

**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA  
NORMALIZACIÓN ARTICULAR GLOBAL  
SOBRE JUGADORES DE FÚTBOL**

Study of the effect of Articular Global  
Normalization on football players

**DIPLOMATURA EN OSTEOPATÍA**

Tesina de investigación tutelada por Franck Mazé (Osteópata D.O.) y  
M<sup>a</sup> Teresa Blázquez (Doctora en Bioingeniería y Física Médica)

ADOLFO MARCO ARRIBAS

Barcelona 2013

## **- AGRADECIMIENTOS**

Esta investigación es la culminación de los estudios de Osteopatía, que no hubiera sido posible sin la colaboración y el apoyo de distintas personas a las que quiero mostrar mi más profundo agradecimiento:

- A los jugadores y entrenadores del equipo de los equipos de fútbol cadete y juvenil de la U.B. conquense
- A Franck Maze, por su ofrecimiento para colaborar con él, por compartir sus explicaciones y conocimientos a cualquier hora, y por contagiarme en su día su entusiasmo por la Osteopatía.
- A Maite Blázquez, por su colaboración imprescindible en este trabajo y por enseñarme que la osteopatía debe estar basada en la evidencia científica.
- A Laura por su serenidad y cordura, a Laureta por su sana locura y a Inés por su alegría, sin ellas no hubiera sido posible terminar los estudios.
- A mi familia de Barcelona, por aguantarme año tras año durante estos años.
- A mi familia de Cuenca, por estar siempre ahí, mi fulcro.
- A Irma, el pivot que hace posible que mi vida funcione armónicamente.

## **- Resumen**

Estudio cuasi-experimental con 40 jugadores de fútbol entre 14 y 18 años cuyo objetivo es comprobar si un tratamiento osteopático basado en una Normalización Articular Global sobre los pivots osteopáticos tiene un efecto positivo en su postura. Los jugadores se dividen en dos grupos en función de un examen corporal morfoestático, y se registra el movimiento descrito por el Centro de Presión de cada jugador en una plataforma de estabilometría. El grupo de estudio recibe un tratamiento osteopático al mes durante 4 meses, mientras que el grupo control no recibe tratamiento. Se vuelve a registrar el movimiento del Centro de Presión para comparar los resultados, y se analizan mediante geometría fractal. Los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos estudiados. Existe una tendencia a la disminución en la longitud y superficie descrita por el centro de presión que indica una disminución de la oscilación del futbolista entre el inicio y el final del tratamiento.

## **- Palabras claves.**

Normalización Articular Global, pivotes osteopáticos, centro de presión, postura, estabilometría, geometría fractal.

## **- Abstract.**

An uncontrolled study of 40 soccer players, between 14 and 18 years of age, that aims to test whether osteopathic treatment based on Articular Global Normalization on osteopathic pivots has a positive effect on their posture. The players were divided in two groups based on a physical examination and the movement in the Pressure Center of each player as measured on a stabilometric platform. The study group received an osteopathic treatment once a month during

four months, while the control group was not treated. After the treatment period the Centre of Pressure was recorded again to be compared with previous results and analyzed by fractal geometry. The results showed no statistically significant differences between the two groups. There is a tendency for decreased length and surface shown in the center of pressure, which indicates a reduction of player oscillation from the beginning to the end of treatment.

**- Keywords.**

Articular Global Normalization, osteopathic pivots, pressure center, posture, stabilometry, fractal geometry.

## LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1: husos neuromusculares y organos tendinosos.....	17
Ilustración 2: Laberinto membranoso.....	19
Ilustración 3: esquema metodológico .....	24
Ilustración 4: Longitud y superficie descrita por el CdP.....	34
Ilustración 5: componente X e Y del estabilograma .....	34
Ilustración 6: Longitud del CdP en condiciones estáticas y ojos abiertos.....	35
Ilustración 7: Superficie descrita por el CdP en condiciones estáticas y ojos abiertos.....	35
Ilustración 8: Valor del exponente de correlación "alfa" en condiciones estáticas y ojos abiertos para cada zona temporal .....	36
Ilustración 9: Valor del exponente de correlación "alfa" en condiciones dinámicas y ojos abiertos en el eje X para cada zona temporal .....	36
Ilustración 10: Valor del exponente de correlación "alfa" en condiciones dinámicas y ojos abiertos en el eje Y para cada zona temporal.....	37
Ilustración 11: Valor del exponente de correlación "alfa" en condiciones dinámicas y ojos cerrados en el eje Y para cada zona temporal.....	37
Ilustración 12: Resultado de la posición media del CdP en condiciones estáticas y ojos abiertos en el eje X.....	38
Ilustración 13: Resultado de la posición media del CdP en condiciones estáticas y ojos abiertos en el eje Y.....	38

