupo de mujeres corredoras de fondo mayores de 50 a. con más de 9 años de actividad deportiva, el cual a pesar de que existe un refuerzo de la línea subcondral y algún osteofito más que en el grupo control, tampoco presenta ni más dolor ni clínica de artrosis, pero sí un aumento de la mineralización del hueso .

A la misma conclusión llega [Panush RS 1986]<sup>(69)</sup> en su trabajo realizado en corredores mayores de 56 a. en los que no observa diferencias, en los estudios radiológicos practicados tanto a nivel de la cadera como de la rodilla, comparando este grupo con un grupo control con las mismas características de edad y peso. Este mismo autor realiza un nuevo estudio 8 años después para valorar si existe una aceleración de los cuadros radiológicos de artrosis en estos deportistas con respecto a los del grupo control y no encuentra ninguna diferencia, por lo cual concluye que la práctica de la carrera no es un factor acelerador de la artrosis, siempre que la articulación tenga una estructura normal incluso si el individuo inicia su actividad

deportiva a mediana edad [Panush RS, 1995]<sup>(70)</sup>. Algunos autores como [Puranen J. 1975]<sup>(71)</sup> dejan entrever que la carrera tendría un carácter condroprotector. También los trabajos retrospectivos de [Sohn RS 1985]<sup>(72)</sup> realizados en antiguos universitarios que habían practicado cross de forma competitiva en su época de estudiantes, tal actividad no representaba un factor predisponente a padecer más artrosis de cadera o rodilla que la población general.

En el otro lado de la balanza surgen los estudios de Lane NE en el año 1999<sup>(73)</sup>, publica un estudio sobre un población de 5818 mujeres, donde concluye que las mujeres que han participado en actividades deportivas antes de la menopausia, y más si ha sido con cierta intensidad, presentan una riesgo mayor de alteraciones radiográficas y sintomáticas de osteoartrosis de cadera. También el trabajo de Marti B 1989<sup>(74)</sup> en corredores de elite parecen indicar que la carrera cuando se desarrolla a alto nivel, ya sea por el volumen de kilometraje o por la alta intensidad con que se practica, es un factor que aumenta el riesgo de osteoartrosis de cadera. En la misma línea irían los estudios de [Kujala UM. 1994]<sup>(75)</sup>, [Cooper C 1996]<sup>(43)</sup>, [Spector D 1996]<sup>(76)</sup>, [Lane N 1996], <sup>(77)</sup> [Vingård E 1998]<sup>(53)</sup>.

Algunos autores apuntan que deportes como el judo<sup>(63)(61)</sup>, fútbol<sup>(78)(79)</sup>, baloncesto<sup>(63)</sup>, rugby<sup>(61)(59)</sup>, lanzadores de jabalina<sup>(80)</sup>, saltadores de altura<sup>(80)</sup>, tenis<sup>(76)</sup> y danza<sup>(81)</sup> serían mucho más agresivos al ocasionar una sucesión de microimpactos y en algunos casos impactos bruscos que a la larga desencadenarían la condroagresión y con ello una mayor incidencia de artrosis de rodilla y cadera [Shepard GJ. 2003]<sup>(82)</sup>, [Drawer S 2001]<sup>(83)</sup>, [Deacon A 1997]<sup>(84)</sup>, [Roos H. 1994]<sup>(85)</sup>, [Buckwalter JA.1997]<sup>(66)</sup>, pero no encuentran diferencias significativas con la población general con respecto a la edad de inicio en la actividad deportiva, su duración, intensidad y/o nivel alcanzado [Boyer T. 1981]<sup>(86)</sup>. En este grupo de deportes la incidencia de artrosis entre sus practicantes después de los 40 a se sitúa sobre el 10% [Commandre F.1973]<sup>(87)</sup>, [Desmarais Y 1979]<sup>(60)</sup>, [Vasey H 1959]<sup>(88)</sup>, llegando en el caso de los bailarines al

17,5% como refleja el estudio realizado por [Revel M 1989]<sup>(81)</sup> lo que duplica y en algunos casos triplica la incidencia de esta patología en la población general [Lequesne M. 2002]<sup>(61)</sup>.

Creo que el taekwondo se encontraría dentro de este grupo de deportes donde el salto y la carga unipodal sobre una extremidad desencadenaría una serie de microtraumatismos sobre la cadera que a la larga podrían desarrollar una artrosis precoz [Olivé R. 2000]<sup>(89)</sup>.

En nuestra serie de 40 deportistas de alto nivel estudiados 16 presentaban clínica (dolor o rigidez en la movilidad articular) en la cadera (40%), en 14 casos además existía la presencia de al menos un osteofito y en 1 solo caso se evidenciaba la existencia de una geoda que se localizaba en el margen acetabular superior.

No hemos encontrado una relación estadísticamente significativa entre artrosis y años de práctica, edad de inicio en la actividad, el índice de masa magra, sexo, horas de practica diaria ni si la pierna lesionada es la de apoyo o la que percute al saco, aunque existe una tendencia que la cadera más afectada sea la cadera de apoyo (10 de los 16 individuos con clínica la afectación se daba en la pierna de apoyo). Ello coincide con los hallazgos realizados por Boyer T. 1981<sup>(86)</sup> donde analiza 174 antiguos deportista entre ellos practicante de deportes de combate.

Al valorar el rango de movilidad articular vemos que en ningún caso existía una disminución del arco de movilidad de la articulación afectada ni comparándola con la cadera sana ni con los rangos de movilidad presentados como estándar de la población general como así queda reflejado en la tabla XXV:

Tabla XXV.- RANGOS DE MOVILIDAD ARTICULAR													
	TAEKWONDISTAS				BAILARINES (50-70 a)				CONTROL				RANGO NORMALIDAD
	DER	SD	IZQ	SD	DER	SD	IZQ	SD	DER	SD	IZQ	SD	
<b>FLEXION</b>	140,85	15,93	142,65	14,40	138	11	135	28	123	14	124	14	0°-135°
<b>EXTENSION</b>	15,85	12,23	15,05	11,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0°-30°
<b>ROT. INTERNA</b>	37,78	8,69	38,67	7,84	33	17	35	14	27	8	27	9	0°-35°
<b>ROT. EXTERNA</b>	53,78	17,34	52,83	14,98	45	15	45	16	24	9	24	9	0°-45°
<b>ABDUCCION</b>	64,85	15,55	67,45	14,47	39	10	42	8	31	6	32	6	0°-45°
<b>ADUCCION</b>	23,95	15,70	24,50	16,80	26	11	28	8	26	5	26	5	0°-20°

Si la comparación la realizamos con los bailarines de grandes compañías de ballet donde también se prioriza el trabajo intensivo sobre la movilidad articular, como en el trabajo de Niek van Dijk 1995<sup>(90)</sup> sobre una muestra de 19 bailarinas profesionales de la “Major Dutch Ballet companies” (The Nacional Ballet Netherlands, Scapino Ballet and Social Central Dance Borrad) de edades comprendidas entre 50-70 a.; vemos que nuestros deportistas presentan unos valores de movilidad muy superiores a los de los bailarines profesionales (Tabla XXV) y a los de su grupo control y creo que por dos motivos: el primero porque nuestros sujetos son más jóvenes (18-38 a) y por ello su elasticidad es mayor y el segundo lugar porque vemos que el valor donde existe una mayor diferencia es en la abducción de la cadera ello se debería a que en el taekwondo es básico conseguir el máximo del arco de movilidad de la articulación y en especial la abducción, flexión y rotación externa.

Al comparar nuestra media de rangos de movilidad distribuida por sexos con los obtenidos en un estudio sobre una población de bailarines con un sesgo de edad similar al nuestro (22-41 a.), como es el reflejado en el trabajo de Hamilton W 1992<sup>(91)</sup>, sobre bailarines del Lincoln Center de New York (tabla XXVI), vemos que se mantienen las diferencia a favor de nuestro grupo y en especial en el sexo femenino

en todos los rangos de movilidad pero en especial en los valores de rotación interna y abducción.

La explicación creo que está en el tipo de entrenamiento específico realizado por nuestros deportistas en el que se prima en especial este tipo de movimiento sobre el resto.

<b>Tabla XXVI. RANGOS DE MOVILIDAD ARTICULAR</b>					
	<b>TAEKWONDO (18-32 a)</b>		<b>BAILARINES (22-41 a)</b>		<b>RANGO NORMALIDAD</b>
	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	
<b>FLEXION</b>	140°	156,5°	120°	135°	0°-135°
<b>EXTENSION</b>	16°	19,5°	0°	0°	0°-30°
<b>ROT. INTERNA</b>	38°	43,5°	22°	29°	0°-35°
<b>ROT. EXTERNA</b>	58°	64°	52°	52°	0°-45°
<b>ABDUCCION</b>	64,5°	73°	46°	55°	0°-45°
<b>ADDUCCION</b>	19°	23°	16°	16°	0°-20°

Pero hay un valor que en ninguno de los dos trabajos referidos se comenta que es menoscabo en el arco de amplitud de la extensión de la cadera. Ello llama la atención ya que si comparamos los valores de la extensión de la cadera de los taekwondista con los de la población general vemos que están bastante disminuidos (como media llegan a la mitad del rango máximo de la normalidad). Sorprende porque en este grupo de deportistas el resto de parámetros de movilidad siempre superan con amplitud el máximo del rango. Creo que es debido a que el deportista al solicitar al máximo la extensión de la cadera y ello va en menoscabo de la extensión. Este mismo fenómeno ha sido descrito en la articulación del hombro por [Burkhart SS. 2003]<sup>(92)</sup> en el lanzador en béisbol donde se observa una disminución importante de la rotación interna, al comparar el rango de movilidad del lado de lanzamiento con el contralateral. Él lo atribuye a la hipersolicitación de la rotación externa en abducción que demanda un correcto lanzamiento y que ocasionaría con el tiempo una contractura de la cápsula articular a nivel postero-inferior.

Tampoco hemos visto en nuestra población una reducción de los rangos de amplitud de la rotación como algunos autores han objetivado en grupos de deportistas de elite en los que se les aprecia cuadro de artrosis [Kettunen JA. 2000]<sup>(93)</sup>.

## **5.2. COXOMETRIA MEDIANTE RADIOLOGIA SIMPLE**

En los casos más incipientes la clínica se inicia en forma de una rigidez matutina con dificultad en conseguir los arcos extremos del movimiento de la articulación, indolora o con leve dolor. Radiológicamente se objetiva una escasa cobertura de la cabeza femoral sin existir una verdadera displasia, un ligero pinzamiento de la interlinea articular acompañado ello de un exuberante osteofito marginal, ya sea a nivel de la zona pericapital o en el borde superior del acetábulo.

En los estudios realizados sobre las caderas de los bailarines se objetiva un menor grado de cobertura de la cabeza femoral asociado a una mayor presencia de anteversión del cuello femoral, lo que algunos autores atribuyen a un cierto grado de selección natural ya que ello favorece la práctica de dicha actividad física [Revel M 1989 <sup>(81)</sup>]. En nuestra serie, hemos comprobado que en la totalidad de los pacientes con afectación dolorosa de la cadera existe una cobertura externa insuficiente de la cabeza femoral objetivado por un ángulo VCA displásico, siendo significativamente estadístico ( $p= 0,018$ ) cuando existe el diagnóstico de artrosis de cadera derecha (de las 20 caderas artrósicas 10 se localizan en el lado derecho (50%).

En el caso del ángulo HTE (ángulo de inclinación del techo) la relación no llega a ser estadísticamente significativa ( $p= 0,068$ ) pero está muy cercana ha de ello. Ello traduciría una deficiente cobertura de la cabeza femoral en el plano frontal y con ello una distribución anómala de las presiones soportadas durante la marcha y el salto.

Esta mayor presencia de alteraciones estructurales de la cobertura de la cabeza femoral podría explicarse, al igual que en el caso de los bailarines, por la propia selección que establece la actividad deportiva ya que esta alteración estructural favorecería un mayor grado de libertad articular.

Para muchos autores la existencia de un ángulo CC'D céfalo-cérvico-diafisario displásico es un factor determinante de aparición de artrosis. En nuestro grupo ello no ha sido así ya que la mayoría de nuestros deportistas con rasgo de artrosis no presentaban un ángulo alterado.

En nuestro estudio no hemos constatado que existe una relación directa entre el grado de alteración displásica de los ángulos que nos definen la cadera y una mayor incidencia de artrosis. A esta misma conclusión llegan los trabajos realizados por epidemiólogos [Cooperman DR.1983]<sup>(94)</sup> [Lequesne M. 1999]<sup>(95)</sup> aunque algunos evocan que esta falta de relación se debe a que los estudios epidemiológicos han sido realizados sobre placas de urografía, pero este no es nuestro caso y hemos comprobado los mismo resultados.

### **5.3. ESTUDIO MEDIANTE TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTERIZADA (T.A.C.) Y RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR (R.M.N.)**

Parece que la artrosis precoz es un proceso en el que predominan las lesiones de carácter proliferativo (osteofitos, esclerosis ósea) sobre los procesos destructivos (geodas) [Demerai Y 1989<sup>(96)</sup> ,1997<sup>(59)</sup>]. Ello también lo hemos visto en nuestros deportistas en quienes la existencia de alteraciones óseas y de partes blandas no siempre se acompaña de clínica. Por regla general las lesiones óseas se adelantan a la clínica [Lequesne M. 2000]<sup>(39)</sup>.

En nuestra población de deportistas hemos descubierto, sumando los hallazgos de TAC y RMN, 30 deportistas, (75 % de los individuos estudiados 14 chicas y 16 chicos) que en alguna de sus caderas tienen un osteofito y en 20 casos la afectación es bilateral. Su localización fundamental es la región cefálica superior (posición 5 del diagrama de Lequesne M, 2000<sup>(39)</sup>) con un 34,2% (Fig. 21 y 22); a veces esta localización se corresponde con la sección óptica de la proyección del collar osteofítico pericapital (localización 9 del diagrama de Lequesne M, 2000<sup>(39)</sup>). Si en nuestra población sumamos ambas localizaciones (región cefálica superior y pericapital) la incidencia de osteofito asciende al 54,48%, esta alta tasa de osteofitos en la cadera también es vista por Spector D 1996<sup>(76)</sup> en tenistas y corredores pero en especial en los primeros.

La presencia de osteofitos perifoveales en nuestros pacientes ha sido escasa: solo se objetiva en 1 caso cuando valoramos las imágenes de TAC y en 6 casos cuando unimos las imágenes recogidas mediante RMN. Ello va un poco en contra de los estudios realizados por [De Sèze S. 1958 <sup>(97)</sup>] [Demarias Y. 1997<sup>(59)</sup>] que resaltan que esta ubicación es la más frecuente en los casos de coxartrosis incipiente.

Las geodas están presentes en 10 deportistas (25%) (4 chicas y 6 chicos) en 4 casos la lesión es bilateral, en 3 únicamente en la cadera derecha y en otros 3 la cadera izquierda. Su localización es en el techo y no en la zona de la cabeza femoral y solo un caso presenta clínica.

Para considerar la existencia de una coxartrosis seguiremos los criterios establecidos por el "American College of Rheumatology"<sup>(40)</sup> modificados ya que en la artrosis precoz del deportista a veces la sintomatología no es un dolor sino una limitación de la movilidad articular que se traduce por una rigidez matinal o inicio de la actividad deportiva. Podemos realizar la clasificación según dos forma:

#### **FORMA TRADICIONALES:**

<sup>3</sup> Dolor o rigidez en la articulación de la cadera más dos de los siguientes criterios:

- § Existencia de osteofitos visto en radiología.
- § Pinzamiento de la interlínea visto en radiología.
- § Velocidad de sedimentación < 20 mm/1<sup>a</sup> h.

#### **FORMA EN DIAGRAMA**

<sup>3</sup> Dolor y presencia de osteofitos a nivel de la cabeza o cavidad acetabular visto por radiología.

O

<sup>3</sup> Dolor y disminución del espacio interarticular medido en radiología y velocidad de sedimentación inferior a 20 mm/1<sup>a</sup> h.

Estos criterios definidos por el "American College of Rheumatology"<sup>(40)</sup> tienen una sensibilidad del 89% y una especificidad del 91 %.

Cuando analizamos nuestra población de deportista siguiendo estos criterios vemos que existen 16 deportista (10 mujeres y 6 hombres) que presentan clínica y 14 de ellos cumplen los criterios clásicos para catalogarlos de cadera artrósica (síntomatología, presencia de osteofito y VSG < 20 mm/h)<sup>(37)</sup>; en 6 casos se encuentra afectada la cadera derecha, en 5 la izquierda y en 3 casos la afectación es bilateral. De los 14 casos con criterios de artrosis 8 (6 chicas y 2 chicos) presentan una disminución del grosor de la interlínea articular medido en 2 de las tres exploraciones, ya sea Radiología simple, TAC o RMN, cuando se compara con la media de todas las determinaciones.

Si tomamos como criterios de artrosis la presencia de clínica, disminución del grosor de la interlínea articular y VSG < 20 mm<sup>(40)</sup> hay otros 2 deportista que cumple con tales criterios con lo cual se completa el número de 16 deportistas con artrosis de cadera, es decir, el 40% de la población estudiada.

Para muchos autores la sola presencia de un osteofito es signo de inicio de coxartrosis [Lequesne M 1968 <sup>(98)</sup>] y es considerado como el signo más precoz, incluso antes que el pinzamiento articular. Estudios posteriores [Demerais Y, Lequesne M 1979]<sup>(60)</sup> sobre sujetos jóvenes de menos de 25 años asintomáticos ha permitido concluir que la presencia de osteofitos aumenta con la práctica habitual de actividad física, y que no todas estas caderas con la presencia únicamente de osteofito y sin pinzamiento de la interlínea evolucionan hacia una coxartrosis.

Por ello es muy importante ver la ubicación de este osteofito ya que si se localiza en las inmediaciones de la inserción de un elemento tendinoso puede tratarse de una entesitis calcificante o a un osteofito de tracción y no de un verdadero osteofito por degeneración articular [Buckwalter JA 1997]<sup>(66)</sup>. De aquí que en nuestro estudio hayamos sido muy minuciosos en ver si el osteofito se localizaba en alguna de estas demarcaciones y así lo hemos reflejado.

En la cadera del practicante de taekwondo la localización más frecuente de los osteofitos se sitúa en la región cervical superior o pericervical a modo de collarín cefálico, lugar donde no hay estructuras que tomen inserción (ni cápsula ni otras partes blandas). Por ello Lequesne M [Lequesne M. 1968<sup>(98)</sup>,2000<sup>(39)</sup>] concluye en sus trabajos que la presencia de estos osteofitos traducen la existencia de un sufrimiento articular y del hueso subcondral, siendo ello una evidencia del inicio de un cuadro de artrosis precoz.

Esta mayor incidencia en la localización en la región cervical superiores se podría relacionar con el conflicto anterior de la cadera en caderas no displásicas [Leunig M. 1997]<sup>99</sup> [Tönnis D, 1999]<sup>100</sup> que se ocasiona durante la ejecución de movimientos de hiperflexión y rotación interna que provocaría un conflicto de espacio entre el borde anterosuperior de la cabeza femoral y el reborde de la anterior de la cavidad cotiloidea que a la larga ocasionaría una laminación y fisuración del cartílago articular [Ito K 1998]<sup>101</sup> en dicha zona y la aparición de un osteofito en la cabeza femoral. [Laude A. 2004]<sup>102</sup> [Ito K .2001]<sup>103</sup>. También en nuestro trabajo hemos visto que la región que con mayor frecuencia presenta un pinzamiento en el grosor de la línea articular es la región de los cortes coronales supero medial.

Para establecer el grado de artrosis a nivel radiológico seguiremos la clasificación modificada de Hermodsson 1983<sup>(104)</sup> que considera 4 grados:

- Ø Grado 0: No existe ninguna anomalía ni esclerosis del hueso subcondral.
- Ø Grado I: Afectación del cartílago con o sin osteofitos.
- Ø Grado II: Destrucción del cartílago, cambios a nivel del hueso subcondral como necrosis, geodas o ruptura del hueso.
- Ø Grado III: Destrucción del cartílago acompañado de desaparición parcial o total del espacio interarticular, necrosis ósea con deformación o subluxación.

Siguiendo este patrón de análisis de las imágenes radiológicas en nuestra serie de 40 individuos estudiados (80 caderas) 17 individuos están en el grado 0 (10 chicas, 7 chicos); 16 en grado I (5 chicas y 11 chicos) y 7 en grado II (5 chicas y 2 chicos), ningún individuo ha alcanzado grado III. Es decir, que del total de 40 deportistas de la muestra 23 sujetos (57,5%) presentan algún grado de alteración artrósica en su cadera, lo cual apoyaría los trabajos de algunos autores que indican que la artrosis precoz del deportista tiene un carácter más exuberante de lesiones óseas que de sintomatología clínica <sup>(36)(91)</sup>. Ello también diferencia este proceso de coxartrosis precoz del deportista de la artrosis rápidamente destructiva, que también afecta a adultos jóvenes, cuyos procesos proliferativos (osteofitos, geodas, esclerosis) son difíciles de observar cuando no inexistentes

Si el análisis lo circunscribimos solo a los individuos catalogados como artrósicos, vemos que 12 están en grado I (7 chicas y 5 chicos) y 4 en grado II (3 chicas y 1 chico).