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: características de los grupos de la investigación .....	23
Tabla 2: códigos de las distintas condiciones en la toma de datos estabilométricos.....	30

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Imagen 1: situación de la plomada y plataforma .....	28
Imagen 2: plataforma de estabilometría para análisis estático.....	29
Imagen 3: plataforma de estabilometría para análisis dinámico .....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS

- **$\alpha$** : exponente escalar “alfa” en el método DFA
- **ATM**: Articulación Temporo Mandibular
- **ATP**: Actividad Tónica Postural
- **ATPO**: Actividad Tónica Postural Ortostática
- **CdG**: Centro de Gravedad
- **CISCOP**: Centro de Investigación del Sistema de Control Postural
- **DFA**: análisis de invariancia escalar eliminando tendencias, del inglés Detrended Fluctuation Analysis
- **G1**: Grupo de Estudio
- **GC**: Grupo Control
- **MFB**: Movimiento Fraccionario Browniano
- **NAG**: Normalización Articular Global
- **s**: segundo, abreviatura de la unidad temporal
- **SCP**: Sistema de Control Postural
- **SNC**: Sistema Nervioso Central
- **TGO**: Tratamiento General Osteopático
- **UBC**: Unión Balompédica Conquense



## Índice

- Agradecimientos .....	2
- Resumen .....	3
- Lista de Figuras .....	5
- Lista de Tablas.....	6
- Lista de Fotografías.....	7
- Lista de Abreviaturas .....	8
- <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	11
- <b>CAPÍTULO 1: BASES FISIOLÓGICAS</b> .....	16
1.1_ La Postura y el Sistema de Control Postural .....	16
1.1.1_ Propiocepción .....	17
1.1.2_ La visión.....	17
1.1.3_ El sistema vestibular .....	18
1.2_ El Tratamiento Osteopático: la Normalización Articular Global .....	20
- <b>CAPÍTULO 2: MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	23
2.1_ Grupos de la investigación .....	23
2.2_ Planificación de la investigación: Protocolo seguido .....	24
2.2.1_ Examen Morfoestático.....	26
2.2.2_ Examen Estabilométrico .....	26
2.3_ Variables analizadas.....	30
2.3.1_ El Centro de Presiones .....	30
2.3.2_ Análisis de fluctuaciones eliminando tendencias .....	31

- CAPÍTULO 3: RESULTADOS .....	34
- CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN .....	40
- CONCLUSIÓN .....	41
- BIBLIOGRAFÍA.....	42
- ANEXOS.....	44

## INTRODUCCIÓN

La postura corporal en el hombre ha sido y es objeto de múltiples estudios de investigación por parte de múltiples profesionales, traumatólogos, dentistas, optometristas, otorrinolaringólogos, fisioterapeutas, osteópatas, etc. El hombre, único mamífero exclusivamente bípedo, mantiene su equilibrio utilizando dos puntos de apoyo, las plantas de los pies, y proyectando su centro de gravedad dentro de su polígono de sustentación que mide aproximadamente  $0,1 \text{ m}^2$ . Para mantener este equilibrio el hombre lo consigue a través del Sistema de Control Postural (SCP), que recoge información de diferentes sistemas fisiológicos (vestibular, visual y propioceptivo), la procesa a través del sistema nervioso central, para finalmente crear las órdenes musculares que permiten al cuerpo humano mantener el equilibrio con tan sólo dos puntos de apoyo (LATASH, 2002).

El mantenimiento de este equilibrio a través del SCP organiza la postura corporal que depende del buen funcionamiento de estos sistemas, con el objetivo de vencer la gravedad y mantener un equilibrio de una forma eficiente. Pero definir el concepto de la postura ha sido una tarea más difícil, ya que los mecanismos antes citados funcionan de forma dinámica. Vierordt en 1860 estableció que "la postura erecta de un humano, en reposo, es de hecho controlada por un sistema que integra la información de una serie de entradas del sistema postural dentro de un bucle de retroalimentación destinado a corregir cualquier desviación del cuerpo de su punto de equilibrio con el propósito de estabilizarlo".

Pero, ¿Cómo se mide el equilibrio y por consiguiente la postura? Este ha sido uno de los grandes debates en torno a la posturología clínica. Esta disciplina ha evolucionado desde sus orígenes hasta nuestros días. Como en casi todas las disciplinas, su origen es difícil de concretar, pero sí existen una serie de investigadores que empiezan a preguntarse sobre la inmovilidad de la postura

erguida estática, como Charles Bell que a principios del siglo XIX se planteaba como el hombre era capaz de vencer al viento manteniendo una postura inclinada. Pero es a mediados del siglo XIX (VIERORDT, 1864), cuando se registran las oscilaciones del cuerpo de un individuo, concretamente de los movimientos de los soldados que hacían guardia en una posición estática, añadiendo al casco del guardia una pluma que estaba en contacto con una hoja. De esta manera, se pudieron registrar las oscilaciones mínimas que realiza nuestro cuerpo en posición erguida estática.