Como sabemos por los estudios anatómicos el grosor del cartílago hialino que recubre la cavidad cotiloidea va desde 0,5 mm en su porción central hasta los 3 mm en su periferia (lugar de mayor apoyo de la cabeza femoral). El cartílago que recubre la cabeza femoral también presenta valores diferentes siendo en la periferia de 1 mm y alcanzando el máximo 2,5 mm un poco por debajo y delante de su porción media, lugar de mayor presión durante la marcha y la bipedestación<sup>(105)</sup>. Pero la mayoría de estos estudios se han realizado en adultos añosos y ello hace difícil poder comparar estas cifras con las de nuestros deportistas (edad media de 24, 68 a.) ya que las variaciones individuales en función de la edad, sexo y peso son importantes, al igual que el punto donde se ha realizado la medida <sup>(70)(93)(94)(95)</sup>, como lo demuestran los estudios anatómicos. Así, el valor del grosor de la interlínea puede variar desde menos 1,5 mm hasta 4 mm<sup>(14)(106)(107)(108)(109)</sup> cuando se realiza a nivel apical.

Como valor mínimo de este espacio interarticular se ha tomado como referencia que los valores inferiores a 2,5 mm se pueden considerar como una disminución del espacio interarticular cuando la medida se realiza a nivel supero-lateral<sup>(110)(111)(112)113114</sup>.

Ante esta complejidad de datos para analizar el grosor de la interlínea articular en mm y ver si existe una disminución de la misma, lo hemos hecho siguiendo diferentes criterios para mirar de ajustarnos al máximo a nuestra población:

¿Existe una disminución del grosor de la interlínea (menoscabo entre la cadera sintomática y la sana de más de 0,5 mm de grosor<sup>(39)</sup>) al comparar el valor en mm de la interlínea del lado doloroso con el lado no doloroso?..:

- a) No hemos visto en ninguno de los niveles de corte medidos en nuestra serie, utilizando para ello tanto las exploraciones con Rx simple, T.A.C. y RMN, relación estadísticamente significativa entre la disminución del grosor de la interlínea articular y la existencia de clínica. Solo en 2 casos de los 16 individuos con una cadera artrósica existe un pinzamiento de la interlínea articular en la cadera sintomática.
- b) Tampoco encontramos diferencias significativas al comparar el valor del grosor de la interlínea articular del lado lesionado con la media de los grosores medidos en esta localización en todos los individuos de la muestra.
- c) Cuando valoramos sobre placas de Rx simple los valores obtenidos del grosor de la interlínea con los publicados por Lequesne M 2004<sup>(17)</sup> en individuos entre 16-50 a. tampoco encontramos una relación estadísticamente significativa entre el menoscabo del grosor de la línea en las caderas sintomáticas y los valores aportados como normales en dicho estudio.
- d) No hemos encontrado una relación estadísticamente significativa entre la existencia de un valor displásico estructural y una mayor incidencia del grosor de la línea articular.

Ello no coincide con lo apuntado en diferentes trabajos donde se indica que la disminución del grosor de la interlínea articular es uno de los primeros signos de artrosis<sup>(39)(40)</sup>.

En los mismo términos que nosotros se expresa Niek van Dijk 1995<sup>(90)</sup>, en su trabajo donde analiza las caderas de los profesionales de la danza y tampoco ve alteraciones significativas en el grosor de la interlínea tomadas sobre placas radiográficas de AP.

## 5.4. VALORACIÓN FOTOGRAMETRICA, E.M.G. Y PLATAFORMA DE FUERZAS

Al comparar los valores de la movilidad articular obtenidos mediante el estudio cinemático (tabla XXVII) con los datos de la exploración clínica (tabla II), vemos que en las acciones de combate el rango de movilidad es francamente menor que los valores de movilidad articular pasiva obtenidos durante la exploración física.

<b>Tabla XXVII.- RANGOS DE MOVILIDAD DE LA ARTICULACION DE LA CADERA REALIZADOS EN CADA TECNICA</b>			
		<b>- PIERNA IMPACTO</b>	<b>PIERNA APOYO</b>
		<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA</b>
<b>BANDAL</b>	FLEXION	107,8° (max:118°; min:89°)	74° (max: -93°; min: 55°)
	EXTENSION	9,8° (max: -12°; min: 0°)	9,8° (max: -16°; min: 0°)
	ABDUCCION	58° (max:65°; min: 52°)	48,4° (max: 55°; min: 40°)
	ADUCCION	- 9,2° (max: -14°; min: 3°)	-2,4° (max: -5°; min: -1°)
<b>DOLLIO</b>	FLEXION	131,6° (max: 143°; min: 120°)	85° (max: 124°; min: 47°)
	EXTENSION	14,8° (max: -5°; min: 0°)	18° (max: -7°; min: 0°)
	ABDUCCION	58,6° (max:65°; min: 52°)	63,6° (max: 73° ; min: 53°)
	ADUCCION	-3,8° (max: -9° ; min: -1°)	-1,2° (max: -2° ; min: 0°)
<b>MONDOLLIO</b>	FLEXION	95° (max: 111° ; min: 79°)	129,4° (max: 148° ; min: 121°)
	EXTENSION	3,4° (max: -9° ; min: 0°)	27,4° (max: 52° ; min: 4°)
	ABDUCCION	55,8° (max: 61° ; min: 54°)	58,4° (max: 71° ; min: 52°)
	ADUCCION	-7° (max: -10° ; min: -1°)	8° (max: 12° ; min: 5°)
<b>NERYO</b>	FLEXION	143,4° (max: 153° ; min: 127°)	82,2° (max: 97° ; min: 63°)
	EXTENSION	8,6° (max: -12° ; min: 0°)	0,4° (max: -39° ; min: 0°)
	ABDUCCION	50° (max: -20° ; min: -7°)	40,2° (max: 50° ; min: 32°)
	ADUCCION	-13,2° (max: 54° ; min: 45°)	-5,8° (max: -10° ; min: -1°)
<b>TUIT</b>	FLEXION	91,4° (max: 105° ; min: 68°)	132,2° (max: 139° ; min: 106°)
	EXTENSION	- 8,8° (max: -26° ; min: 0°)	34,4° (max: 46° ; min: 15°)
	ABDUCCION	27,8° (max: 37 ; min: 22°)	28,6° (max: 40° ; min: 20°)
	ADUCCION	- 5,4° (max: -8° ; min: -3°)	-2,2° (max: -5° ; min: 0°)

<b>Tabla II.- RANGOS DE MOVILIDAD ARTICULAR DE LOS TAEKWONDISTAS</b>				
	<b>DERECHA</b>		<b>IZQUIERDA</b>	
	<b>Media</b>	<b>SD</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>
<b>FLEXION</b>	<b>140,85</b> (min: 110 , max: 170)	15,93	<b>142,65</b> (min: 110 , max: 170)	14,40
<b>EXTENSION</b>	<b>15,85</b> (min: 0 , max: 34)	12,23	<b>15,05</b> (min: 0 , max: 30)	11,43
<b>ABDUCCION</b>	<b>64,85</b> (min: 9 , max: 86)	15,55	<b>67,45</b> (min: 20 , max: 100)	14,47
<b>ADDUCCION</b>	<b>23,95</b> (min: 10 , max: 100)	15,70	<b>24,5</b> (min: 10 , max: 100)	16,80
<b>ROT. INTERNA</b>	<b>37,78</b> (min: 22 , max: 68)	8,69	<b>38,67</b> (min: 20, max: 66)	7,84
<b>ROT EXTERNA</b>	<b>53,78</b> (min: 20 , max: 84)	17,34	<b>52,83</b> (min: 26 , max: 82)	14,98

La técnica más exigente tanto para la flexión como para la extensión de la cadera de apoyo es el Tuit-Chagui, para la abducción es el Dollio-Chagui y para la adducción es el Neryo-Chagui.

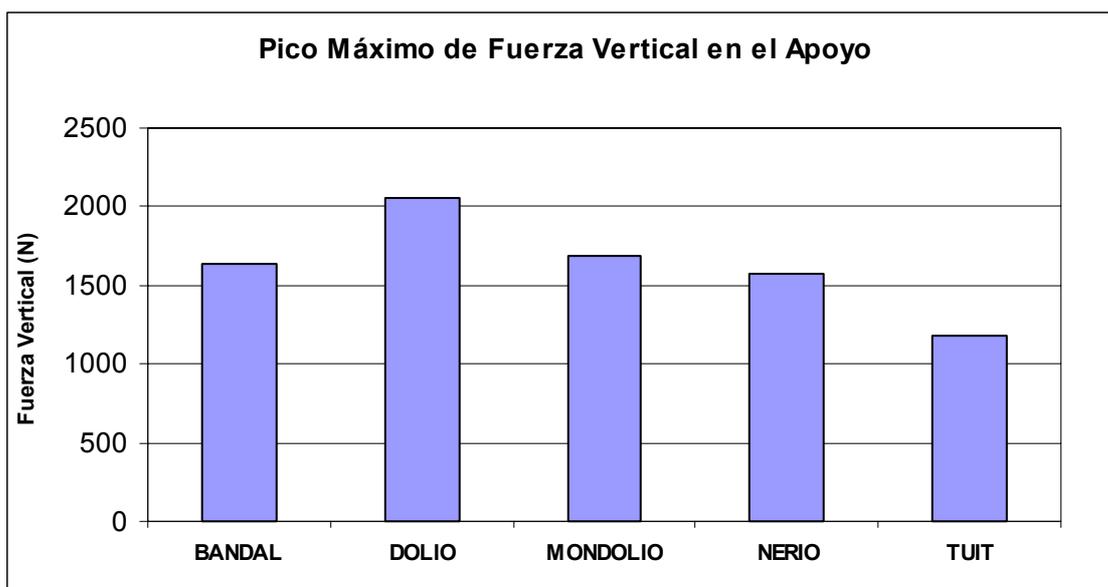
El Neryo-Chagui siendo la técnica más exigente con la movilidad articular ocupa el 4º puesto de las técnicas capaces de producir un KO y el 5º en las que proporcionan puntos válidos durante un combate. Pero esto probablemente variará con el nuevo reglamento ya que los golpes en la cara valen 2 puntos y si el árbitro cuenta una protección al contrincante la puntuación sube a 3 puntos.

Gracias a los trabajos realizados por Pauwels sobre la distribución de cargas en la pelvis siguiendo la teoría de la balanza [Frain Ph 1978<sup>(115)</sup>][Pauwels f. 1951] <sup>(116)</sup> sabemos que las presiones que se ejercen a nivel de la superficie articular de la cadera en cada paso pueden llegar a 3 veces el peso del cuerpo, lo que equivale a unos 16 kgr/cm<sup>2</sup> . Esta presión se puede ver aumentada hasta los 200 kgr /cm<sup>2</sup> e incluso 420 kgr /cm<sup>2</sup> si existe cualquier alteración estructural de la cavidad cotiloidea, cabeza femoral o disimetría de extremidades al realizar actividades que impliquen, desequilibrios corporales ocasionados en la práctica de determinados deportes como salto, el golpeo al balón.

La forma y amplitud de los componentes de las fuerzas de reacción del terreno son características del tipo de deambulación (salto o carrera) [Öunpuu S 1994]<sup>(117)</sup>.

En el caso de nuestro estudio vemos que las fuerzas verticales generadas durante la realización de las técnicas básica son las dibujadas en la gráfica inferior:

**Tabla XXVIII.- VALORES DE LOS PICOS MAXIMOS DE FUERZA VERTICAL**



**Tabla XXIX.- VALORES DE FUERZA VERTICAL CON CADA UNA DE LAS TECNICAS DE ATAQUE**

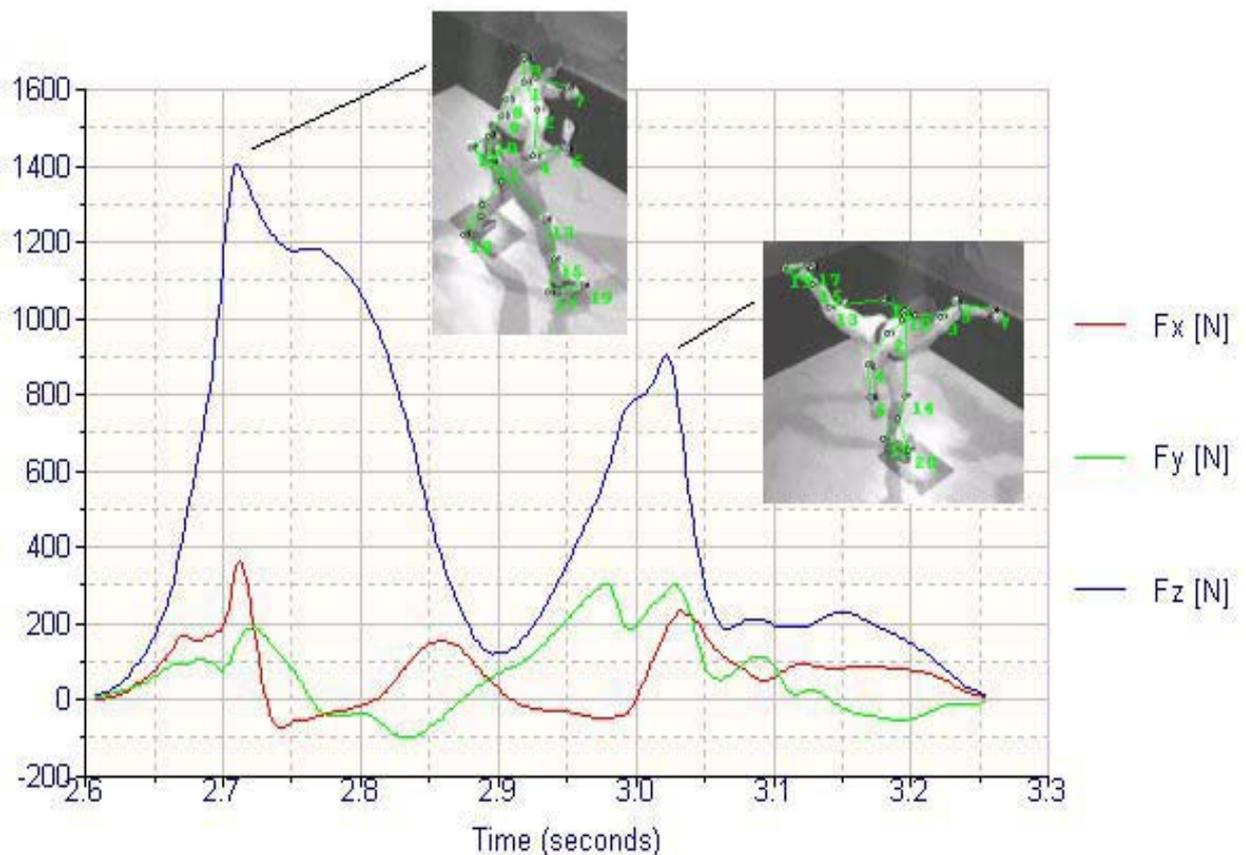
	BANDAL	DOLLIO	MONDOLLIO	NERYO		TUIT	
media	1631,80	2060,60	1683,40	1569,80	1301,40	1177,20	1161
SD	82,01	75,06	109,25	227,00	189,87	188,33	248,69
t(s) medio	10,15	10,16	10,17	10,16	10,46	10,17	10,38

Del análisis de los valores se desprende que los picos de fuerza vertical producidos durante la realización de cada una de las técnicas no difieren mucho de los encontrados durante la ejecución del paso normal o la carrera. La máxima fuerza vertical obtenida se corresponde con la ejecución del Dollio y representa 2,4 veces el peso corporal y el menor valor es el segundo pico del Tuit 1,35 veces el peso del

cuerpo (Tabla XXIX). Los diferentes trabajos nos indican que por término medio durante la marcha los valores de fuerza vertical son de 1,3-1,5 veces el peso del cuerpo. Mientras que los valores para la carrera van entre 2 y 3 veces el peso corporal.<sup>(109)(118)(119)(120)(121)122</sup>.

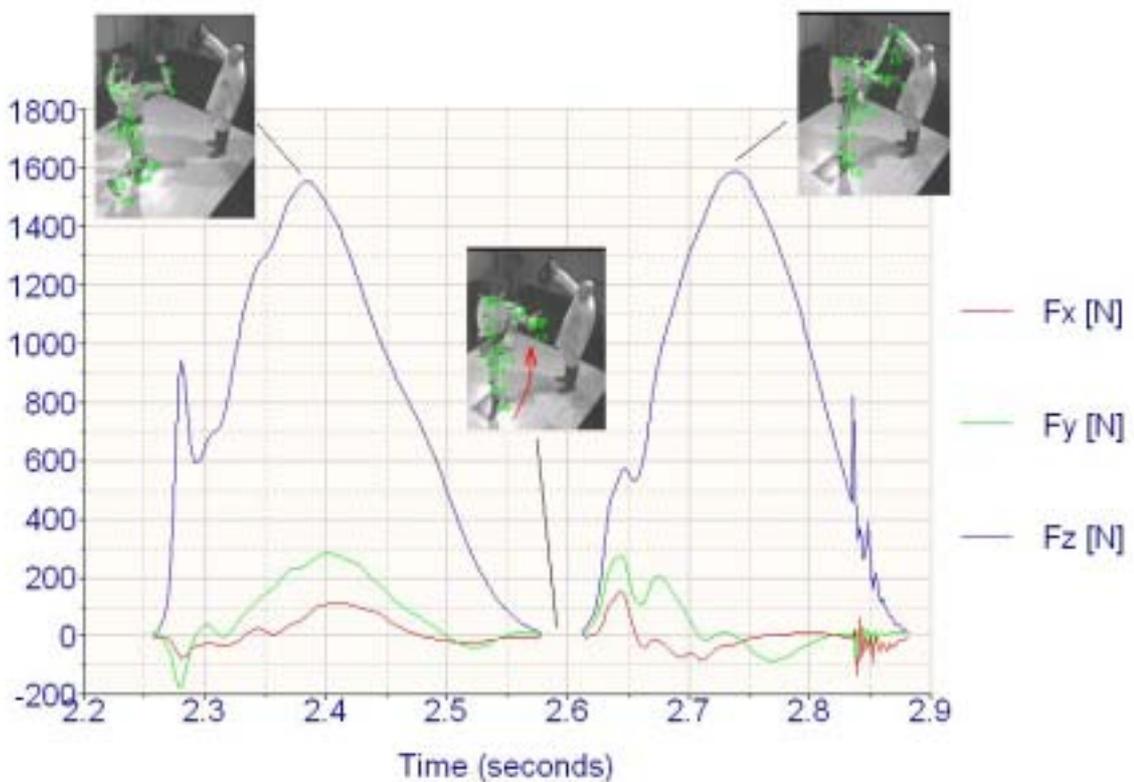
Estas diferentes amplitudes en los picos de fuerza vertical, vendrían explicados por la velocidad de ejecución de cada una de las técnicas y así a mayor velocidad mayor amplitud del pico de fuerza<sup>(33)</sup>.

En condiciones normales durante la marcha la fuerza de reacción vertical alcanza valores máximos que oscilan en 1,3 y 1,5 veces el peso corporal. Esta fuerza vertical se genera durante la fase de apoyo en respuesta a la carga que representa el peso corporal. Durante la carrera esta fuerza vertical puede llegar a 2-3 veces el peso corporal [Cavanagh PR 1980]<sup>(123)</sup>, [Munro RA 1987]<sup>(124)</sup>.



Gráfica VII.- Señal obtenida de la plataforma de fuerzas tras la ejecución de la técnica de Tuit.

La aparición de dos picos de fuerza en la plataforma de fuerzas durante la ejecución de la técnica de Neryo y Tuit tiene una doble interpretación. En el caso del Neryo (Gráfica VIII) el primer pico de fuerza sería el que nos representa la amortiguación de la inercia que lleva nuestro deportista (amortiguación del sistema mecánico), posteriormente hay una pequeñísima fase de vuelo donde decae totalmente la fuerza para reaparecer el segundo pico por la recepción de nuevo del peso del cuerpo tras esta fase de vuelo (impulso de caída).



Gráfica VIII .- Señal obtenida de la plataforma de fuerzas tras la ejecución de la técnica de Neryo.

En el caso del Tuit (Gráfica VII) nos encontramos con un primer pico que sería el que correspondería a la amortiguación del sistema mecánico (Inercia del desplazamiento corporal) y con un segundo pico tras una fase de disminución del pico inicial, que se correspondería con una pequeña elevación del pie por deslizamiento sobre la plataforma; el pico segundo es el correspondiente al reapojo del pie completamente.

Siempre es difícil la interpretación de los datos obtenidos en el estudio EMG y más, en nuestro caso porque no hay trabajos en la literatura que podamos tomar como referencia. Por ello nos hemos apoyado en algunos trabajos sobre estudios biomecánicos y EMG realizados para valorar la dinámica del paso y la carrera, (102)(103)(104) que pueden servirnos como orientación, pero ello no es fácil dado que en el caso de las técnicas de taekwondo no hay sólo un cambio en la cadencia del paso sino una combinación de muy diferentes elementos incluido el salto.

**Tabla XXX .- RESUMEN DE LOS VALORES DE E.M.G. EN LAS DIFERENTES TECNICAS**

	BANDAL				DOLLIO				MONDOLLIO				NERYO				TUIT			
	DERECHO		IZQUIERDO		DERECHO		IZQUIERDO		DERECHO		IZQUIERDO		DERECHO		IZQUIERDO		DERECHO		IZQUIERDO	
	% CMI	T-pico	% CMI	T-pico	% CMI	T-pico	% CMI	T-pico	% CMI	T-pico	% CMI	T-pico	% CMI	T-pico	% CMI	T-pico	% CMI	T-pico	% CMI	T-pico
M. Multifidus	294	10,02	54	10,54	220	9,98	47	9,88	262	10,08	74	10,32	146	10,3	74	10,32	272	10,18	70	10,16
M. Erector Espinal	115	9,96	70	10,02	149	9,98	71	9,62	162	10,1	74	10,26	116	10,22	65	9,56	127	10,16	92	9,92
M. Oblicuo Externo	466	10,12	123	10,04	329	10,04	85	9,86	521	10,14	119	9,86	455	10,14	96	10,02	265	10,02	69	9,92
M. Recto del Abdomen	51	10,16	53	10,28	43	10,18	22	10,12	42	10,14	15	10,06	62	10,1	51	10,06	10	10,06	12	9,98
M. Glúteo Mediano	49	10,42	90	10,68	37	10,18	115	10,02	59	10,24	77	10,56	43	10,3	109	9,96	39	10,22	98	10,16
M. Glúteo Mayor	71	10,52	35	10,12	69	10,24	41	10,36	88	10,24	50	9,96	92	10,3	84	9,96	69	10,22	40	10,16
M. Aductor Medio	63	10,38	117	10,14	70	10,22	133	9,92	113	10,1	106	10,12	89	9,96	125	9,86	71	10,48	107	9,98
M. Recto Interno	261	10,42	106	10,08	317	10,18	123	9,96	129	10,14	102	9,96	190	10,04	181	9,9	166	10,08	137	9,92
M. Vasto Medio	285	10,04	98	10	249	10,1	86	9,98	208	9,9	85	10	219	10,44	112	10,02	285	10,34	94	10,02
M. Recto Anterior muslo	60	10,18	25	10,02	35	10,36	33	10,18	50	9,82	53	10,04	41	10,68	18	10,32	33	10,44	63	10,04
M. Vasto Lateral	477	10,22	130	10	320	10,34	140	9,98	338	9,96	196	10	472	10,48	177	10,02	499	9,88	325	10,28
M. Semitendinoso	69	9,98	84	9,96	53	9,94	82	9,94	72	10,06	69	9,9	38	10,48	98	9,92	61	10,34	65	10,22
M. Biceps Femoral	55	9,72	73	9,92	52	9,74	67	9,92	47	10,04	83	10,12	30	10,84	73	9,92	66	10,04	73	10,28
M. Gastrocnemius Medial	92	9,94	57	10,06	81	9,94	57	10,02	50	9,96	121	10,04	77	10,42	46	10,32	61	9,98	63	10,08
M. Gastrocnemius Lateral	88	9,92	79	10,06	64	9,94	60	10,08	54	9,96	131	10	94	10,62	68	10,08	64	10,22	97	9,98
M. Tibial Anterior	54	9,36	65	9,92	43	10,44	47	9,94	76	9,9	42	9,92	63	10,14	50	10,16	176	10,88	50	10,04
M. Peroneo Lateral	111	9,92	47	10,12	104	9,94	48	10,1	78	10,26	87	10,02	95	10,4	74	10,08	88	9,94	75	10,02
M. Flexor largo plantar 1 <sup>er</sup> Dedo	232	9,88	126	9,86	478	10,74	169	9,94	300	10,32	193	9,96	209	10,68	270	10,14	160	9,88	216	9,98
M. Extensor Propio 1 <sup>er</sup> dedo			66	10,12			43	9,96			74	10,1			63	9,94			67	10,04

**% CIM:** Porcentaje del valor de la contracción isométrica máxima. **T-pico:** Momento en el que se produce el punto de máxima actividad de contracción del músculo con relación al instante en que se produce el 1º apoyo sobre la plataforma de fuerzas o momento que aleatoriamente hemos denominado como 10.

En la Tabla XXX podemos destacar que el grupo de los músculos de tronco y columna (m. oblicuo externo, m. erector espinal y m. multifídus) en especial del lado derecho, nuestro deportista es diestro, presenta siempre niveles de activación que supera en hasta cinco veces la CMI y en la fase inicial del movimiento de aquí que nos haga pensar que son clave como punto de anclaje del resto de músculos. Por el contrario los mismo grupos musculares en el lado contralateral no presentan niveles tan importantes de activación ya que no alcanzan el nivel de la CMI a excepción del músculo oblicuo externo que presenta en la mayoría de casos valores de actividad que se acercan al CMI o lo superan escasamente; creo es debido a que es necesario, junto con el del lado contra lateral, producir la flexión del tronco<sup>(11)</sup>.

Otro punto que creo necesario destacar es la escasa activación del m. recta anterior del abdomen que escasamente llega al 50% de su CMI en todos los movimientos y que “a priori” parecería que debería tener una mayor implicación. Lo mismo podríamos decir del glúteo medio abductor de la cadera y que en el lado derecho escasamente llega al 50% de la CMI, lo que hasta cierto punto podría llegar a ser razonable dado que ésta es la pierna de impacto. Pero en el lado izquierdo, pierna de apoyo sobre la que pivotaremos para alcanzar a nuestro adversario, tampoco los niveles de activación son importantes llegando escasamente al 115% de la CMI en la técnica de Dollio cuyo objetivo es impactar con la cabeza de nuestro adversario.

A nivel de la musculatura de la extremidad inferior hay que destacar por un lado la importante actividad del m. recto interno de ambos lados, pero en especial del lado derecho que en algunos casos supera el 300% de su CMI (técnica de Dollio) y ello creo es debido a su función como rotador interno y aductor que terminaría el golpe. Por el contrario el m. adductor medio tiene una activación mayor en el lado izquierdo (pierna de apoyo) pero nunca alcanza los niveles de activación del m. recto interno quedándose sobre el 100 % de la CMI; ello es lógico ya que es uno de los músculos que estabiliza la pelvis en el apoyo unipodal.

Otro de los músculos que presenta una activación importante es el m. cuádriceps, en especial el vasto lateral: en la extremidad derecha (impacto) que alcanza niveles de casi 500% CMI y en la extremidad izquierda (apoyo) también presenta una importante actividad pero a niveles inferiores sin sobrepasar 325% CMI. El vasto medial también presenta una mayor activada en la extremidad derecha llegando al 285% CMI mientras que en la izquierda sólo sobrepasa minimamente 100 %CMI. El m. recto anterior del muslo sólo presenta un activación del 50% de la CMI. [Lesage Y. 1970]<sup>(125)</sup>

Los músculos isquiotibiales representados por m. bíceps femoral y m. semitendinoso presentan una actividad entre el 50-75% de la CMI y sus picos se producen principalmente en la fase precoz de la ejecución de la técnica (fase final del Período de preapoyo) en las técnicas de Bandal y Dollio, por lo cual parecería que actuarían más como extensores de la cadera que como flexores de la rodilla.

Durante la ejecución de las técnicas de Neryo y Tuit los picos de los isquiotibiales se producen en la extremidad derecha al final del Período de apoyo unipodal o en el Período de Impacto propiamente en lo que hay una extensión de la cadera más que una flexión de la rodilla, mientras que en el lado izquierdo la activación tiene lugar en el Período de Preapoyo o inicial del Período de apoyo bipodal actuando como controladores de la extensión potente del m. cuádriceps.

A nivel de los músculos de la pantorrilla merece especial mención, por el grado de activación, el m. flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo en especial el del lado izquierdo dado que sobre él va a apoyarse todo el peso del cuerpo durante el Período de apoyo unipodal y en el Período de Impacto.[Rideau Y, 1971]<sup>(126)</sup>

Una descripción de la actuación de cada uno de los grupos musculares en función de cada técnica la detallamos a continuación:

### 5.4.1. TECNICA DE BANDAL-CHAGUI

Durante la fase I se produce la máxima extensión de la cadera de impacto y coincide con el período de máxima actividad de m. multifido y m. erector espinal del lado derecho así como del m. erector espinal del lado izquierdo (Gráfico IX)

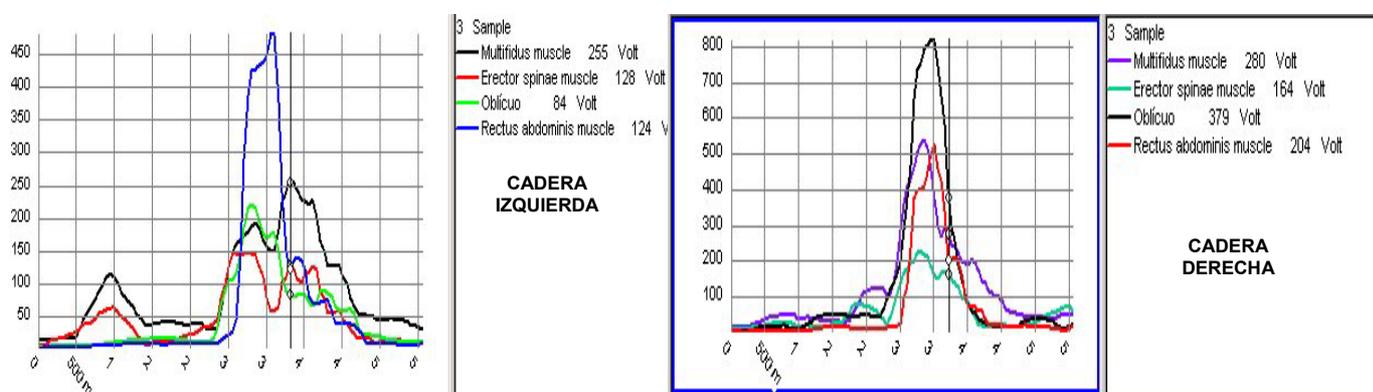


Gráfico IX.- Vemos la contracción coordinada de los m. extensores de la columna incluso los picos de máxima intensidad tiene valores semejantes.

En la fase II se inicia la elevación de la extremidad de impacto que coincide con la máxima actividad del m. recto del abdomen derecho, a partir de aquí la actividad del grupo de músculos del tronco decrece paulatinamente.

El m. glúteo mayor, mediano y m. adductor de la cadera de impacto (cadera derecha) actúan más como moduladores de la abducción de la pierna de impacto, alcanzando su máxima actividad en la fase final de la Fase III o de impacto propiamente. Lo mismo podríamos decir de la actividad del m. recto interno derecho que actúa en coalición (tanto en el nivel de intensidad como en el momento de la generación de los picos de máxima actividad) con el m. adductor derecho.



Gráfico X .- Representación gráfica de la actividad de los músculos glúteos, tanto de la cadera de apoyo como de impacto, durante la ejecución del Bandal.

En general debemos decir que los grupos musculares de la cadera de apoyo (cadera izquierda) presentan picos de menor intensidad pero de mayor amplitud. El m. recto del abdomen muestra su máxima actividad en el periodo final de la fase II lo que permite compensar el desequilibrio posterior del tronco al elevar la cadera de impacto (cadera derecha), ello implica la generación de un trabajo isométrico.

Los m. multifido izquierdo y m. erector espinal izquierdo actúan en paralelo con los del otro lado para estabilizar la columna vertebral como punto de apoyo de grupos musculares de las extremidades inferiores. El m. oblicuo izquierdo modula la acción de rotación que impele el m. oblicuo derecho.

El m. glúteo mayor y menor izquierdos presentan dos picos, el primero en el momento justo del apoyo bipodal (inicio de la Fase I) y actúan excéntricamente y el segundo pico aparece al final de la Fase II porque actúan como extensores finales de la columna para prolongar la máxima la patada de la pierna de impacto (básicamente el m. glúteo mayor izquierdo) (Gráfico X).

En la actividad de los m. isquiotibiales derechos, el m. bíceps femoral presenta un activación durante la fase previa al apoyo del pie derecho en el suelo, trabajo concéntrico, y después presenta otro pico de actividad que muestra la actividad excéntrica con la finalidad de controlar la extensión de la rodilla.

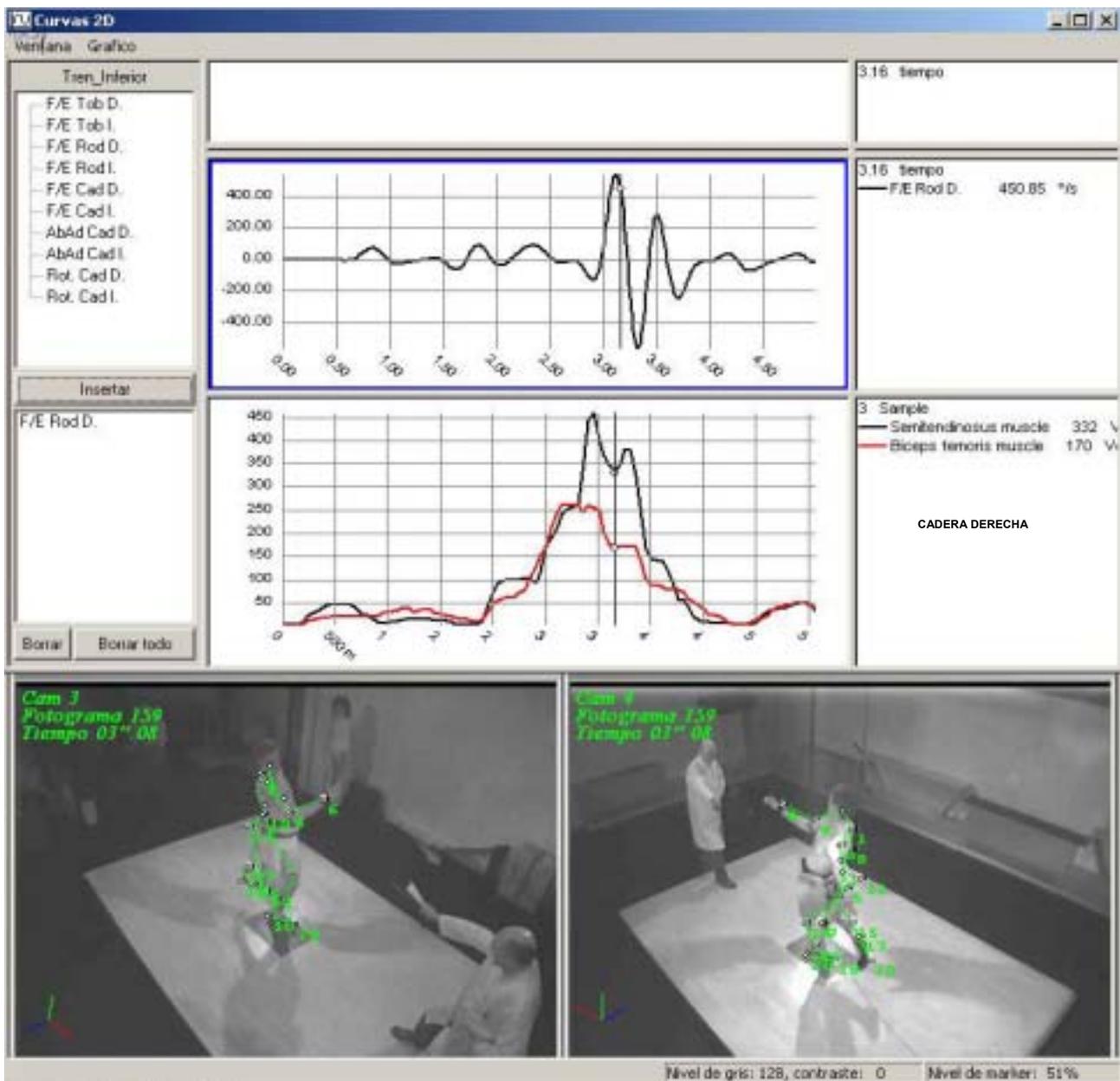


Gráfico XI .- Representación gráfica del trabajo del m. semitendinoso derecho con la aparición de sus dos picos.

El m. semitendinoso derecho presenta dos picos uno en la fase de máxima extensión de la pierna (trabajo excéntrico) y el otro en la fase de máxima velocidad angular de la extensión lo que implica el control de la extensión de la rodilla. El valle que hay entre los 2 picos se corresponde al trabajo concéntrico para flexionar la rodilla (Gráfico XI).

El trabajo del m. cuádriceps derecho presenta su máxima actividad tras el despegue del pie derecho del suelo donde se asocian la flexión de la cadera de impacto con la extensión de la rodilla (Gráfico XII).

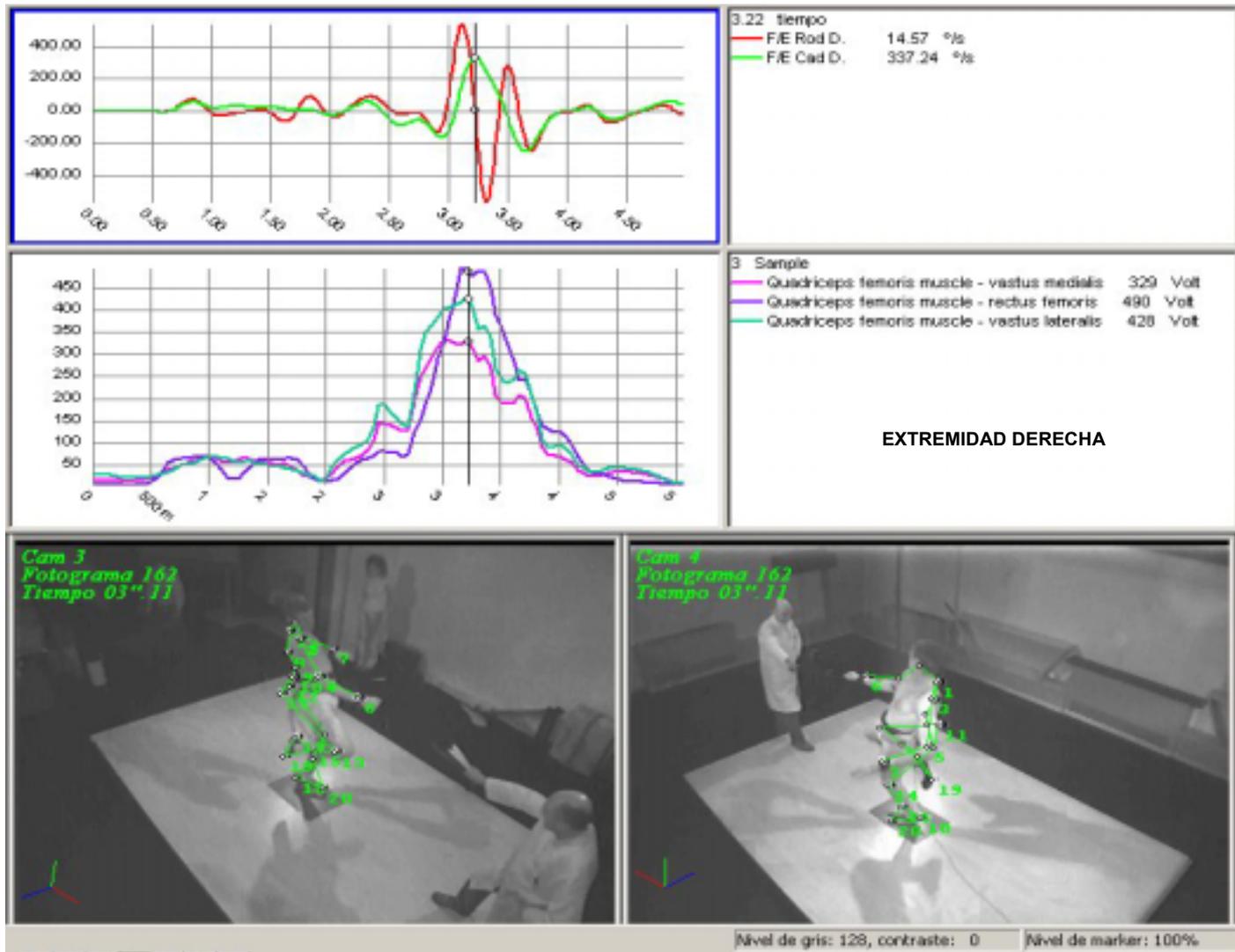
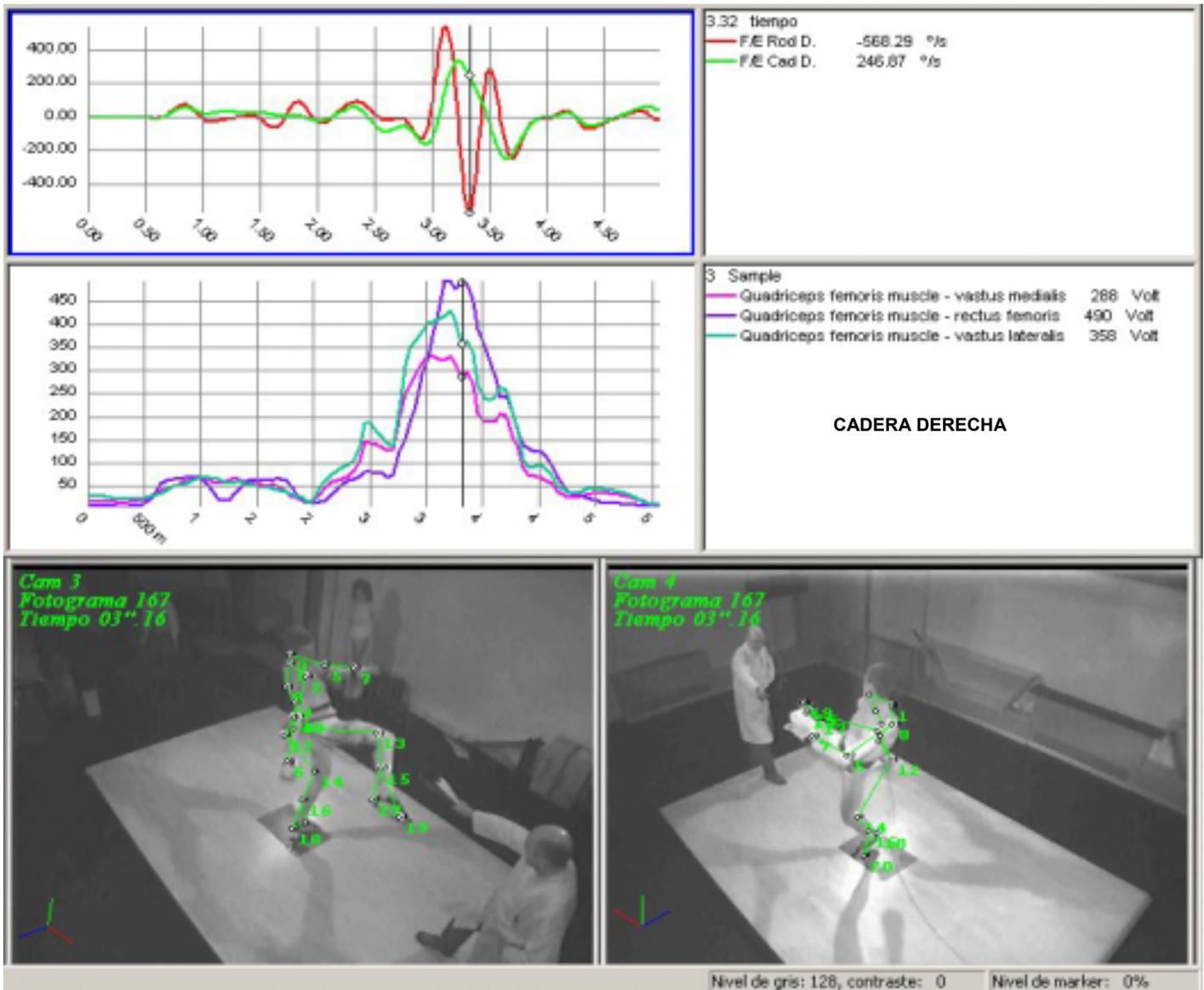


Gráfico XII.- Acción del m. cuádriceps derechos y su relación con la máxima velocidad angular a nivel de la rodilla y cadera de impacto.