El método de registros de las oscilaciones ha avanzado mucho en los últimos años, dando lugar a lo que hoy se conoce como estabilometría, considerada como una rama de la posturografía, que se remonta a principios de los años 60. El oftalmólogo J.B. BARON presenta en octubre de 1963 un aparato para poner en evidencia los desplazamientos del centro de gravedad (CdG) del cuerpo en el polígono de sustentación (BARON, 1963). Este aparato llamado estatocinesiómetro, fue un descubrimiento para muchos investigadores, ya que les permitía observar y registrar como se mantiene erguido el hombre de una forma libre, sin estar conectado a poleas, casco con plumas, y demás aparatos hasta ahora utilizados.

Años más tarde, la Association Française de Posturologie, en el año 1985 validó la construcción de unas plataformas normalizadas (NORMES, 85), con el objetivo de poder comparar los resultados de las investigaciones en el tiempo.

Una vez protocolizado y normalizado el registro de estas oscilaciones, las investigaciones sobre la postura han ido ampliando los conocimientos sobre el complejo SCP y su funcionamiento. Es ahora cuando se empiezan a plantear cuestiones cómo qué es una postura normal y otra patológica, qué diferencias existen, y sobre todo si se puede demostrar de un modo cuantitativo.

Babinski observó los defectos de coordinación entre postura y movimiento en pacientes cerebelosos y a él debemos los primeros datos asociados al movimiento

voluntario (BABINSKY, 1899). Desde aquel momento quedó establecido que, tanto en el hombre como en el animal, el movimiento intencional va precedido, acompañado y seguido por fenómenos posturales.

Posteriormente aparecen autores como Fukuda que analizan la posición erguida y estática del hombre, como postura de referencia para la preparación del gesto, elaborando el Test de Fukuda o “del pisoteo” demostrando el aumento del tono muscular del lado del giro de la cabeza (FUKUDA, 1959). Por tanto, de aquí la importancia de estudiar la postura estática como antecesora del movimiento, si esta postura no es óptima, los ajustes que debe realizar el cuerpo para realizar un determinado gesto no serán eficientes.

Para el presente trabajo de investigación, la definición de postura de Henry Otis Kendal es más acertada, definiendo la postura como “un estado compuesto del conjunto de las articulaciones del cuerpo en un momento determinado” (KENDALL H.O., 1971), y en este sentido, la investigación se ha centrado en manipular distintas articulaciones del cuerpo para influir en la postura.

La bibliografía consultada por los términos postura y estabilometría se centra en lesiones cerebrales, sobre todo las relacionadas con el cerebelo ya que afecta directamente al equilibrio del paciente, así como las relacionadas con el sistema visual. Destacan en este sentido las realizadas por J.B. Baron en el Hospital de Sainte-Anne en Francia.

La influencia de un tratamiento osteopático en la postura, muestra que la mayoría de las investigaciones se centran en la manipulación de articulaciones o estructuras concretas en pacientes con lesiones relacionadas con la articulación temporo mandibular (ATM), oído, y columna vertebral.

Las investigaciones realizadas a equipos de fútbol que analicen la postura con datos estabilométricos se reducen a las realizadas por Tropp y colaboradores (TROPP H., 1984), que han investigado que la capacidad para mantener el equilibrio postural, se redujo entre los jugadores con inestabilidad funcional, pero no se vio afectada por la inestabilidad mecánica. Los resultados indican que la coordinación y el control postural son importantes para la inestabilidad funcional del tobillo.

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica de investigaciones sobre técnicas articulatorias, postura y estabilometría y no se han obtenido resultados. El tratamiento osteopático global del paciente con el propósito de cuantificar su incidencia en la postura, hasta lo que se ha podido investigar no ha producido documentos de interés científico. Por tanto, la bibliografía relacionada con el objetivo de nuestra investigación, se centra principalmente en Favre y Ceccaldi, ya que son estos autores los que han desarrollado la importancia de los pivotes osteopáticos y los han relacionado con la Actividad Tónica Postural (ATP). *"La actividad tónica postural cuyo agente y único "medio de acción" es el músculo, va pues a ser utilizado por el cuerpo para responder a las sollicitaciones estáticas y dinámicas. Esta actividad tónica postural va a utilizar sistemas mio-fasciales denominados "recto" y "cruzado", para asegurar su función. Ella sólo efectuará correctamente esta función si su utilización de los pivotes es correcta"* (CECCALDI A., FAVRE J., 1986)

Es evidente en efecto que el sistema informacional no puede conseguir fundamentalmente sus transmisiones si los mecano-receptores y efectores están perturbados cualquier lugar del cuerpo. No hay que olvidar nunca que las estructuras vertebrales sólo permiten la progresión de las informaciones aferentes o eferentes correctas si su función no está perturbada.