Por su parte el m. recto anterior presenta su pico máximo en el momento que se produce la flexión de la cadera (max. velocidad angular de la cadera de impacto) (Gráfico XII), es decir durante la Fase II o de apoyo unipodal mientras que en esta misma fase el vasto lateral y medial van declinando su actividad (Gráfico XIII).



Gráfica XIII.- Fase II declinación de la actividad del vasto medial y lateral de cadera de impacto.

El punto de máxima actividad de los m. gemelos (interno y externo) se produce durante la fase de máxima velocidad angular del tobillo (fase preapoyo) colaborando en la flexión de la rodilla. Durante la Fase II se alcanza la máxima velocidad angular del tobillo y el m. gastrocnemio lateral está trabajando en meseta, mientras que el m. gastrocnemio medial presenta un punto cercano al pico máximo de actividad (Gráfico XIV).

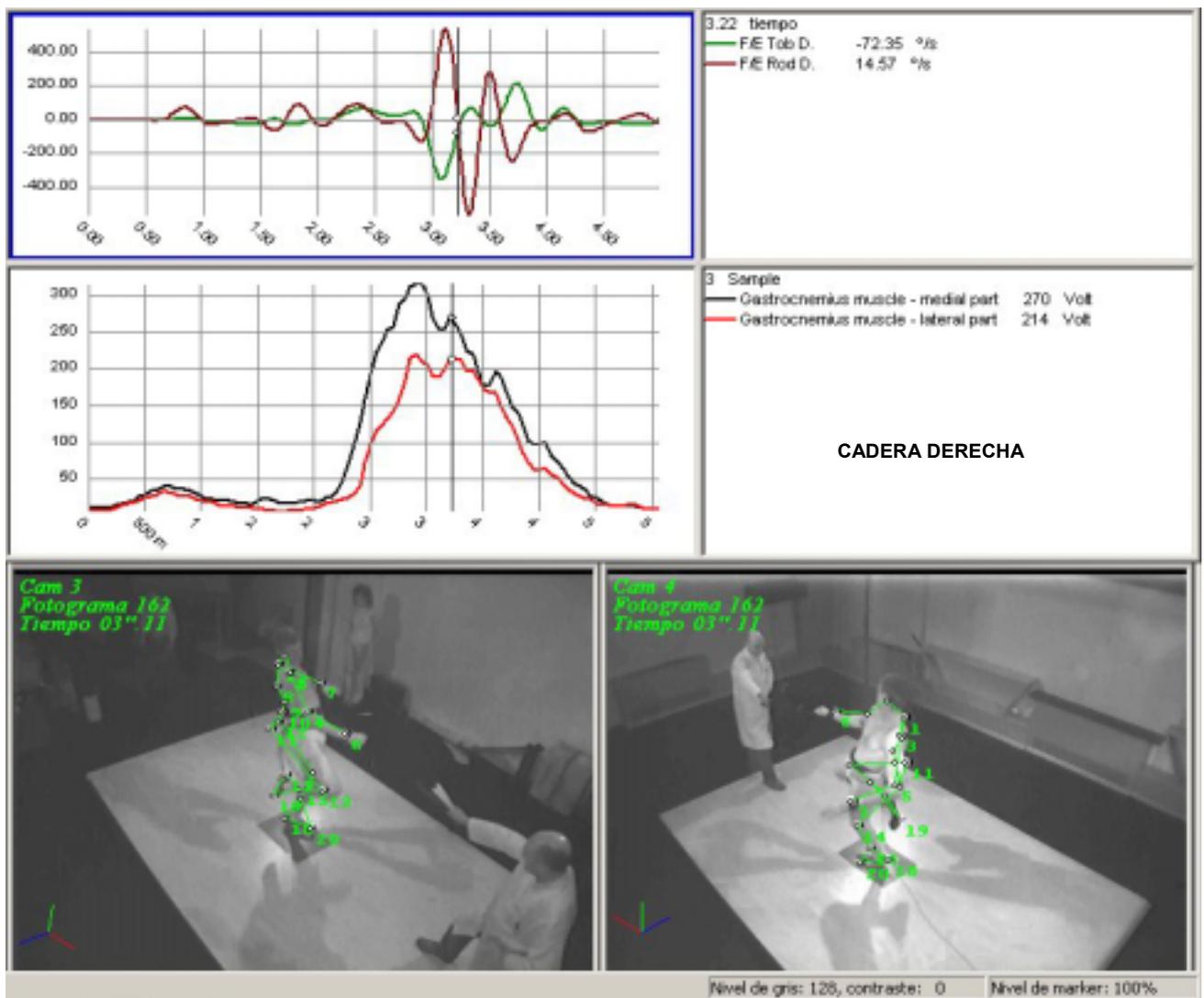


Gráfico XIV.- Ejemplo de trabajo biarticular de los m. gastrocnemios derechos al trabajar en la extensión del tobillo y la vez contribuir a la flexión de la rodilla.

El m. cuadriceps femoral de la pierna de apoyo, tanto el vasto medial como el lateral trabajan coordinados para mantener la extensión de la rodilla. Destaca la casi inactividad del m. recto anterior del muslo dado que su mayor aporte es como flexor de la cadera , que es cuando aparece su pico (Gráfico XV)

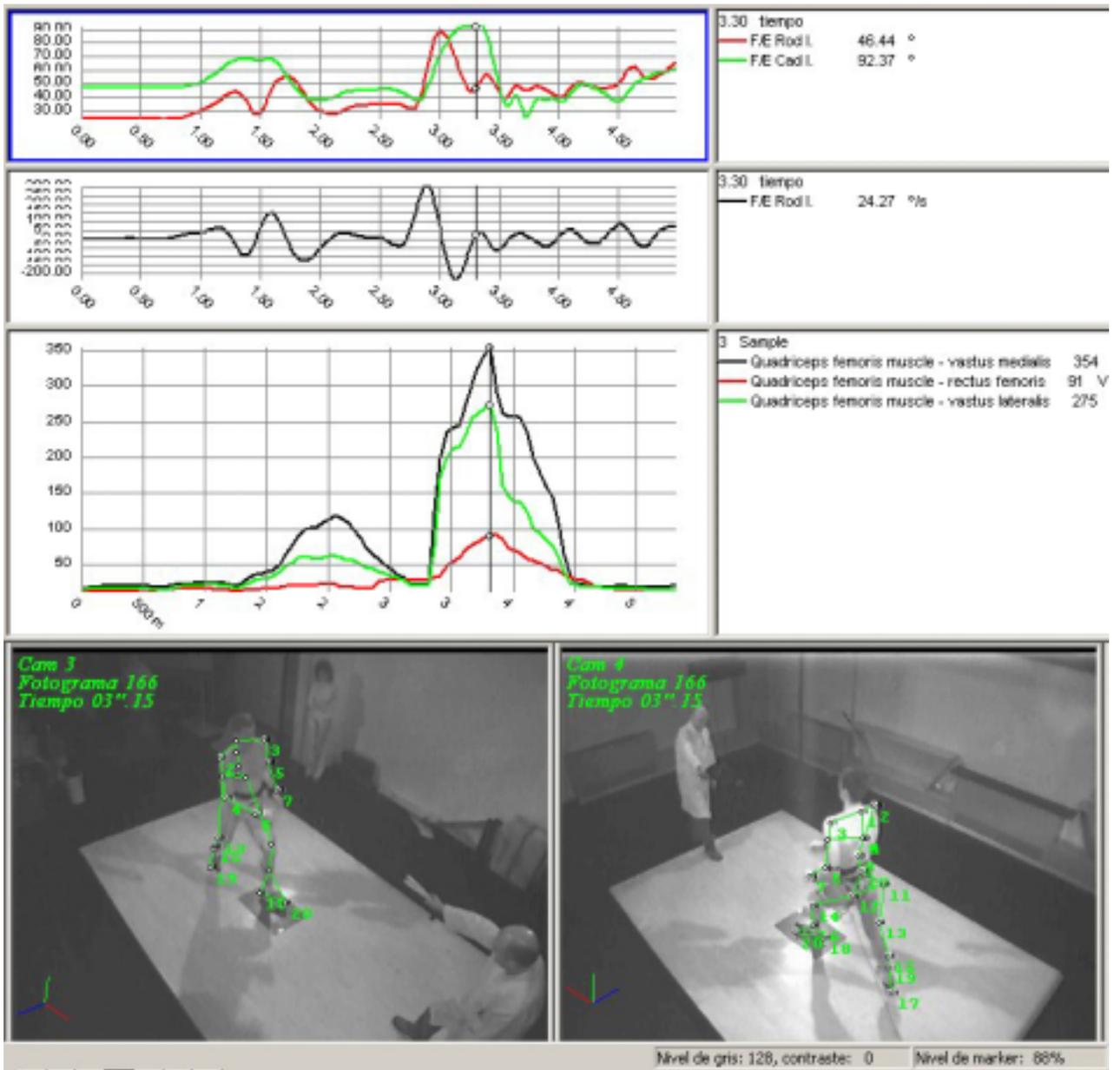


Gráfico XV .- Acción del m. cuadriceps izquierdo para mantener la rodilla extendida.

Los músculos isquiotibiales izquierdos presentan su pico coincidiendo con la Fase de Preapoyo justo antes del contacto del pie izquierdo en la plataforma (grafico XVI).

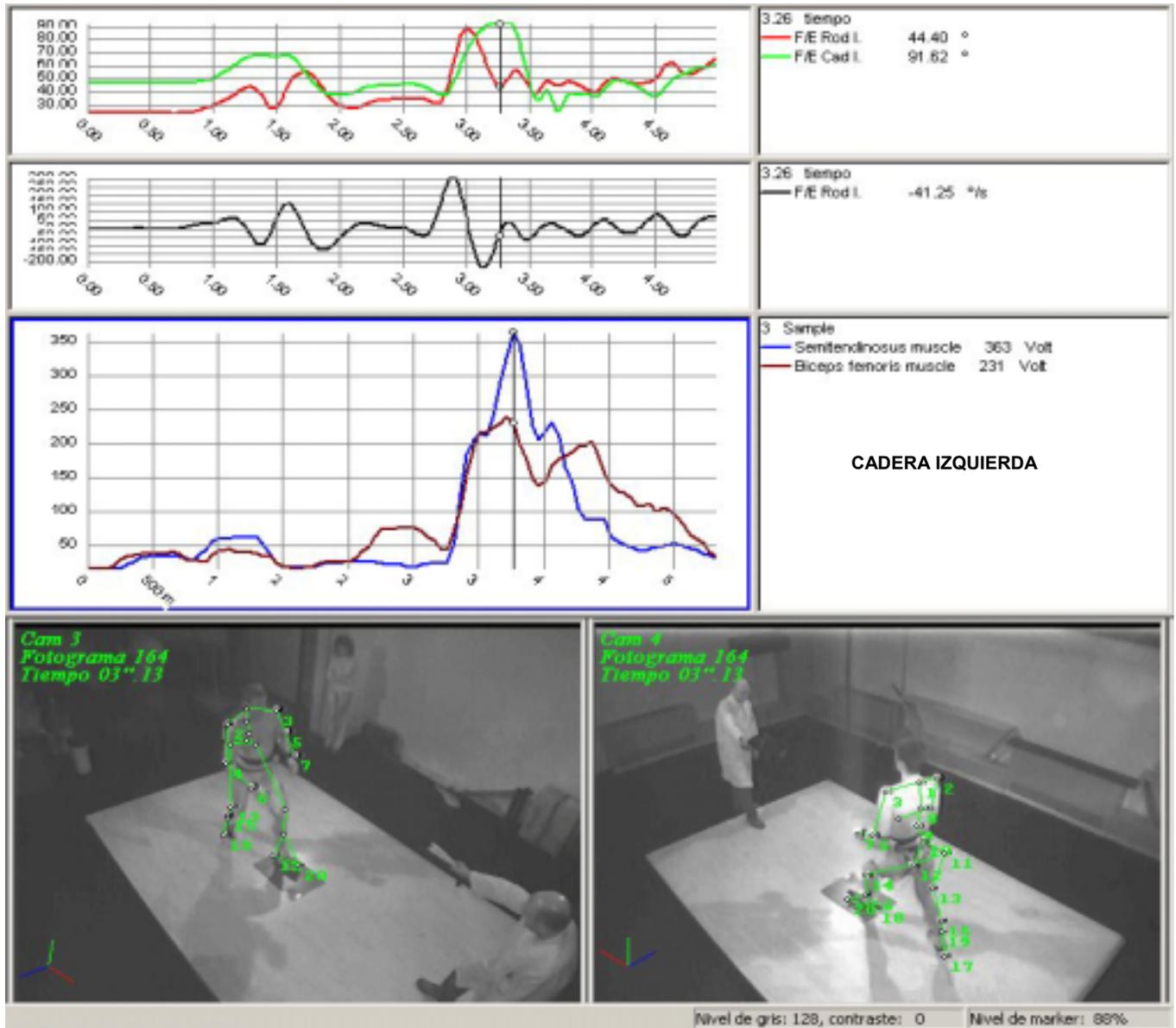


Gráfico XVI.- Acción de los músculos isquiotibiales izquierdo, músculos biarticulares durante el Bandal

Los m. gastrocnemio medial y lateral izquierdos presentan el pico coincidiendo con la máxima velocidad angular de flexión del tobillo (trabajo con componente excéntrico) para en una rápida transición pasar a la máxima velocidad angular de extensión del mismo tobillo (trabajo concéntrico) (Gráfico XVII).

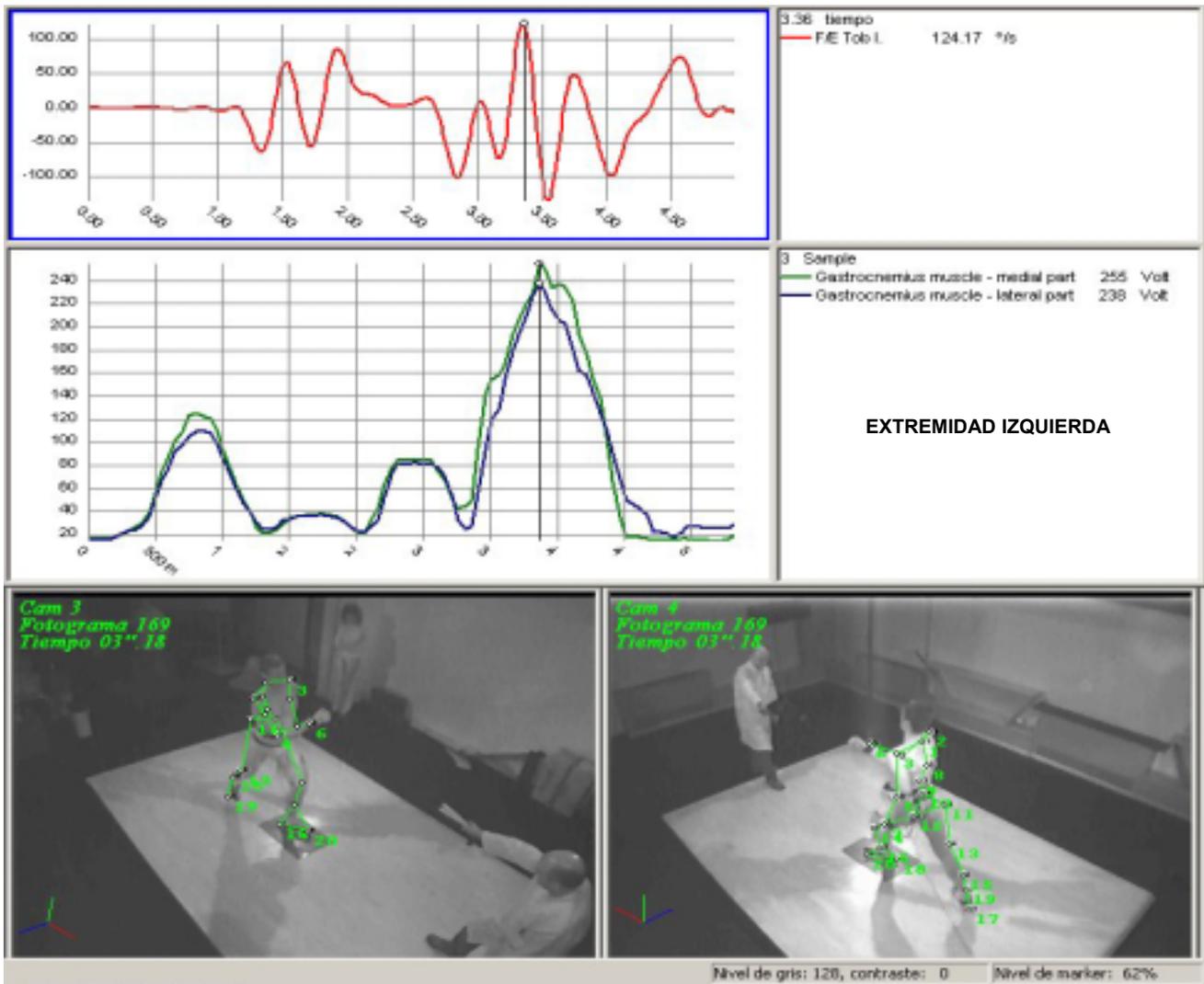


Gráfico XVII.- Acción de los músculos gastrocnemio izquierdos (m. biarticular)

#### 5.4.2. TECNICA DE DOLLIO-CHAGUI

Inicialmente los grupos musculares activados son los m. erector y m. multifidus del lado izq. (cadera de apoyo) y con un mínimo decalage se activan el m. erector y m. multifidus del lado derecho y los m. extensores de la cadera (bíceps femoral y m. semitendinoso) para iniciar la elevación de la extremidad de impacto (Cad. Der.). Ello prepara el camino al momento en que se va a producir la máxima extensión de la cadera de impacto (Gráfico XVIII).

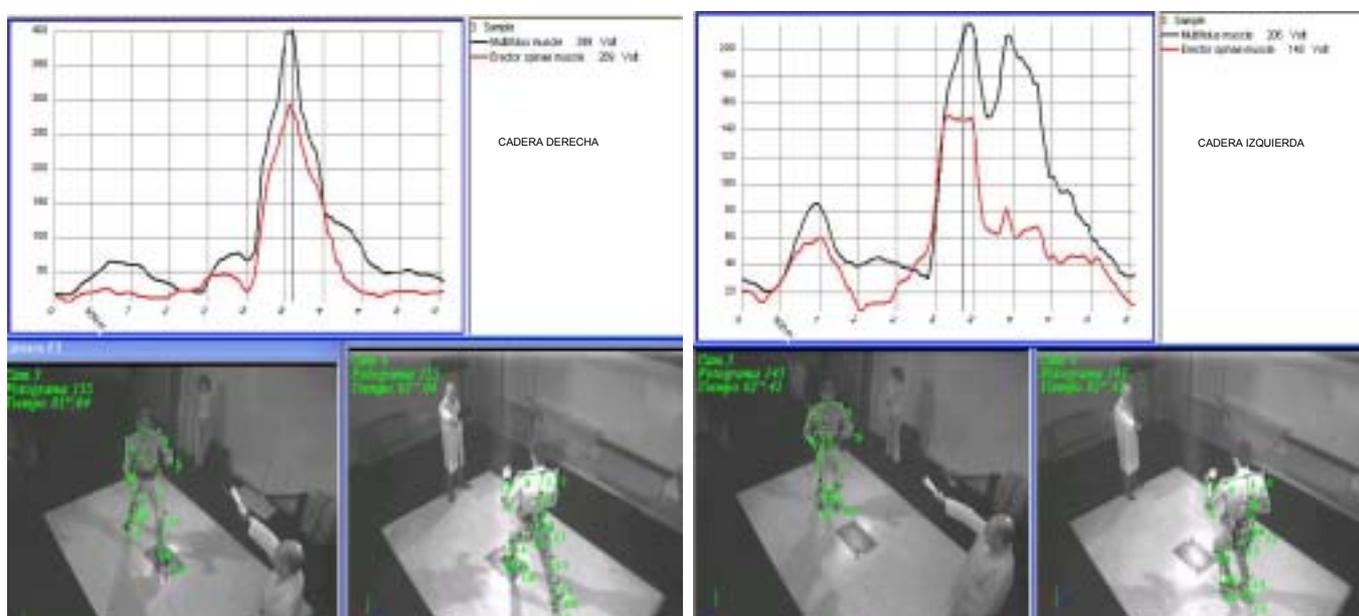


Gráfico XVIII.- En los gráficos se muestra la activación inicial, antes del contacto de la pierna de apoyo en la plataforma, de los músculos erectores y m. multifidus de la columna (cadera izquierda) anticipándose a los del lado derecho que se produce en momento que el paciente contacta con ella.

El m. glúteo mediano del lado izquierdo se estimula momentos antes de proceder a la elevación de la extremidad de impacto (Cad. Der.) para estabilizar la pelvis y ello coincide con la máxima extensión de la cadera de impacto que se produce dentro de la Fase I o de apoyo bipodal. Como se muestra en el gráfico XIX, los músculo glúteos se mantienen con actividad hasta el mismo momento del impacto, instante de máxima flexión de la cadera de impacto no así de la cadera de apoyo que tiene lugar durante la fase II o de apoyo unipodal.

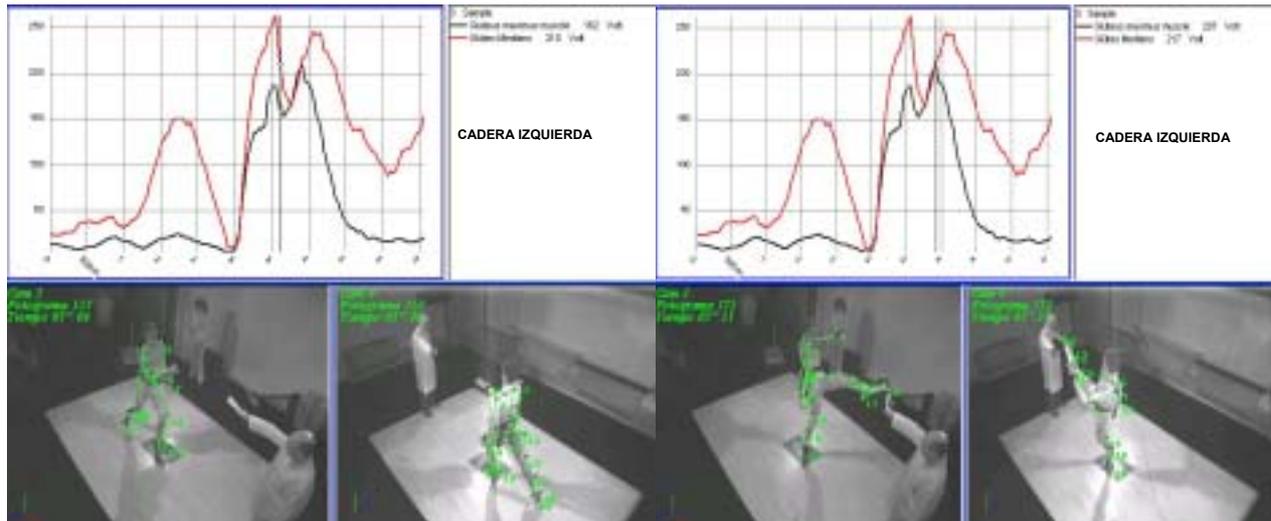


Gráfico XIX.- Se muestra la activación de los m. glúteo mayor y m. glúteo mediano de la cadera de apoyo a lo largo del periodo final de la Fase I y durante la Fase II o de apoyo unipodal durante la ejecución del Dollio.

Un punto a destacar es el papel que desempeñan cada uno de los elementos que componen el m. cuádriceps durante la contracción muscular y así vemos que el recto anterior del cuádriceps se comporta como punto de soporte para la contracción de los vastos (lateral y medial) que serian los motores de la contracción muscular. Ello es aún más acusado en el caso de la pierna de apoyo donde la actividad del m. recto anterior solo alcanza el 30% de CMI y su pico máximo se presenta con posterioridad a la activación de ambos vastos (Gráfico XX).

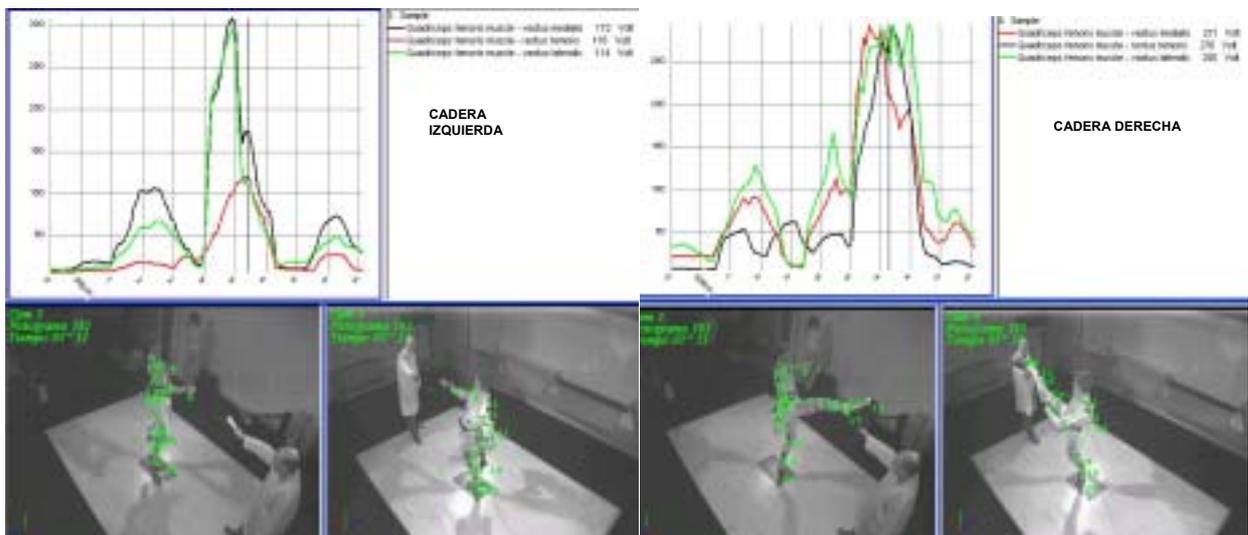


Gráfico XX.- Se muestra la actividad de los diferentes componentes del m. cuádriceps tanto de la extremidad de apoyo como de impacto.

### 5.4.3. TECNICA DE MONDOLLIO-CHAGUI

El movimiento se inicia con la contracción del m. oblicuo del izq. en los últimos instantes antes del inicio de la fase I o de apoyo bipodal (Gráfico XXI) después se desencadena la contracción del m. oblicuo derecho.



Gráfico XXI.- Actividad de los músculos oblicuos tanto de la cadera de impacto como de la cadera de apoyo.

Ello se sigue de la contracción de los músculos extensores de la rodilla de la pierna de impacto (Cad. Der.) realizando una contracción excéntrica para controlar inicialmente la proyección del tronco hacia delante para producir el contacto de la pierna de apoyo con la plataforma de fuerzas (Gráfico XXII).

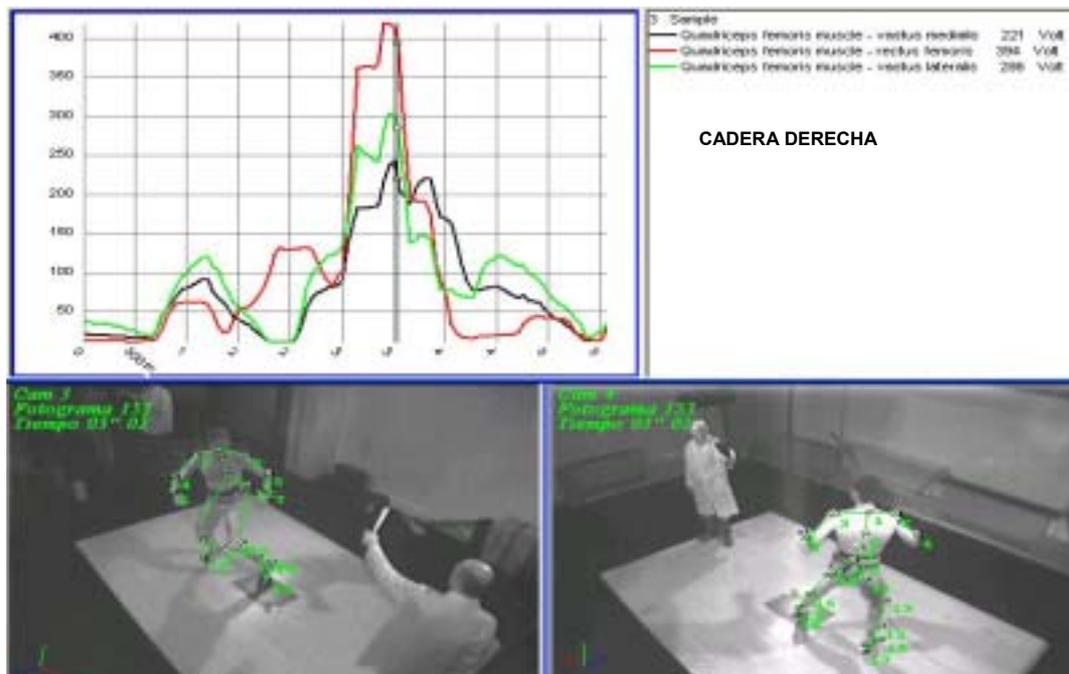


Gráfico XXII .- Trabajo del m cuadriceps derecho durante la Fase de Preapoyo.

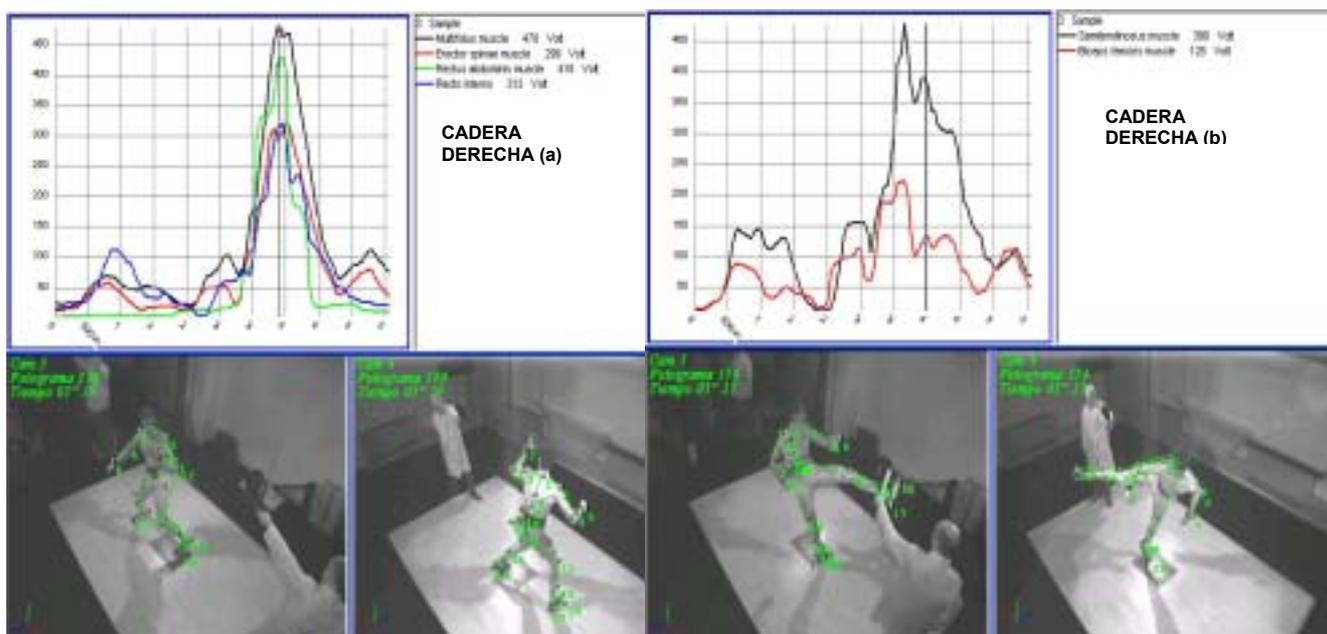


Gráfico XXIII .- (a) Acción músculos extensores de la columna. (b) Actividad de los músculos extensores de la cadera.

Para poder realizar el despegue en la Fase I de la pierna de impacto el tronco del lado derecho se activan los músculos erectores y multifídeos del mismo lado para estabilizar el tronco. [Gráfico XXIII (a), ello se acompaña de una extensión de la cadera del lado derecho (Gráfico XXIII (b))].

En la fase de apoyo unipodal la contracción de los m. glúteos medio y mayor permitirá la proyección final de la extremidad derecha. (cadera de impacto). (Grafico.- XXIV).

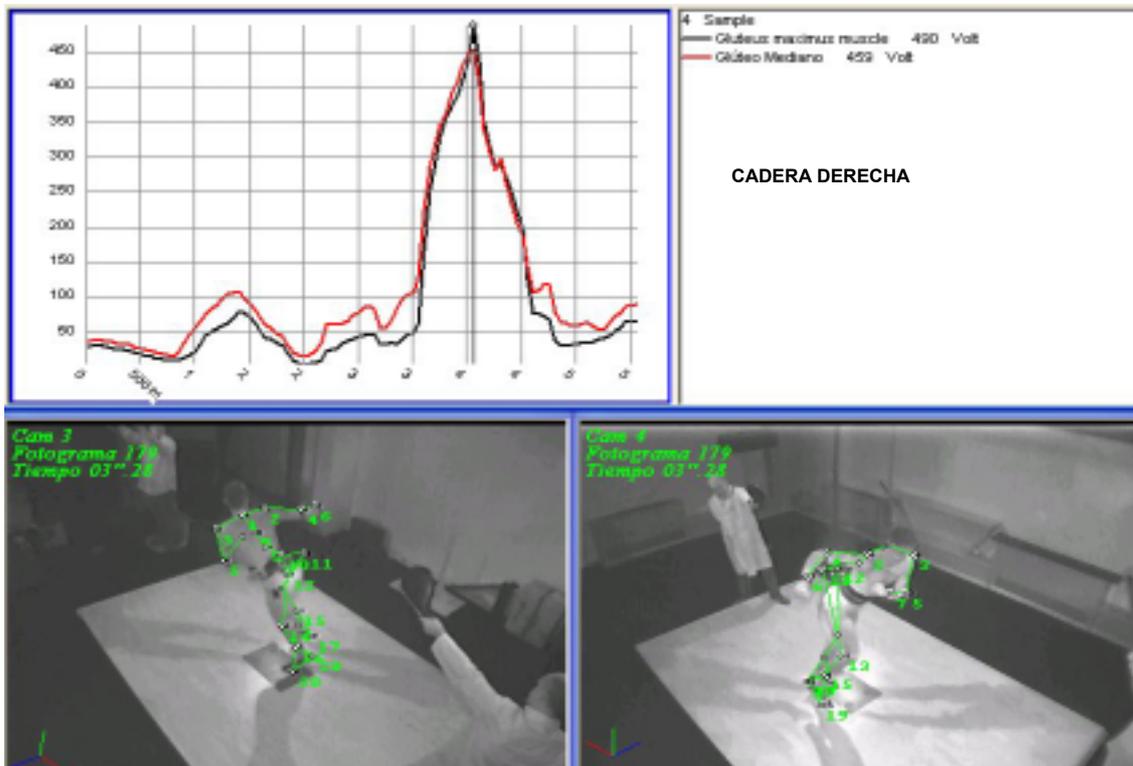


Gráfico XXIV.- Acción de los músculos glúteos mayor y mediano de la cadera derecha.

La extremidad inferior izquierda se convierte desde la fase I de apoyo bipodal en el mástil donde pivotará la cadera para proyectar la pierna de impacto y en este momento obtenemos el pico máximo sobre la plataforma de fuerzas que se utiliza para la impulsión de la pierna de impacto. Ello debe coordinarse correctamente con la contracción del grupo glúteo mediano para optimizar el movimiento. (Gráfico XXV).

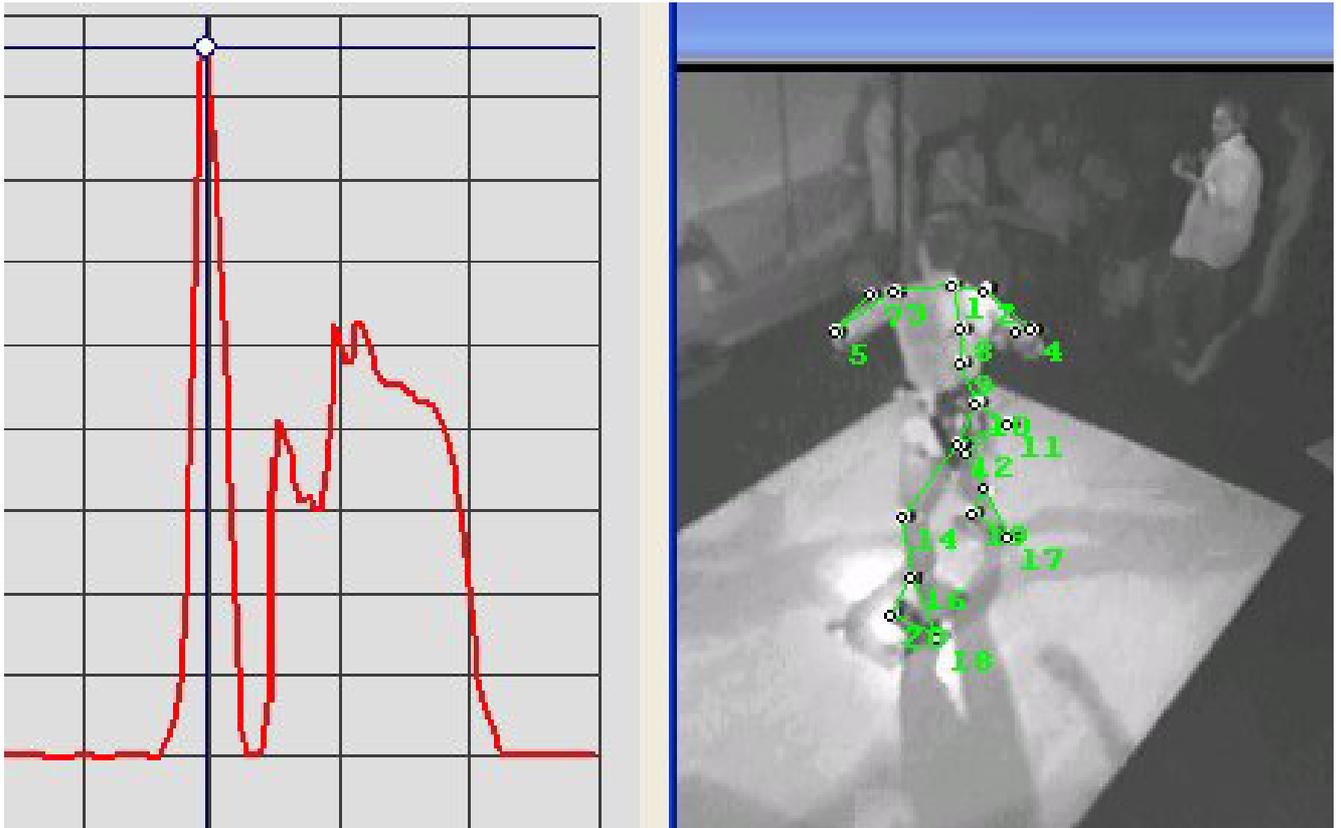


Gráfico XXV .- Representación de los dos picos de fuerza vertical que se producen durante la ejecución del Mondollio

#### 5.4.4. TECNICA DE TUIT-CHAGUI

El inicio de esta técnica se asemeja al descrito en el apartado del Mondollio pero a diferencia de ella aquí a nivel de la cadera de impacto (cadera derecha) adquiere un papel preponderante la activación del m. recto interno de la extremidad de impacto para mantener la adducción. También hay un menor pico de activación del m. oblicuo externo derecho con respecto al que se producía por m. oblicuo externo derecho en la técnica del Mondollio, cuyos picos se producen en el periodo final de la fase I o de apoyo bipodal; pero si comparamos la amplitud del área de trabajo es semejante en ambos casos. (Gráfico XXVI).

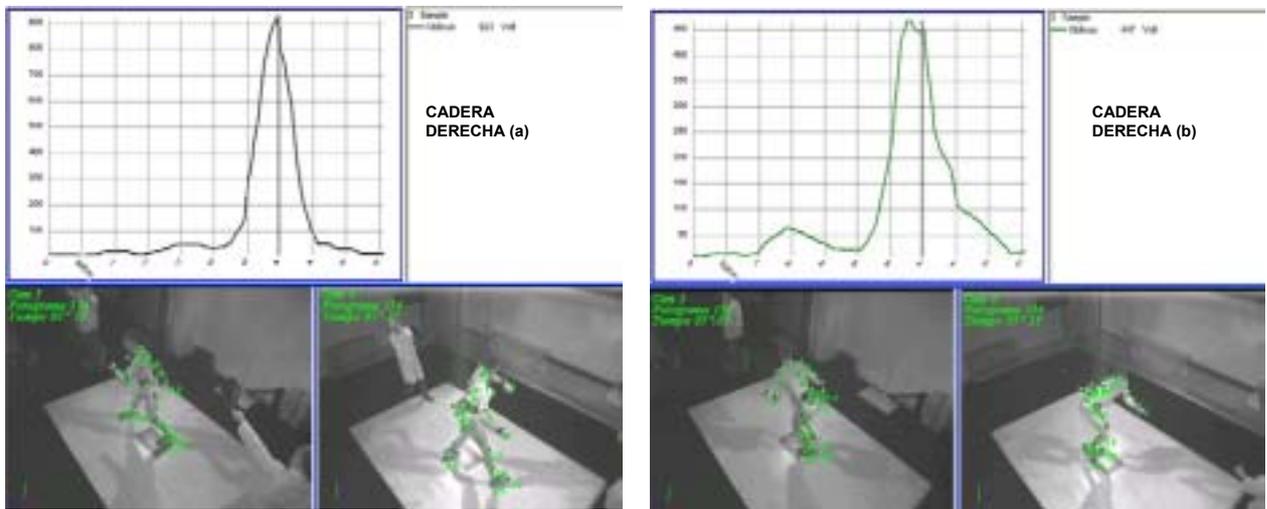


Gráfico XXVI .- Acción comparativa del m. oblicuo externo derecho durante la técnica del Mondollio (a) y Tuit (b).