En este sentido, también Gagey & Weber señalan a la columna como pieza maestra del eje corporal, resaltando que cualquier disfunción propioceptiva en cualquier

nivel vertebral es susceptible de frenar e incluso hacer fracasar un tratamiento postural. En el sentido de nuestra investigación, resaltan que no es lógico modificar el tono de los músculos paravertebrales con un tratamiento postural sin controlar cómo reaccionan la estática y la cinética de la columna (GAGEY P.M., 2001).

La investigación que nos ocupa se centra en un Tratamiento General Osteopático (TGO) del cuerpo del paciente basado en articular los distintos pivotes osteopáticos mediante un protocolo de técnicas articulatorias denominadas por los autores (CECCALDI A., FAVRE J., 2004) como Normalización Articular Global (NAG). El objetivo de la investigación es comprobar cómo la normalización de los pivotes osteopáticos tiene un efecto positivo sobre la postura de jugadores de fútbol, registrando las oscilaciones del centro de presión (CdP) en una plataforma estabilométrica.

## - CAPÍTULO 1: BASES FISIOLÓGICAS

Entender los complejos mecanismos que permiten al cuerpo mantenerse en un cierto equilibrio en posición erguida es fundamental para comprender los resultados obtenidos en la presente investigación.

### 1.1\_ La Postura y el Sistema de Control Postural

El análisis de la postura del cuerpo humano permite conocer a través de distintos exámenes posturales como se adapta el organismo para mantener el equilibrio en condiciones estáticas y dinámicas. Este equilibrio se consigue a través del SCP, que como se ha explicado anteriormente, integra las informaciones recibidas de los distintos sistemas implicados a través del sistema nervioso y permite al cuerpo humano mantenerse en equilibrio con tan sólo dos puntos de apoyo. Para realizar esta integración neurofisiológica el organismo se sirve principalmente de tres fuentes (BRICOT, 2008):

- los exteroceptores, que nos sitúan en relación con nuestro entorno (tacto, visión, audición).
- los propioceptores, que nos sitúan las diferentes partes del cuerpo en relación con el conjunto, en una posición determinada.
- los centros superiores, que integran los selectores de estrategias, los procesos cognitivos y tratan los datos procedentes de exteroceptores y propioceptores.

Por tanto, los principales sistemas responsables en este complejo mecanismo son la propiocepción, la visión y el sistema vestibular.



### 1.1.1\_ Propiocepción

La propiocepción es la toma de conciencia del posicionamiento del cuerpo en el espacio. El sistema propioceptivo está compuesto por distintos receptores que se sitúan principalmente en el músculo esquelético, las cápsulas articulares y tendones, y la piel, que informan sobre el movimiento corporal, la orientación espacial y el estiramiento muscular (THIBODEAU G.A., PATTON K.T., 2007). Los captore del músculo esquelético son los husos neuromusculares que mantienen la actividad tónica por vía refleja. Existen dos tipos de receptores, tónicos y fásicos, que orientan al cuerpo en el espacio y proporcionan información posicional sobre partes del cuerpo específicas tanto en movimiento como en reposo. Las informaciones sensoriales captadas por estos receptores se envían a través de la médula espinal para que la interpreten los subsistemas que componen el SCP.

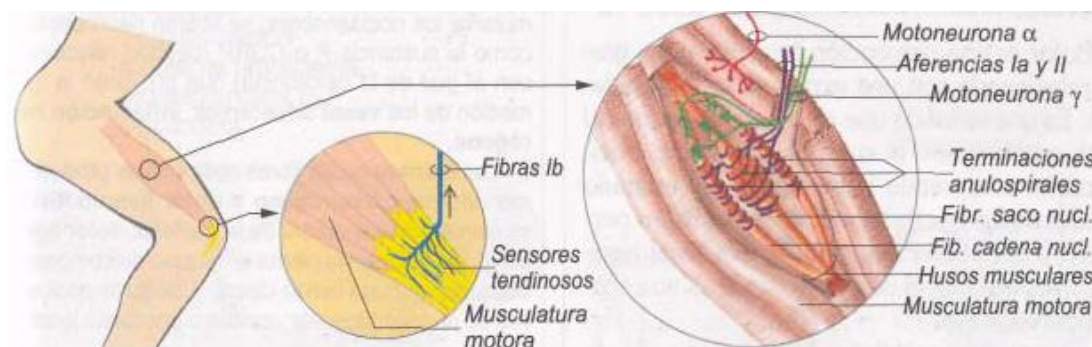


Ilustración 1: Husos neuromusculares y órganos tendinosos, (DESPOPOULOS A., SILBERGNAGL S., 2001)

### 1.1.2\_ La visión

La visión es nuestra principal fuente de estímulos aferentes, nuestra fuente de información. El hombre ha basado gran parte de su estrategia de supervivencia en torno a la visión, de hecho, es el único mamífero que nace con los ojos abiertos.