La activación de los músculo extensores de la columna en el lado derecho se inicia ya en la fase II o de apoyo unipodal dado que deben mantener la posición del tronco para que no se pliegue tras el impacto, momento de máxima flexión de la cadera de apoyo (fase postimpacto). También se produce la activación de los músculos, extensores de la cadera como son m. isquiotibiales (m. semitendinoso y m. bíceps femoral) y m. glúteos( mayor y mediano). Por el contrario la activación del m. recto del abdomen es mínima si la comparamos por la desarrollada en la ejecución de la técnica del Mondollio. (Gráfico XXVII).

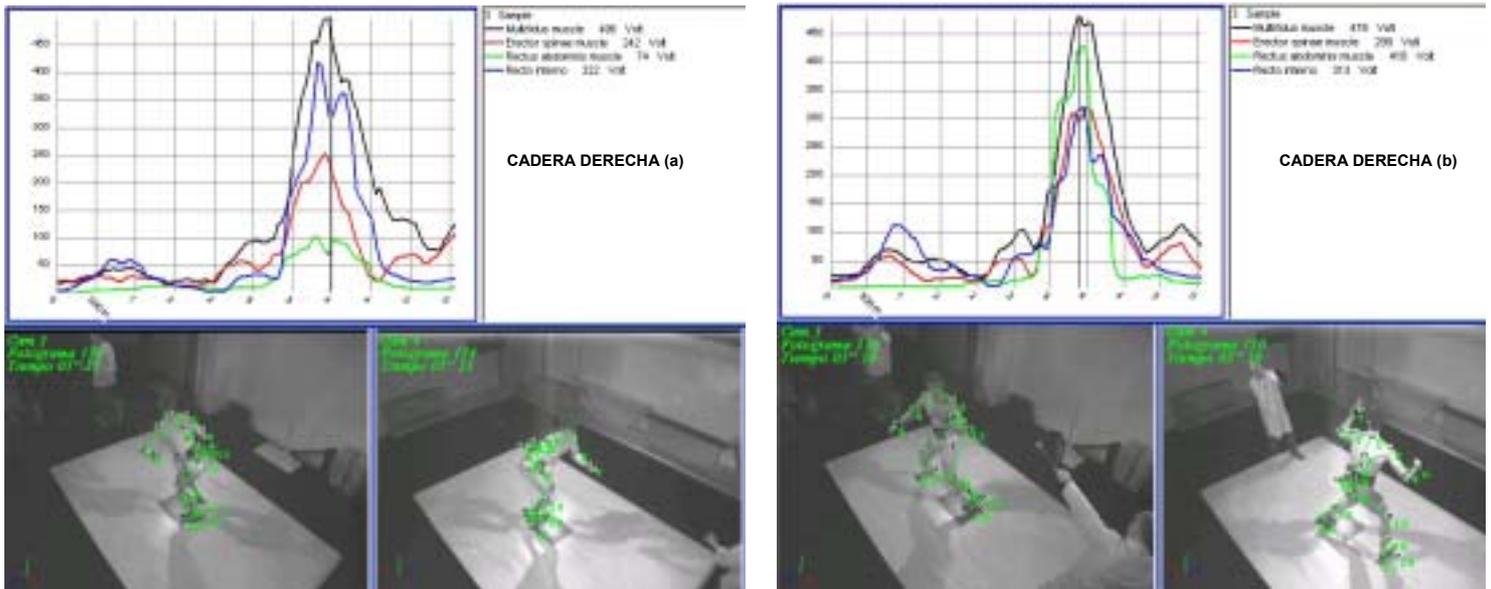


Gráfico XXVII .- (a) Esquema donde se muestra la actividad de los músculos extensores de la columna y la mínima actividad del recto del abdomen durante la ejecución del Tuit y más si la comparamos con la actividad que este mismo músculo presenta en la ejecución del Mondollio (b).

Por el contrario los extensores de la columna en el lado de apoyo (Cad. Izq.) se activan y alcanza su máximo en la fase de preapoyo, es decir, mucho antes que la activación del lado derecho, y también mucho antes que la activación que se produce en la ejecución del mondollio que tiene lugar en la Fase II o de apoyo unipodal. (Gráfico XXVIII).

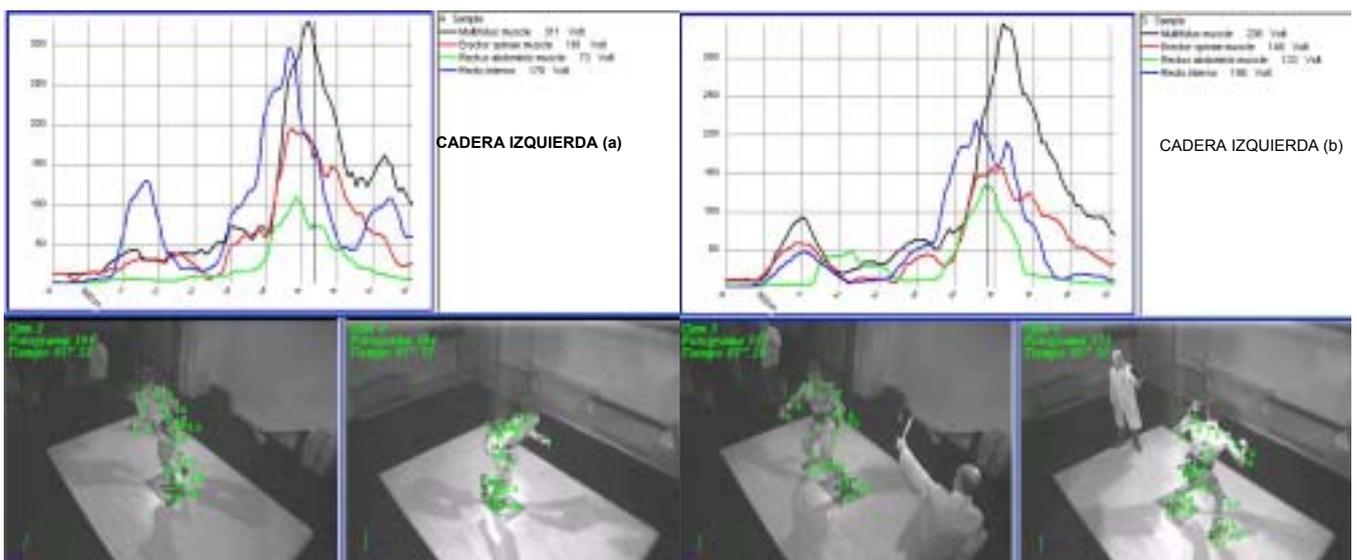


Gráfico XXVIII .- (a) Actividad de los músculos extensores de la columna durante la ejecución del tuyt. (b) actividad de los mismos músculos durante la realización de la técnica de Mondollio.

Los músculos glúteos de lado derecho ya inician su activación en el preciso momento del apoyo del pie izquierdo sobre la plataforma (Fase I) y mantienen su activación hasta el mismo momento del impacto (Fase III), pero el pico máximo se produce instantes antes en la Fase II o de apoyo unipodal lo que conjuntamente con la contracción de los m. glúteos del lado izquierdo permitirá el equilibrio de la pelvis durante la fase II o de apoyo unipodal. En esta misma Fase II se obtienen la máxima velocidad angular de flexión de la cadera tanto de impacto como de apoyo.

La activación en la fase II del músculo cuádriceps derecho muestra una alta participación del recto del anterior del muslo porque en esta fase se produce el momento de máxima flexión de la cadera de impacto. De aquí que este elemento del cuádriceps, como ya hemos comentado, es principalmente un flexor de la cadera. El cuádriceps izquierdo presenta sus picos máximos durante la fase I o de apoyo bipodal.

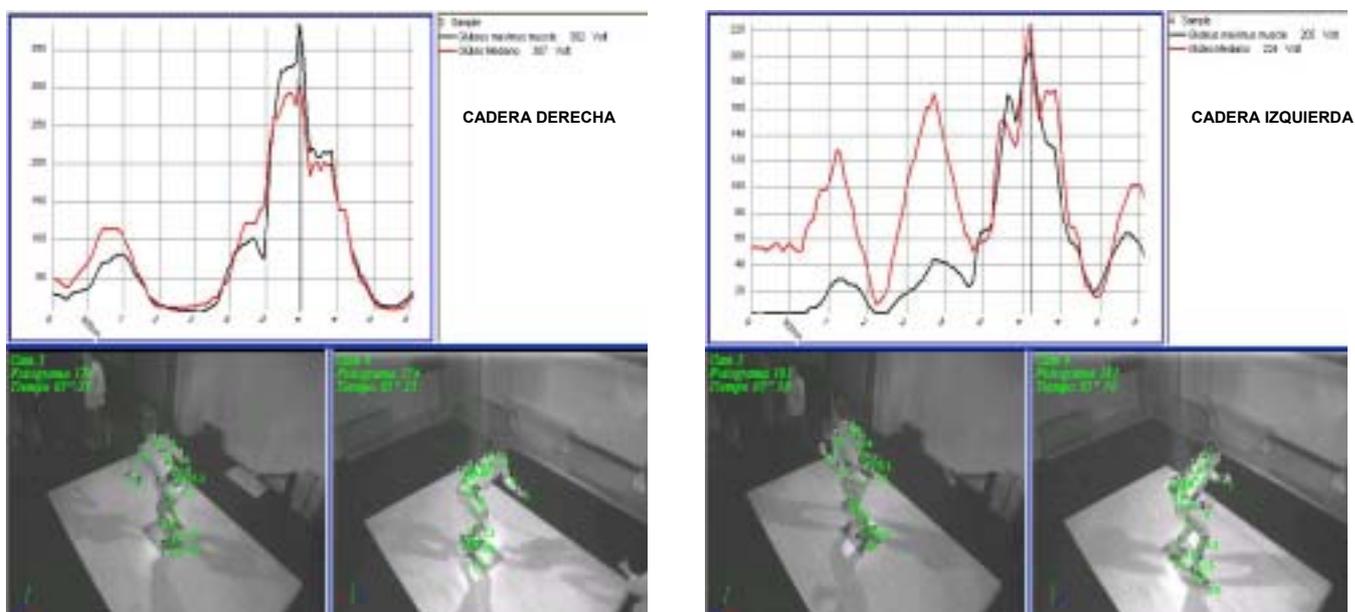


Gráfico XXIX.- Actividad de los grupos musculares glúteos (mayor y menor) de la cadera de impacto y apoyo durante la ejecución del Tuit.

Pero las áreas de trabajo del lado derecho son mayores que los del lado izquierdo, probablemente porque debe sostener la pierna elevada durante la fase de apoyo unipodal (Gráfico XXX).

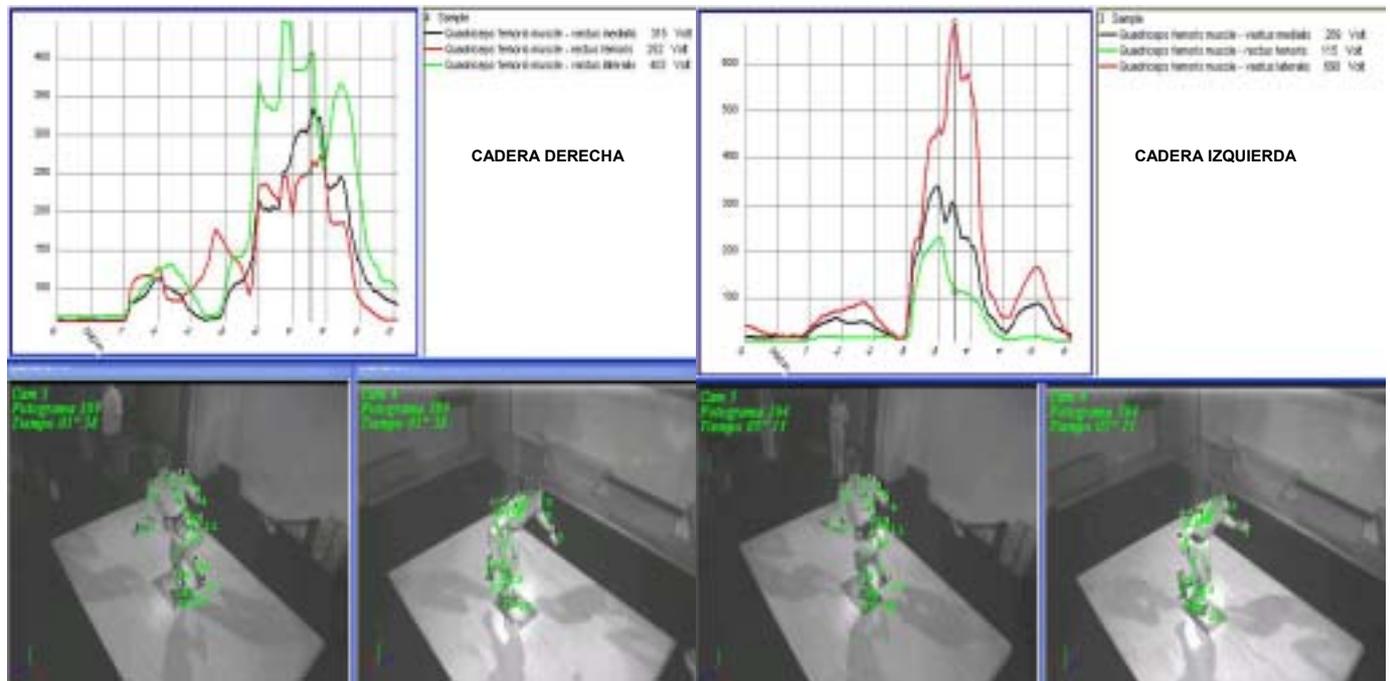


Gráfico XXX.- Diferente comportamiento de los componentes del m. cuádriceps en función de ser la pierna de impacto (cadera derecha) o de apoyo (cadera izquierda).

### 5.4.5. TECNICA DE NERYO-CHAGUI

Del estudio de la actividad EMG de esta técnica se desprende que hay un trabajo conjunto de todo el hemicuerpo izquierdo con una activación secuencial que se inicia con los músculos extensores de la columna, m. extensores de la cadera y extensores de la rodilla para mantener estable dicho hemicuerpo, a modo de mástil. El pico máximo de la extensión de la cadera de apoyo se obtiene instantes antes de la Fase I o Apoyo bipodal (contacto inicial de la pierna de apoyo en la plataforma de fuerzas) (Gráfico XXXI)

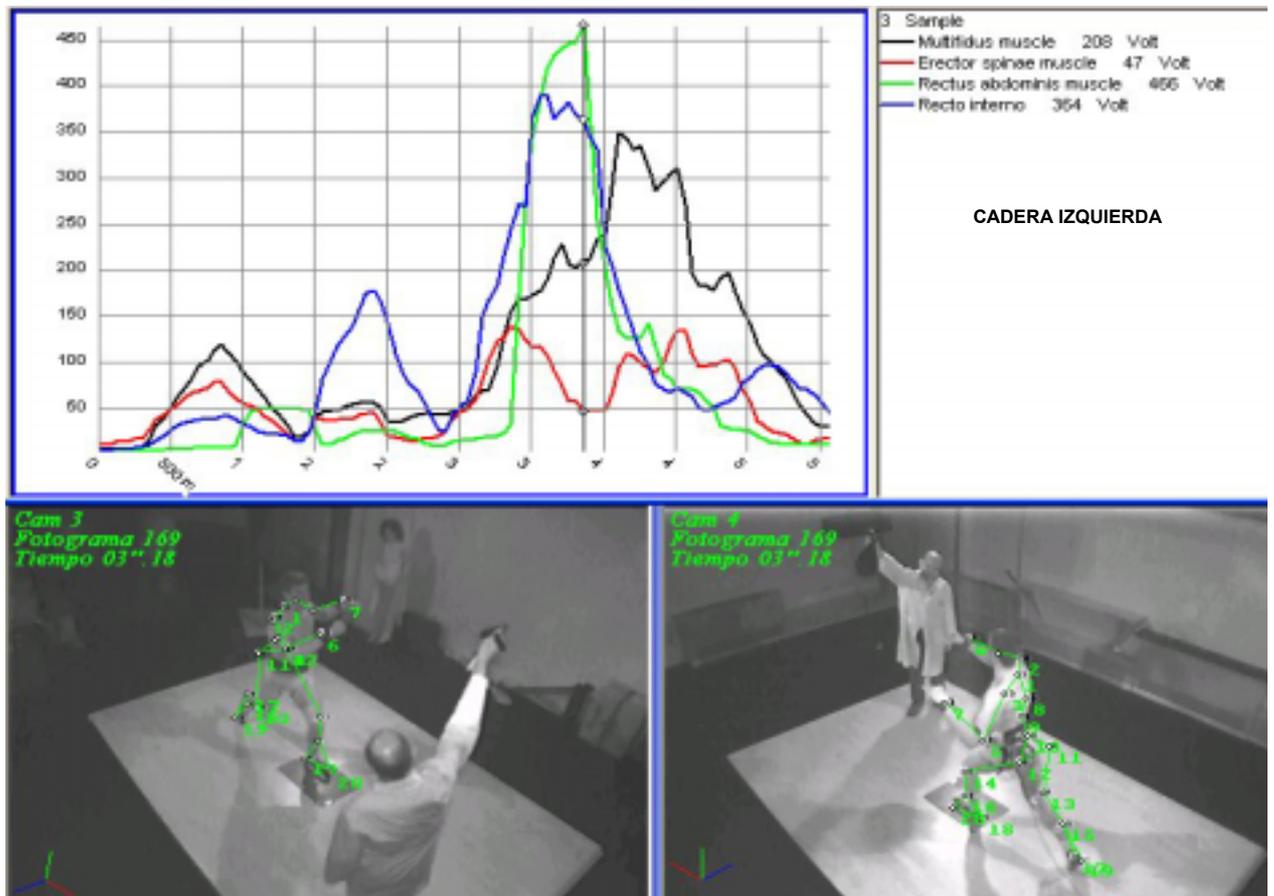


Gráfico XXXI.- Secuencia de activación de los músculos extensores de columna en la fase inicial de preapoyo.

Pero hay uno de los extensores de la columna dorsal que es el m. multifidus del lado izquierdo que presenta su pico de máxima actividad un poco posterior a esta fase de Preapoyo, y se realiza durante la fase II. Ello se debe a que este músculo se activaría al unísono con el del lado derecho para extender al máximo la columna y elevar la cabeza para ver a donde va el pie. (Gráfico XXXII)

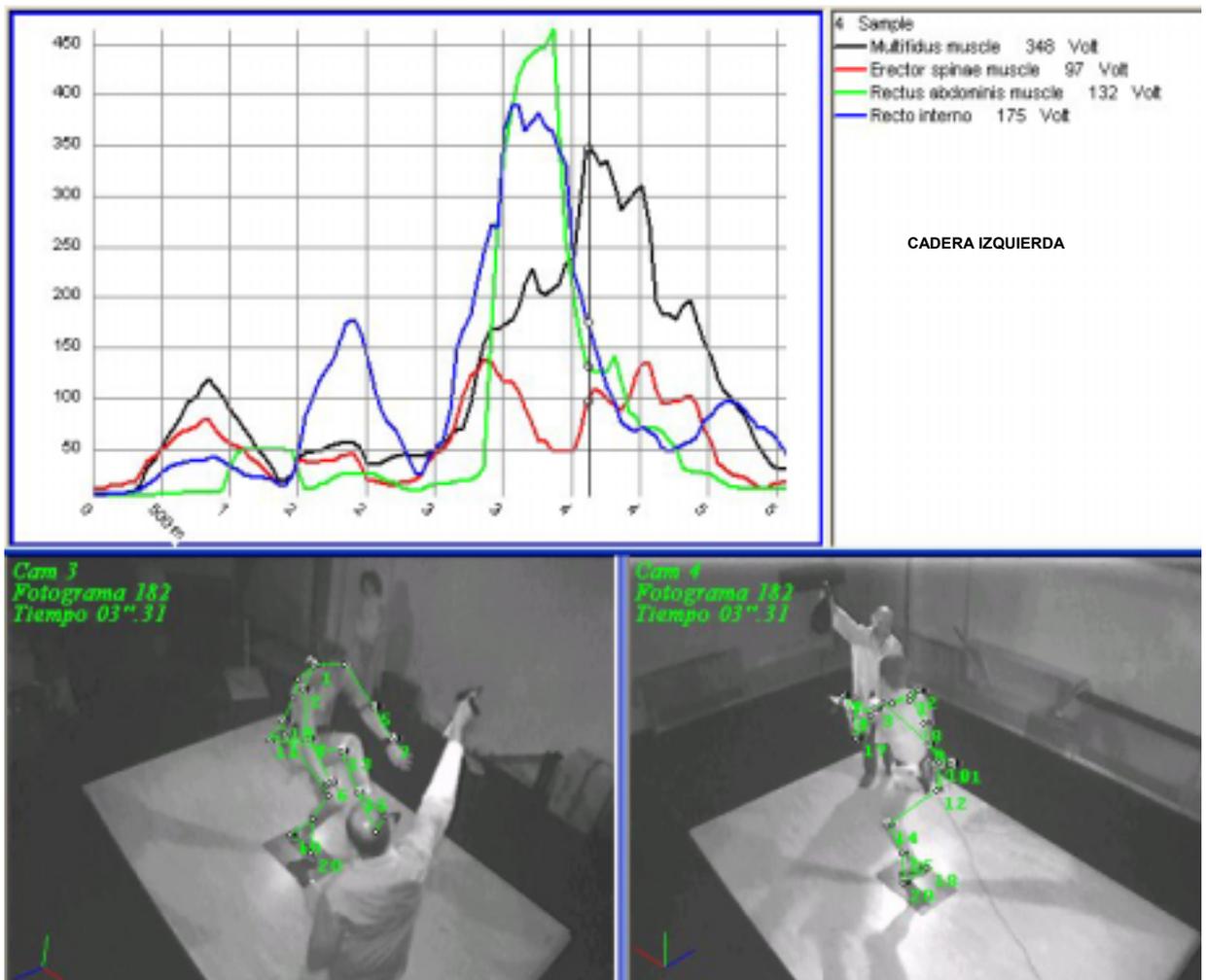


Gráfico XXXII .- Activación tardía del m. multifidus izquierdo para conjuntamente con el del lado derecho elevar la cabeza.

Los músculos extensores del tronco y cadera del hemicuerpo derecho presentan sus picos en la Fase II para permitir la máxima extensión de la cadera de impacto y elevar la extremidad derecha. (Gráfico XXXIII)

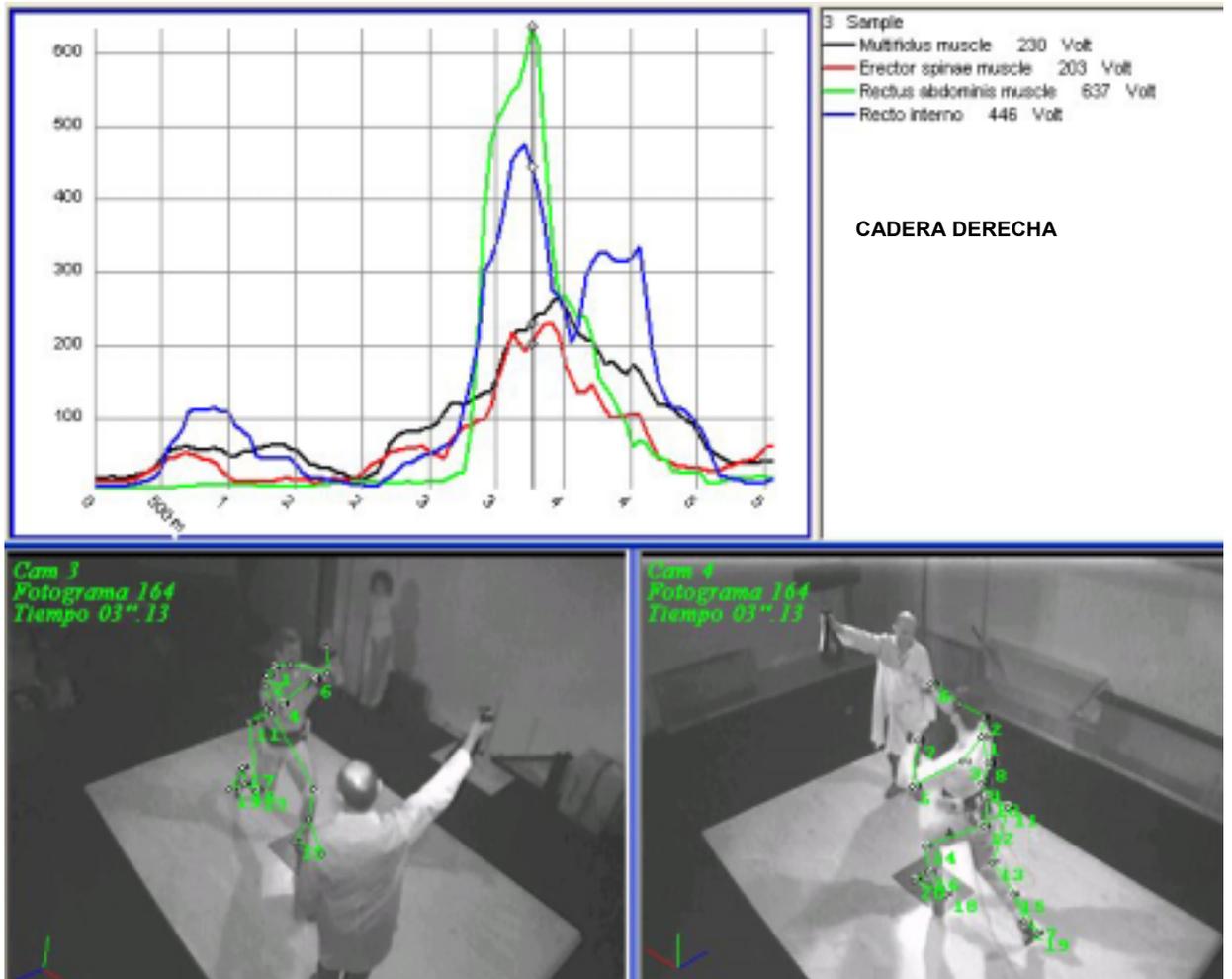
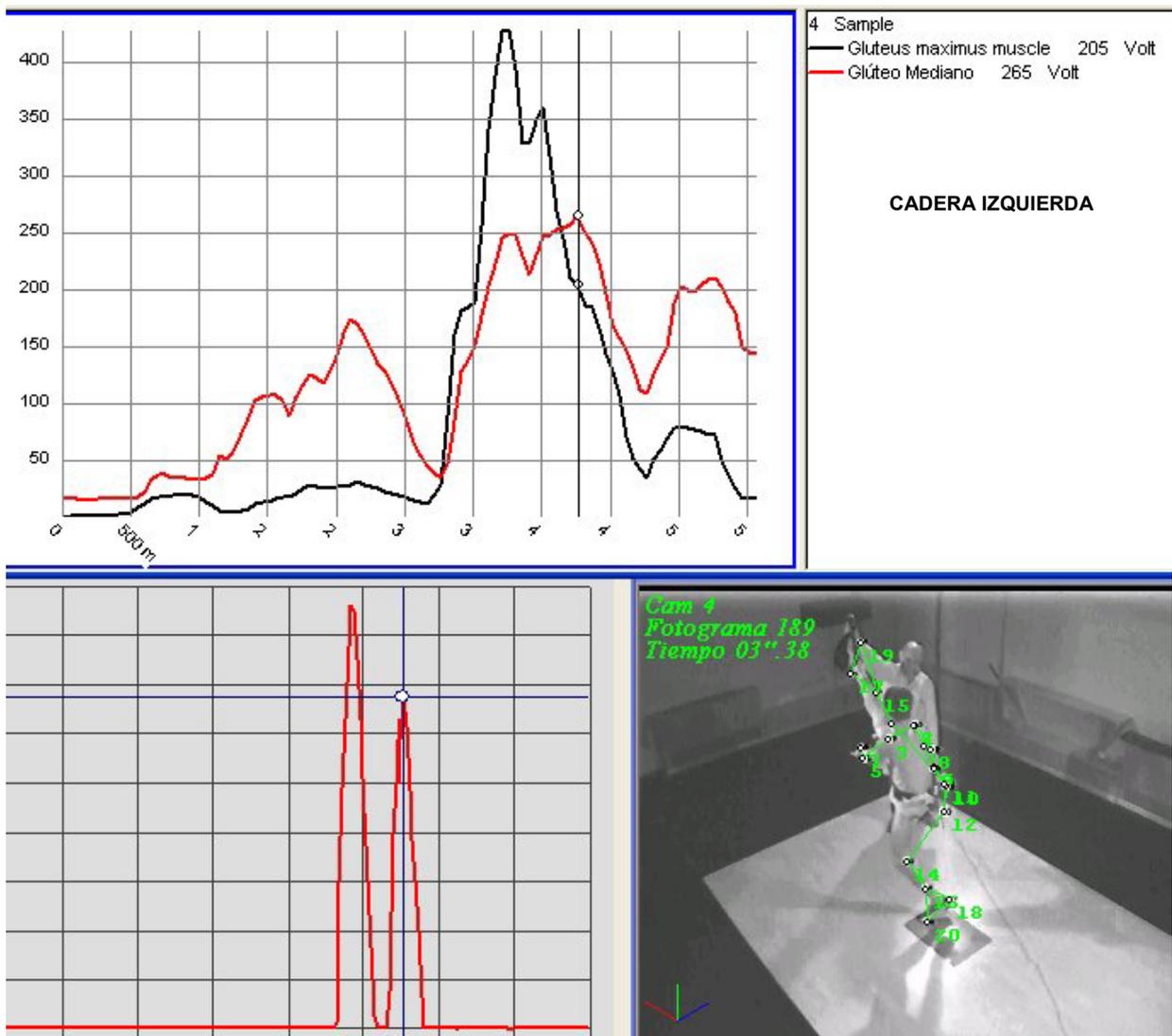


Gráfico XXXIII .- Actividad de los extensores de la columna derecha.

Otro punto que llama la atención es la actividad del m. glúteo mediano de la cadera de apoyo tanto por su amplitud en el tiempo de trabajo como por la presentación de dos picos que se corresponden: el primero con el apoyo inicial de la pierna de apoyo en la plataforma de fuerzas (Fase I) mientras que el segundo se correlaciona con el segundo apoyo en la plataforma tras un pequeño instante de vuelo, que sería el valle, como ya explicamos en el apartado donde desarrollamos el tema de la plataforma de fuerzas. (Gráfico XXXIV).



La activación del m. Cuadriceps derecho se produce durante la fase II y se activan al unísono el vasto medial y lateral, donde se produce el pico máximo de movimiento de extensión de la cadera de impacto, en tanto que el recto anterior del muslo presenta su pico ya en la fase de impacto o Fase III. (Gráfico XXXV)

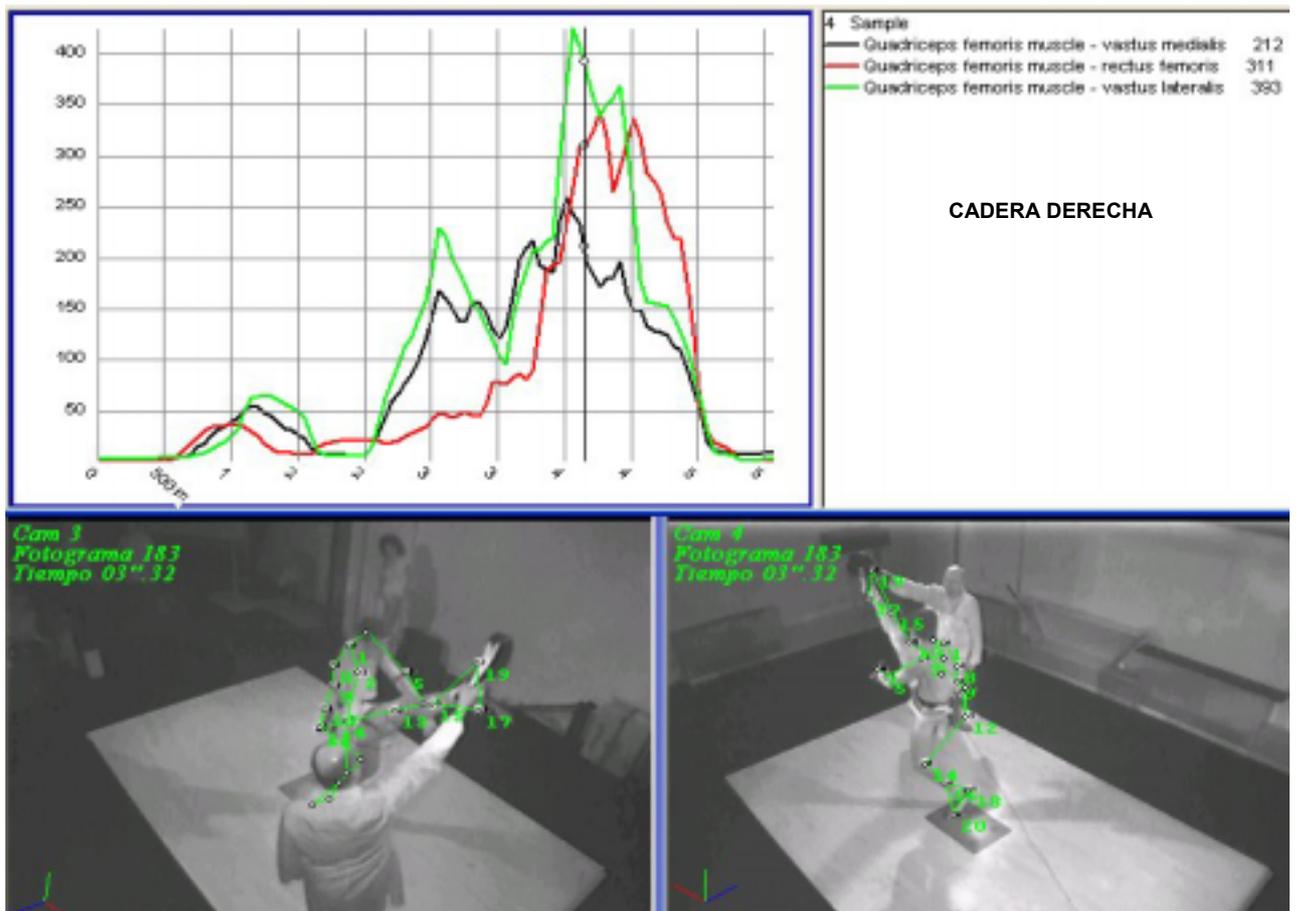


Gráfico XXXV .- Actividad de los diferentes componentes del m. cuadriceps derecho durante la ejecución de la técnica de Neryo

Por ultimo destacaremos la participación del m. Flexor largo plantar del 1<sup>er</sup> dedo pie derecho en la fase final del golpeo, ya que el deportista pretende alcanzar la máxima distancia alargando la flexión plantar como queda reflejado en el gráfico adjunto (Gráfico XXXVI).

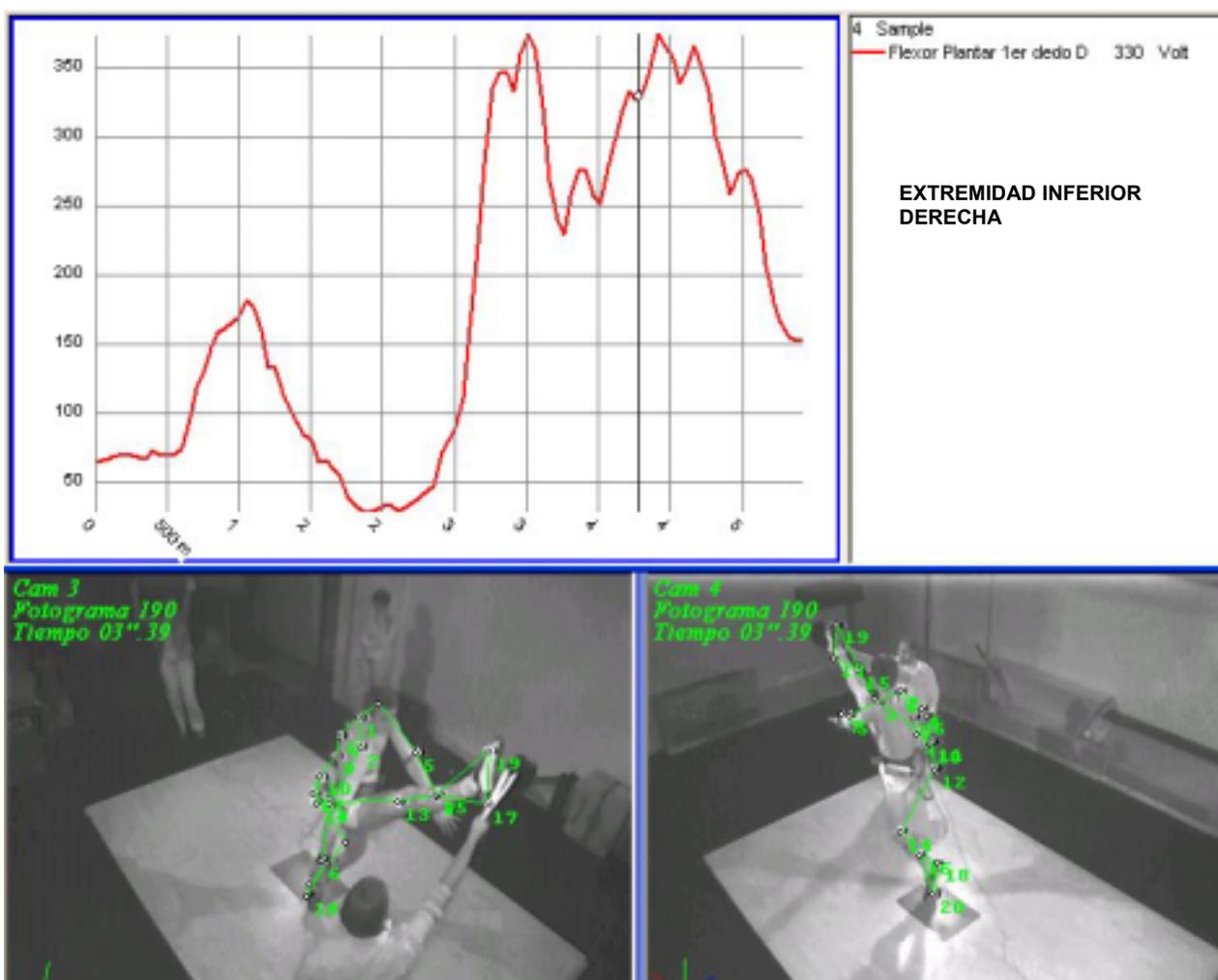


Gráfico XXXVI .- Actividad del m flexor plantar del 1º dedo del pie derecho.

## 6. CONCLUSIONES

### Conclusiones a las cuestiones planteadas en el apartado de hipótesis:

1. ¿En que entidad patológica podemos encuadrar la afección de la cadera del practicante de taekwondo?

El 40% de los deportistas practicantes de taekwondo, con una edad media de 24,68 a., presentan criterios de artrosis en su cadera.

2. ¿Existe una mayor incidencia en función del sexo, valores antropométricos, edad de inicio en la actividad deportiva, horas de práctica o pierna dominante?

Los parámetros como sexo, edad, valores antropométricos, edad de inicio en la actividad, horas de práctica semanales y pierna dominante o de apoyo no tienen significación estadística de una mayor incidencia de artrosis. Pero si existe una tendencia mayor a localizarse las lesiones en la pierna de apoyo.

3. ¿Qué sintomatología define el cuadro y su repercusión sobre la funcionalidad de la articulación?

La rigidez matutina es un síntoma precoz que con el tiempo evolucionara hacia una limitación de la movilidad que mejora con el transcurrir del día y con la actividad física.

4. ¿Qué tipo de lesiones anatomopatológicas son las más frecuentes en estos deportista?

Se caracteriza por ser un proceso fundamentalmente proliferativo, siendo el osteofito pericapital la lesión más frecuente mientras que el pinzamiento articular es de aparición tardía.

5. ¿La estructura anatómica de la articulación de la cadera es un factor de riesgo?

Los valores displásicos en el ángulo VCA en la cadera derecha cuando ésta presenta artrosis son estadísticamente significativos ( $p= 0,018$ ). El ángulo HTE no llega a tener significación estadística pero está cercano a ello ( $p= 0,068$ ). Ambos ángulos cuando son displásicos los podemos considerar un factor de riesgo.

6. ¿Qué exploraciones complementarias nos ayudan más al diagnóstico precoz de esta entidad patológica?

La radiología simple con las proyecciones incluidas en el protocolo (frente de pelvis, falso perfil y proyección de Dunlap) es una buena técnica para el diagnóstico inicial de presunción, mientras que la RMN y la TAC son los métodos más exactos para valorar los fenómenos proliferativos (osteofitos, esclerosis, geodas) así como para valorar el adelgazamiento del cartílago articular.

7. ¿Qué fuerzas se desarrollan en el seno de la articulación, qué rangos de movilidad se producen y cómo se comportan los diferentes grupos musculares tanto de la pierna de apoyo como de la pierna dominante (golpea al contrario) durante la ejecución de las diferentes técnicas básicas de ataque?

El salto es el mecanismo que aparece como una de las causas principales en la génesis de la artrosis del taekwondista junto con los movimientos extremos de flexión, rotación interna y abducción forzada.

La EMG-dinámica se muestra como el método más útil para el estudio de las fuerzas que tienen lugar en la cadera durante la ejecución de las diferentes técnicas, al permitir analizar el tiempo de trabajo y el porcentaje, en relación a la contracción máxima isométrica, en que cada músculo actúa en las diferentes fases de la ejecución de la técnica.