El ojo, como órgano responsable de la visión cuenta con un complejo muscular interconectado directamente con el Sistema Nervioso Central (SNC) a través del

nervio óptico. La neurofisiología ha demostrado que desde el nacimiento existe una organización inmadura de los centros receptores de la retina y el córtex visual, que debe ser estimulada para que no se esclerose y pueda desarrollarse en el futuro (IVF, 1980).

Este hecho lo constatan investigaciones realizadas con niños de aproximadamente 3 años en las que se ha observado que presentan mayores dificultades en preservar su equilibrio cuando se les somete a imágenes en movimiento que crean ilusiones cinéticas, comparado con la reacción de jóvenes de alrededor de 20 años (NEWELL, 1997)

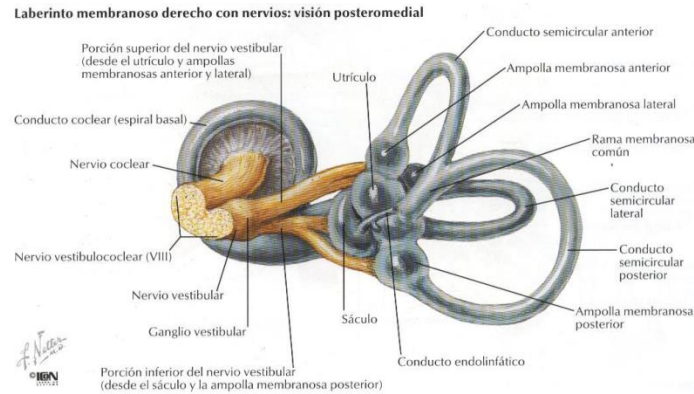
La contribución visual al SCP es claramente observable cuando se realiza el Test de Romberg en individuos de edad avanzada. La pérdida de información propioceptiva con la edad hace que el SCP obtenga mayor información del sistema visual, por lo que cuando se somete a este test a personas de avanzada edad hay que prestar mayor atención porque pierden el equilibrio más fácilmente y pueden caer.

La propiocepción ligada a la motricidad ocular representa un elemento determinante en el control postural. Los efectos sobre éste pueden ponerse en evidencia por estímulos vibratorios que tienen el poder, como sobre todo el músculo esquelético, de comunicar informaciones aferentes deformadas que en su momento determinan correcciones posturales inapropiadas (ROLL J.P., ROLL R., 1987).

### **1.1.3\_ El sistema vestibular**

Los órganos sensoriales implicados en el sentido del equilibrio se localizan en el vestíbulo y en los conductos semicirculares. Los situados en el utrículo y en el sáculo son los responsables del equilibrio estático, es decir, nos da información de la posición de la cabeza en relación con la gravedad y en condiciones de aceleración o

desaceleración del cuerpo cuando se está sentado inmóvil y somos transportados a una velocidad determinada.



**Ilustración 2: Laberinto membranoso (NETTER, 2000)**

En el utrículo y sáculo se encuentra la mácula, una tira de epitelio sensorial especializado que contiene células ciliadas receptoras y células de sostén cubiertas por una matriz gelatinosa. Los movimientos de la mácula dan información relacionada con la posición y aceleración de la cabeza, gracias a la generación de potenciales de acción por el movimiento de estas células ciliadas.

Los otolitos son minúsculas piedras en el oído compuestas por proteína y carbonato cálcico, situados dentro de la matriz de la mácula. La mácula del utrículo y la del sáculo están situadas casi perpendicularmente, por lo que cualquier modificación en la posición de la cabeza produce un cambio de la cuantía de la presión sobre la matriz que se encuentra lastrada de otolitos, lo que a su vez estimula las células ciliadas que estimulan los receptores adyacentes del nervio vestibular. Sus fibras conducen impulsos sensoriales al encéfalo que producen una sensación de la posición de la cabeza en el espacio y también la sensación de cambio de fuerza. La estimulación de la mácula provoca además reflejos correctores, es decir, respuestas musculares para que el cuerpo y sus partes vuelvan a su posición normal.