El Dollio-Chagui es la técnica con mayores picos de carga sobre la cadera y por tanto presumiblemente sería la que ocasionaría una mayor repercusión patológica. Mientras que el Tuit-Chagui y el Mondollio-Chagui exigen los mayores rangos de amplitudes de flexión de la cadera

## 7. BIBLIOGRAFIA

---

1. Corcoran, J, Farkas E, Sober S. The Original Martial Arts Encyclopedia: Tradition-History-Pioneers. Los Angeles, CA: Pro-Action Publishing, 1993. The second edition of the work above.
2. Kim, Jeong-Rok. Taekwondo KyObon (Taekwondo Textbook). Seoul: SOrim ("Seo Lim") Publishing Co., 1992.
3. Young, Robert. "The history and development of Tae Kyon." *Journal of Asian Martial Arts*, 2:2 (1993), pp. 44-69.
4. Gardner E. Prenatal development of the human hip joint, femur and hip bone .*Instr Course Lect* 1972;21:138-154.
5. Seringe R, Califa G, Maynie M, Blanchon Y. La radiographie du bassin au quatrième mois sa place dans le despistage de la luxacion congénitale de hanche. *Ann Pediatr* 1984; 31:109-116.
6. Bedouelle J. Dysplasie de hanche chez l'enfant et l'adolescent. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 20. Paris: Expansion Scientifique Française 1984:29-54.
7. Trueta J, Harrison MHN. The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1953, 35-B:442-461.
8. Gautier E, Ganz K, Krügel N, Gill TJ, Ganz R. Anatomy of the medial femoral circumflex artery and surgical implications. *J Bone Joint Surg (Br)* 2000; 82-B:679-683.
9. Sevitt S, Thompson RG. The distribution and anastomoses of arteries supplying the head and neck of the femur. *J Bone Joint Surg (Br)* 1965; 47-B:560-573.
10. Kapandji I.A. The physiology of joint, 2. Aufl., Bd I-III. Longman, London 1970/71/74.
11. Kahle W, Leonhardt H, Platear W. Atlas de Anatomía. Tomo I. Aparato Locomotor. Ed. Omega, Barcelona 1987.
12. Joseph J. Movements at the hip joint. *Ann R Coll Surg Engl* 1975;56:192-201.
13. Hoppenfeld S. Physical examination of the spine and extremities. Ed Appleton-century crofts 1976.
14. Wiberg G. Studies on dysplastic acetabular and congenital subluxation of the hip joint. *Acta Chir. Scandinav* 1939, 83, suppl.,58.
15. Lequesne M. La coxarthrose. Thèse 379 p, dactul., Paris 1954, et Encyclopédie Médico-Chirurgicale, tome "Os-Articulations", 1958, 14320, A 10-A 50.
16. Lequesne M., Coxométrie: Mesure des angles fondamentaux de la hanche radiographique de l'adulte par un rapporte combiné. *Rev Rhum* 1963, 7: 379-485
17. Lequesne M, Malghem J, Dion E. The normal hip joint space: variations in width, shape, and architecture on 223 pelvic radiographs. *Ann Rheum Dis* 2004, 63:1145-1151.
18. Lequesne M, Sèze, S. Le faux profil du Bassin. Nouvelle incidence radiographique pour l'étude de la hanche. Son utilité dans les dysplasies et les différentes coxopathies . *Rev Rhum* 1961, 28,: 643-652.
19. Sèze S, Jaqueline F, Dijan A. La radiographie de profil de hanche en station verticale. *Sem Hôp Paris* 1950, 25 : 1357-1360.
20. Lequesne M, Larédo JD. The faux profil (oblique view) of the hip in standing position. Contribution to the evaluation os osteoarthritis of the adult hip. *Ann Rhum Dis* 1998, 57: 676-681.
21. Wolff, J. Das Gesetz der transformation der Knochen. Berlin, August Hirschwald, 1892.

- 
22. Mikulicz, J.: Ueber individuelle Formdifferenzen am Femur und an der Tibia des Menschen. Mit Berücksichtigung der Statik des Kniegelenks. Arch f Anat Physiol. (Anatomische Abtheilung), 1878, 1: 351-404.
  23. Testut, L: Traité d'Anatomie Humaine Descriptive-Histologie-Développement. Ed 3, Tome 1, p 306. Paris, Octave Doin, 1896.
  24. Souttter, R, Bradford, EH: Twists in Normal and in Congenitally Dislocated Femora. New York Med J. 1903, 78: 1071-1077.
  25. Parsons, FG: Characters of the English Thigh-Bone. J Anat Physiol 1914, 48:238-267.
  26. Durham, HA: Anteversion of Femoral Neck in the Normal Femur Its Relation to Congenital Dislocation of the Hip. J AM Med Assn 1915, 65:223-224.
  27. Pick, JW, Stack, JK, Anson BJ: Measurements on the Human Femur. I Lengths, Diameters and Angles. Quart. Bull. Northwestern Univ. Med. Sch. 1941, 15: 281-290.
  28. Kingsley PC, Olmsted KL: A study to Determine the angle of anteversion of the neck of the femur. J Bone Joint Surg 1948, july, 30-A:745-751.
  29. Dunlap K, Shands AR, Hollister L, Stuart Gaul, J Streit, HA. A new method for determination of torsion of the femur. 1953, April, 35-A, 2: 289-311.
  30. Abdel-Aziz, Y. I.; Karara, H. M. (1971). "Direct linear transformation from comparator coordinates in object space coordinates in close-range photogrametry". Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrametry, pp. 1-18. Falls Charge, VA: American Society of Photogrametry.
  31. Pearson, J. N. "Kinematics and Kinetics of the Taekwondo Turning Kick". Tesis, Universidad de Otago, Dunedin, Nueva Zelanda 1997.
  32. Winter, D. "Biomechanics of Human Movement". John Wiley & Sons, Inc. Canada 1979.
  33. unpuu S. Biomecánica de la marcha y la carrera. Clinc Sports Med 1994 (oct), 13 (4):843-863.
  34. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Incresased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. J Appl Physiol 2002, 93: 1318-1326.
  35. Basmajian JV. Muscles alive, their functions revealed by electromyography. Fifth edition. Baltimore Williams &Wilkins 1985.
  36. Monod H. Contractility of muscle during prolonged static and repetitive dynamic avtivity. Ergonomics 1985, 28:81-89.
  37. Winter, DA. Biomechanis of human movements. Editorial Willey intersciences publication. USA- 1979.
  38. Balius X, Cinemática y Dinámica de las 5 técnicas más frecuentes. Taekwondo. Ed. Comité Olímpico Español. Vol 13. Mayo 1993.
  39. Lequesne M.. Coxopatias crónicas del adulto: diagnóstico y tratamiento. Encyclopédie Médico-Chirurgicale. 2000 , E14-384: 1-23.
  40. Altman R, Alarcon G, Appelrouth D, Bloch D, Borenstein D, Brandt K, Brown C, Cooke TD, Daniel W, Feldman D, Greenwald R, Hochberg M, Howell D, Ike R, Kapila P, Kaplan D, Koopman W, Marino C, McDonald E, McShane DJ, Medsger T, Michel B, Murphy WA, Osial T, Ramsey-Goldman R, Rothschild B, Wolfe F. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hip. Arthritis &Rheumatism 1991, vol 34, nº 5: 505-514.
  41. Daniellsson L, Lindberg H, Nilsson B. Prevalence of coxarthrosis. Cin Orthop 1984, 191:110-115.

- 
42. Oliveria SA, Nelson DT, Reed JI, Cirillo PA, Walter AM. Incidence of symptomatic hand, hip, and knee osteoarthritis among patients in a health maintenance organization. *Arthritis Rheum* 1995; 38 :1134-41.
  43. Ingvarsson T, Hagglund G, Lohmander LS. Prevalence of hip osteoarthritis in Iceland. *Ann Rheum Dis* 1999; 58:201-207.
  44. Goker B. Radiographic osteoarthritis of hip joint in Turkey. *Rheumatol Int* 2001; 21:94-96.
  45. Vingård E, Alfredsson L, Goldie I, Hogstedt C . Sports and osteoarthritis of the hip. An epidemiologic study. *Am J Sports Med* 1993 Mar-Apr;21(2):195-200.
  46. Cooper C, Campbell L, Byng P, Croft P, Coggon D. Occupational activity and risk of hip osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*, 1996, Sep 55 (9): 680-682.
  47. Axmacher B, Lindberg H. Coxarthrosis in Farmers. *Clin Orthop* 1993, 287:82-86.
  48. Croft P, Coggon D, Cruddas M, Cooper C. Osteoarthritis of the hip: an occupational disease in farmers. *BMJ* 1992, 304:1269-1272.
  - 49.. Lindberg H, Montgomery F. Heavy labor and occurrence of gonarthrosis. *Clin Orthop* 1987, 214 :235-236.
  50. Vingård E, Alfredsson L, Goldie I, Hogstedt C : Occupational and osteoarthritis of the hip and knee: a register-based cohort study. *Int J Epidemiol* 1991, 20: 1025-1031.
  - 51 Hoaglund FT, Steinbach LS,. Primary osteoarthritis of the hip: aetiology and epidemiology. *J Am Acad Orthop Surg* 2001; 15:92-98.
  52. Feslon DT, Lawrence RC, Dieppe PA. Osteoarthritis: new insihts. Part I: the disease and its risk factors. *Ann Intern Med* 2000; 133: 635-646.
  53. Vingård E, Alfredsson L, Malchau H . Osteoarthritis of the hip in women and its relationship to physical load from sports activities. *Am J Sports Med* 1998 Jan-Feb;26(1):78-82.
  54. Martin JA, Buckwalter JA. The role of chondrocyte senescence in the pathogenesis of osteoarthritis and in limiting cartilage repair. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85- A (Suppl 2): 106-10.
  - 55.Lanyon P, Muir K, Doherty S , Doherty M. Age and sex differences in hip joint space among asymptomatic subjects without structural changes: implications for epidemiologic studies. *Arthritis Rheum* 2003; 48:1041-1046.
  56. Vingård E. Overweight predisposes to coxarthrosis. Body-mass index studied in 239 males with hip arthroplasty. *Acta Orthop Scand* 1991 Apr;62(2):106-9.
  57. Saxon L, Finch C, Bass S Sports participation, sports injuries and osteoarthritis: implications for prevention. *Sports Med* 1999 Aug;28(2):123-35 .
  58. De Filippis L, Gulli S, Caliri A, Romano C, Munaò F, Trimarchi G, La Torre D, Fichera C, Pappalardo A, Triolo G, Gallo M, Valentini G, Bagnato G, ed il Gruppo OASIS . Epidemiology and risk factors in osteoarthritis: literature review data from "OASIS" study. *Reumatismo* 2004; 56 (3):169-184.
  59. Demarias Y. Incidence des activités sportives sur l'articulation coxo-femorale. *Cinesiologie* 1997, 4 (46):45-51.
  60. Demarais Y, Lequesne M. La hanche du sportif. *Gaz Med* 1979, 86: 2969-72.
  61. Lequesne MG. Coxarthrose *Rev du Practicien* 2002; 52 :605-610.
  62. Murray RO, Duncan C, Athletic activity in adolescence as an aetiological factor in degenerative hip disease. *J Bone Joint Surg (B)* 1971; 53, 3 August :406-419.
  63. Lequesne MG, Dang N, Lane NE, Sport practice and osteoarthritis of limbs. *Osteoarthritis Cartilage* 1997, 5:75-86.
  64. Lane NE. Exercise: a cause of osteoarthritis. *J Rheumatol Suppl* 1995 Feb;43:3-6.

- 
65. Lane NE, Buckwalter JA. Exercise and osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol* 1999; 11: 413-416.
  66. Buckwalter JA, Lane EN. Athletics and osteoarthritis. *Am J Sports Med* 1997 Nov-Dec;25(6):873-81.
  67. Dias RC, Dias JM, Ramos LR. Impact of an exercise and walking protocol on quality of life for elderly people with OA of knee. *Physiother Res Int* 2003; 8: 121-130.
  68. Lane NE, Bloch DA, Jones HK, Marshall WH, Wood PD, Fries JF. Long distance running, bone density and osteoarthritis. *J.A.M.A.* 1986, 225: 1147-1151.
  69. Panush RS, Schmidt C, Caldwell JR, Edwards NL, Longley Yonker R, Webster E, Nauman J, Stork J, Petterson H. Is running associated with degenerative joint disease? *J.A.M.A.* 1986, 225: 1152-1154.
  70. Panush RS, Hanson CS, Caldwell JR, Longley S, Strork J, Thoburn R. Is running associated with degenerative joint disease? An eight-year follow-up study. *J Clin Rheum* 1995, 1:35-39.
  71. Puranen J, Ala Ketola L, Peltokallio P, Saarela J. Running and primary osteoarthritis of the hip. *Br med J* 1975, 2: 424-425.
  72. Shon RS, Micheli LJ, The effect to running on the pathogenesis of osteoarthrosis of tyhe hips and knees. *Clin Orthop Rel Res* 1985, 198: 106-109.
  73. Lane NE, Hochberg MC, Pressman A, Scott JC, Nevitt MC. Recreational physical activity and the risk of osteoarthritis of the hip in elderly women. *J Rheumatol* 1999 Apr;26(4):849-54.
  74. Marti B, Knobloch M, Tschopp A, Jucker A, Howald H. Is excessive running predictive of degenerative hip disease? Controlled study of former elite athletes. *BMJ* 1989 Jul 8;299(6691):91-3.
  75. Kujala MU, Kettunen J, Paananen H, Aalto T, Battie MC, Impivarra O, Videman T, Sarna S. Knee osteoarthritis in former runners, soccer players, weight lifters and shooter. *Arthritis Rheum* 1995, 38:539-546.
  76. Spector TD, Harris PA, Hart DJ, Cicuttini FM, Nandra D, Etherington J. Risk of osteoarthritis associated with running: a radiological survey of female exathletes and population controls. *Arthritis Rheum* 1996, 39, 6 June: 988-995.
  77. Lane NE. Physical activity at leisure and risk of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1996; 55 (9): 682-684.
  78. Lindberg H, Roos H, Gardsell P . Prevalence of coxarthrosis in former soccer players. 286 players compared with matched controls. *Acta Orthop Scand* 1993 Apr;64(2):165-7.
  79. Roos H. Are there long-term sequelae from soccer?. *Clin Sports Med* 1998 Oct; 17 (4):819-831.
  80. Schmitt H, Brocai DRC, Lukoschek M. High prevalence of hip arthrosis in former elite javelin throwers and high jumpers. *Acta Orthop Scand* 2004; 75 (1):34-39.
  81. Revel M, Thiesce A, Amor B. Danse professionnelle et coxarthrose. *Rev Rehum* 1989, 56: 321-323.
  82. Shepard GJ, Banks AJ, Ryan WG. Ex-professional association footballers have an increased prevalence of osteoarthritis of the hip compared with age matched controls despite not having sustained notable hip injuries. *Br J Sports Med* 2003; 37: 80-81.
  83. Drawer S Fuller CW. Propensity for osteoarthritis and lower limb joint pain in retired professional soccer players. *Br J Sports Med* 2001; 35:402-408.
  84. Deacon A, Bennell K, Kiss ZS, Crossley K, Brukner P. Osteoarthritis of knee in retired, elite Australian Rules footballers. *Med J Aust* 1997; 166: 187-190.

- 
85. Roos H, Lindberg H, Gardsell P, Lohmander LS, Wingstrand H. The prevalence of gonarthrosis and its relation to meniscectomy in former soccer players. *Am J Sports Med* 1994;22: 219-222.
  86. Boyer T, Delaire M, Beranek L, Lasserre PP, Tekaya M, Kahn MF. Fréquence des antécédents de pratique sportive chez les sujets atteints d'arthrose symptomatique. *Rev Rhumatisme* 1981, 48, 2 : 793-797.
  87. Commandre F, Bedoucha JP, Revelli G, Navarro B, Solinhac C, Bonnefond Q, Boeda A, Pesqui F, Berado J, Guillamin R. La hanche du footballeur. *Rheumatologie* 1973. 25:371-376.
  88. Vasey H. Résultats de l'examen systématique des hanches dans un groupe de sportifs. *Rhumatologie* 1959, 11: 253-264.
  89. Olivé R. *Patología en Medicina del Deporte*. Ed. Laboratorios Menarini-I.S.B.N. 84-88865-61-9. Barcelona 2000.
  90. Niek van Dijk C, Liesbeth S.L. Lim, Alina Poortman, Ernst Strübbe, Rene Marti, Degenerative Joint disease in female ballet dancers, *Am J Sport Med* 1995, 23, 3: 295-300.
  91. Hamilton W G, Hamilton L.H., Marshall P, Molnar M. A profile of musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *Am J Sports Med* 1992, 20, 3: 267-273.
  92. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder : Spectrum of pathology. Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 2003, apr; 19 (6):404-420.
  93. Kettunen JA, Kujala UM, Raty H, Videman T, Sarna S, Impivaara O, Koskinen S. Factors associated with hip joint rotation in former elite athletes. *Br J Sports Med* 2000 Feb;34(1): 44-8.
  94. Cooperman DR, Wallenstein R. Stulberg SD. Acetabular dysplasia in the adult. *Clin Orthop* 1983; 175:79-85.
  95. Lequesne M. La dysplasia congénitale de la hanche de l'adulte et sa chirurgie corrective. Que reste-t-il de ses beaux jours? *Rev Rhum Mal Ostéoartic* 1999, 66: 5-9.
  96. Demerais Y, La Hanche et le Bassin. In: *Sport et appareil locomoteur*. Ed. Masson, Paris 1989: 45-49.
  97. Sèze S, Lequesne M. La coxarthrose au début: étude radiographique d'après 70 cas. *Rev Rhum Mal Ostéoartic* 1958; 23: 201-217.
  98. Lequesne M. Coxarthrose. *Med Int* 1968; 3:667.
  99. Leunig M, Werlen S, Ungersbock A, Ito K, Ganz R. Evaluation of the acetabular labrum by Mr arthrography. *J Bone Joint Surg (B)* 1997, 79-B: 230-234.
  100. Tönnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg (Am)* 1999,; 81-A:1747-1470.
  101. Ito K, Leunig M, Séller I, Werlen S, Ganz R. Impingement-induced damage of the acetabular labrum: a possible initiator of the arthrosis. 8th Annual Meeting, European Orthopaedic Research Society, 1998:55.
  102. Laude F, Nogier A, Roger B, Saillant G. Résultats à court terme de 59 cas de conflit antérieur de hanche opérés par arthroplastie conservatrice. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2004, vol 90, 6 : 2S 139.
  103. Ito K, Minka II a., Leunig M, Werlen S, Ganz. Femoroacetabular impingement and the cam-effect. *J Bone Joint Surg (Br)* 2001, 83-B:171-176.
  104. Hermodsson I. The development of coxartrosis: A radiological follow-up of patients operated upon. *Radiologe* 1983, 23: 378-384.
  105. Orts Llorca F. *Anatomía Humana, Tomo I* , Editorial Científico Médica, 4ª Edición Barcelona 1969.
  106. Lindberg H, DanielssonL. The relation between labor and coxartrosis. *Clin Orthop* 1984; 191: 159-161.

- 
107. Thelin A, Jansson B, Jacobsson B, Ström H. Coxarthrosis and farm work; a case-referent study. *AM J Ind Med* 1997; 32:497-501.
108. Croft P, Coggon D, Crudas M, Cooper C. Osteoarthritis of the hip: an occupational disease in farmers. *BMJ* 1992, 304: 1269-1272.
109. Roach KE, Persky V, Miles T, Budiman-Mak E. Biomechanical aspects of occupation and osteoarthritis of the hip: a case-control study. *J Rheumatol* 1994; 21. 2334-2340.
110. Maetzel A, Makela M, Hawker G, Bombardier C. Osteoarthritis of the hip and knee and mechanical occupational exposure. A systematic overview of the evidence. *J Rheumatol* 1997; 24: 1599-1607.
111. Nevitt M. Definition of hip osteoarthritis for epidemiological studies. *Ann Rheum Dis* 1996; 55:652-655.
112. Delaunay S, Dussault RG, Kaplan PA, Alford BA. Radiographic measurements of dysplastic adult hips. *Skeletal Radiol* 1997; 26: 75-81.
113. Pogrand H, Bloch R, Mogle P. The normal width of the adult hip joint. The relationship to age, sex and obesity. *Skeletal Radiol* 1983; 10: 10-12.
114. Reis P, Nahal Said R, Ravaud P, Dougados M, Amor B. Are radiological joint space widths of normal hip asymmetrical? *Ann Rheum Dis* 1999; 58:246-249.
115. Frain Ph. Moyen fessier et appui unipodal. Variations géométriques sur le thème des ostéotomies fémorales et pelviennes. *Rev Chir Orthop* 1978, 64:445-458.
116. Pauwels F. Des affections de la hanche d'origine mécanique et leur traitement par l'otéotomie d'adduction. *Rev Chir Orthop* 1951, 37: 22-30.
117. unpuu S. Biomecánica de la marcha y la carrera. *Clin Sports Med* 1994 (oct), 13 (4):843-863.
118. Cavanagh PR, LaFortune MA. Ground reaction forces in distance running. *J Biomech* 1980, 13: 278-287.
119. Munro CF, Millar DI, Fuglevand AJ. Ground reaction forces in running: A reexamination. *J Biomech* 1987, 20: 147-155.
120. Montgomery WH, Pink M, Perry J. Electromyographic analysis of hip and knee musculature during running. *Am J Sports Med* 1994, vol 2, n° 2: 272-278.
121. Van Den Boget AJ, Read L, Nigg B. An analysis of hip joint loading during walking, running and skiing. *Mec Sci Sports Exerc.* 1999, vol 30, 1 :131-142.
122. Bergmann G, Graichen F, Rohlann A. Hip Joint loading during walking and running, measured in two patients. *J Biomech* 1993, 26: 969-990.
123. Cavanagh PR, LaFortune MA. Ground reaction forces in distance running. *J Biomech* 1980, 13: 397-406.
124. Munro CF, Miller DI, Fuglevand AJ. Ground reaction forces in running: A reexamination. 1987, 20: 147-155.
125. Lesage Y, Le Bars R. Etude électromyographique simultanée des différents chefs du quadriceps. *Ann Méd Phys* 1970; 13 :292-297.
126. Rideau Y, Hamonet C, Outrequin G, Kamina P. Etude électromyographique de l'activité fonctionnelle des muscles de la loge postérieure de la cuisse. *C R Ass Anat* 1971 : 587-603.