Los órganos sensoriales relacionados con los conductos semicirculares funcionan en el equilibrio dinámico, es decir, cuando el cuerpo rota o se mueve bruscamente. Este equilibrio depende del funcionamiento de la cresta acústica, situada en la ampolla de cada conducto semicircular. Esta estructura especializada es un tipo de epitelio sensorial que se parece en muchos aspectos a la mácula. Cada cresta cónica se compone de numerosas células ciliadas, que introducen sus cilios en un cuerpo gelatinoso denominado cúpula, que a diferencia de la matriz, no está lastrada con otolitos ni responde a la acción de la gravedad, sino que funciona como un flotador que se mueve con la corriente de endolinfa en los conductos semicirculares. Como las máculas, los conductos semicirculares están situados unos con otros casi en ángulo recto por lo que permite detectar movimientos en cualquier dirección.

Cuando se mueve la cúpula, inclina los cilios introducidos en ella, produciendo un potencial de acción que por la porción vestibular del octavo par craneal, pasa al bulbo raquídeo y de él a otras áreas del encéfalo y de la médula espinal para su interpretación, integración y respuesta (THIBODEAU G.A., PATTON K.T., 2007).

La información del sistema vestibular se integra con la que proviene del sistema oculomotor, para que por medio de los reflejos correctores (respuestas musculares), se garantice la horizontalidad de la mirada fundamental para la estabilidad del cuerpo.

## **1.2\_ El Tratamiento Osteopático: la Normalización Articular Global**

El tratamiento elegido (NAG) es una secuencia de técnicas articulatorias, si bien no se reduce solamente al hecho de articular. Como destacan Favre y Ceccaldi, estas maniobras están basadas en la técnica de sus maestros, es decir, detrás de estas técnicas se encuentran los principios del TGO, por tanto, en el tratamiento de los individuos se han tenido en cuenta las directrices que establecen los dos autores pero sin olvidar los principios de este tratamiento. En la secuencia de maniobras se

debe tener en cuenta que aunque su origen es recuperar la homeostasis del cuerpo, la NAG como el TGO también pueden ser específicos en el tratamiento. De esta manera según los exámenes posturales realizados, se tratará de mejorar aquellos pivotes osteopáticos que se encuentren en disfunción.

La bibliografía cuenta con otros términos similares a la NAG como Tratamiento Articular General (GAT en inglés) aplicado a disfunciones específicas, así como estudios que utilizan como técnica el TGO, pero no se han encontrado estudios que relacionen el efecto de el TGO en la postura. En este sentido, la búsqueda bibliográfica se reduce a Favre y Ceccaldi, ya que la NAG es fruto de numerosos estudios basados en su experiencia, en la que establecieron después de innumerables pruebas veinte maniobras basadas en la enseñanza de sus maestros Littlejohn J.M. y J. Wernham. La secuencia de estas maniobras coherentes sucesivas adquirió un eficiencia terapéutica en la que la principal dificultad es la destreza y la habilidad del practicante individual (CECCALDI A., FAVRE J., 2004).

Los principios sobre los que subyace esta técnica de tratamiento se resumen en la definición de Tom Dummer menciona en su *Textbook of Osteopathy*:

*"El principio subyacente se expresa en los términos <<Ajuste Orgánico Mecánico>> y la osteopatía puede describirse como un sistema de tratamiento que emplea los recursos naturales del organismo en el campo corrector para el ajuste de situaciones estructurales a fin de estimular la preparación, y distribución, adecuada de los líquidos y fuerzas corporales, así como de fomentar la cooperación y la armonía en el cuerpo como mecanismo. Creemos que los tejidos sanos dependen de la correlación entre inervación e irrigación. Creemos que prácticamente todas las situaciones patológicas se asocian a una interferencia u obstrucción entre éstas. La lesión osteopática queda representada por todo aquello que conlleve esta interferencia u obstrucción, que repercutirá en una mala colocación de la estructura,*

*una alteración de la relación de una estructura con respecto a otra o un cambio en la condición de las células" (DUMMER, 1999).*

El TGO y por tanto la NAG, es un tratamiento sistemático que engloba toda la estructura del organismo teniendo en cuenta su función fisiológica. Utiliza una fuerza articular correctora para influir en la correlación entre irrigación e inervación. Al hablar de irrigación podemos ampliarlo aún más para incluir los sistemas de drenaje venoso y linfático. Para muchos profesionales de la Osteopatía no parece mejor manera de tratar la estructura y función de cada paciente que mediante una sistemática global (PARSONS J., MARCER N., 2007)

La secuencia de las maniobras de la NAG está detallada en el Anexo 1.

## - CAPÍTULO 2: MATERIAL Y MÉTODO

Partiendo de la premisa de que la actividad tónica postural tiene como único medio de acción el músculo para hacer frente a las sollicitaciones estáticas y/o dinámicas, el propósito del estudio es analizar la postura que presentan los jugadores de fútbol mediante exámenes morfoestáticos y estabilométricos, y compararlos pasados 4 meses. Durante este tiempo el grupo de estudio (G1) ha sido tratado mediante una NAG de los pivotes osteopáticos y el grupo control (GC) no ha recibido tratamiento alguno.

### 2.1\_ Grupos de la investigación

La muestra elegida son 40 jugadores de fútbol pertenecientes a las categorías cadete y juvenil del equipo de fútbol de la Unión Balompédica Conquense (UBC). Los jugadores tienen una edad de entre 14 y 18 años, por lo que se les ha pedido el consentimiento informado para la realización del estudio.

El GC está formado por 18 jugadores varones con una edad media de 16,5 años, un peso medio de 68,6 kg y altura media de 1,75 m. El G1 está formado por 22 jugadores varones con una edad media de 15,7 años, un peso medio de 64,18 kg y altura media de 1,73m.

Tabla 1: Características de los grupos de la investigación

GRUPO	Nº JUGADORES	EDAD MEDIA	PESO MEDIO	ALTURA MEDIA
GC	18	16,5 años	68,5 kg	1,75 cm
G1	22	15,7 años	64,18 kg	1,73 cm

## 2.2\_ Planificación de la investigación: Protocolo seguido

La metodología utilizada para la investigación es la creada por el Centro de Investigación del Sistema de Control Postural (CISCOP) en sus investigaciones (MAZE, 2009), (BLAZQUEZ, 2011), que permite extraer datos visuales mediante los exámenes postural general y morfoestático (ANEXO 2), mientras que el examen estabilométrico nos da información más objetiva y precisa mediante el registro de la oscilación del Centro de Presión (CdP).

Para entender los pasos seguidos en el protocolo se ha realizado el siguiente esquema:

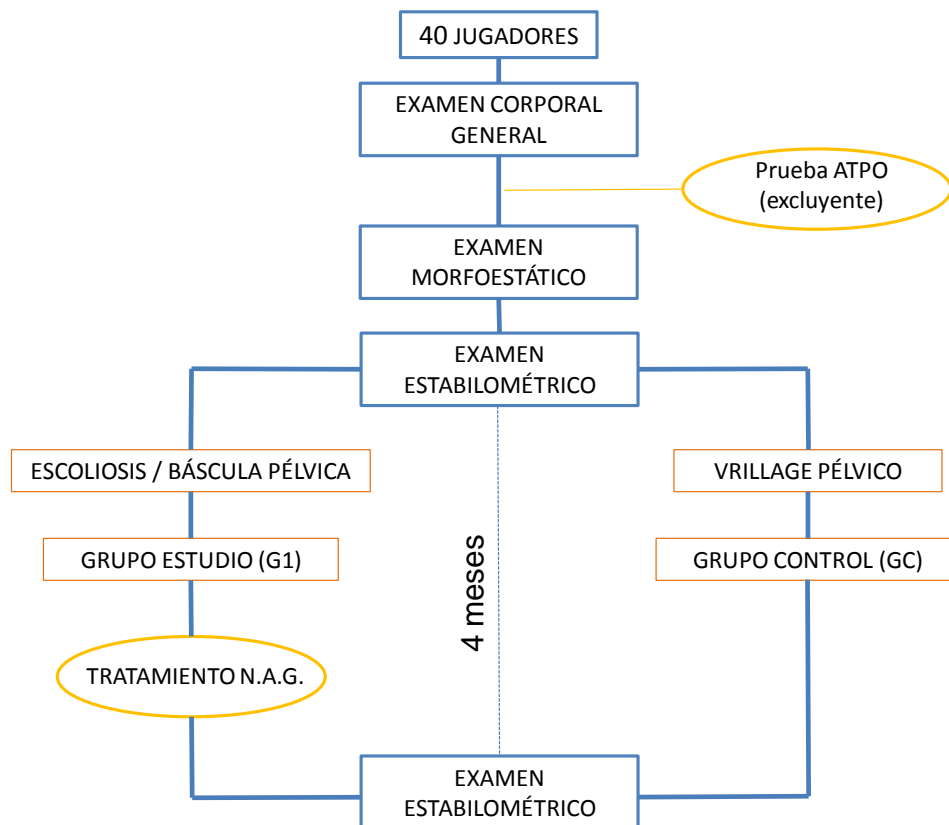


Ilustración 3: Esquema metodológico



El análisis inicial de la postura comienza en el mes de Diciembre. Se citan a los jugadores en dos días consecutivos para realizar los exámenes iniciales, cada 30 minutos con el objetivo de que el jugador esté al menos 10 minutos en reposo antes de empezar con las pruebas.

Una vez cada jugador entra en la sala, se toman los datos de altura, peso y se le realiza un interrogatorio sobre las lesiones presentes y futuras, enfermedades importantes, caídas, accidentes de tráfico, intervenciones quirúrgicas, cicatrices, vértigos, mareos, pérdidas de conocimiento y dificultad respiratoria.

Una vez realizado el interrogatorio, al jugador se le realizan el test de convergencia ocular, y el test de desviación de los índices modificado, con el objetivo de saber si presenta una alteración en su Actividad Tónica Postural Ortostática (ATPO). Si existen jugadores que presentan alteración de su ATPO, se excluirían de la investigación. Si en este interrogatorio no existen motivos para que no realice los exámenes, en un primer tiempo se realiza un examen general postural antes de pasar a los exámenes más concretos.

El examen postural general proporciona una primera impresión de la postura del paciente. Este examen consiste en 6 tiempos:

- Búsqueda de la vertical percibida por el paciente: ojo postural
- Búsqueda del pie pilar y pie batiente
- Observación de los ejes horizontales: acromion, vértice escapular, altura de las manos, pliegue glúteo, pliegue poplíteo.
- Observación general del paciente: manos, brazos, piernas, rotaciones, inclinaciones.
- Horizontalidad de la mirada
- Eje vertical sagital

A continuación se les realiza el examen Morfoestático y Estabilométrico.

### 2.2.1\_ Examen Morfoestático

Es el primer examen que se les realiza y consiste en tomar referencias morfológicas del cuerpo del jugador. Este examen se realiza en seis tiempos en posición ortostática, con los dos pies en paralelo con una separación aproximada equivalente a la longitud de los hombros. Estos seis tiempos son:

1. Análisis de la huella plantar en un podoscopio así como los ejes de los calcáneos
2. Deformación de rodillas, posicionamiento de las rótulas
3. Adaptación de la pelvis: "vrillage" o báscula
4. Búsqueda de escoliosis o actitud escoliótica
5. En el plano sagital: Lordosis lumbar, ptosis abdominal, deformación torácica, rectitud de columna vertebral, biotipo anterior o posterior.
6. Posición cefálica y de la mastoides.

Cuando los jugadores presentan problema de báscula en la pelvis o escoliosis lumbar, se les asigna al grupo G1. Si las adaptaciones pélvicas y lumbar son buenas, pasan a formar parte del grupo GC.

Una vez seleccionados los jugadores para formar parte del GC o del G1 pasan a la siguiente prueba, el examen estabilométrico.

### 2.2.2\_ Examen Estabilométrico

El examen estabilométrico para poder ser validado requiere cumplir una serie de normas establecidas por el CISCOP en todas las investigaciones. Este examen

requiere la utilización de una plataforma de estabilometría que analiza el movimiento del centro de presión del individuo situado sobre ella en condiciones estática y dinámica.

La plataforma está constituida por una plancha de metal indeformable, de 480 x 480 mm<sup>2</sup>, bajo la cual reposan tres sensores de presión, que se encontrarían en los vértices de un triángulo equilátero de 200 mm de lado. La plataforma está fabricada por la empresa SATEL, tiene una altura de 65 mm, un peso 12 de kg y su capacidad de carga es de 100 kg.

La plataforma permite analizar el movimiento del centro de presión del individuo situado sobre ella gracias a la información que es enviada por los sensores de presión hacia el puerto serie de un ordenador. El movimiento del CdP se puede analizar de manera estática y dinámica, utilizando para esta última un balancín de dimensiones de 480mm x 480mm x 60mm que se coloca sobre la plataforma para permitir el movimiento del individuo en una única dirección pero en ambos sentidos. La frecuencia de muestreo de cada sensor es por defecto de 40 Hz, pero puede ser modificada. La unidad de medida es el voltio. En las especificaciones de la plataforma figura un error del 0.017% en las determinaciones de los sensores, pero se realizó una calibración posterior de los sensores que establecieron un error del 0,076% para pesos superiores a 13kg (BLAZQUEZ, 2011).

La plataforma se sitúa a un metro de una pared blanca sobre la cual pende, a modo de referencia para el sujeto, un cordón rojo; dicho cordón mantiene la verticalidad gracias a una plomada y está centrado respecto a la parte frontal de la plataforma.



Imagen 1: Situación de la plomada y plataforma

En primer lugar se ofrece al sujeto una explicación global del experimento. Por las características del protocolo y del material utilizado, este tipo de medida no supone ningún riesgo para la salud de los sujetos voluntarios; se puede afirmar que cumple con las directrices marcadas en el protocolo de la declaración de Helsinki (HELSINKI, 2000). A continuación se introducen en el programa de control los datos del sujeto y las características de la medida, es decir, medida en posición ortostática (sujeto en posición bípeda con los brazos a lo largo del cuerpo) y ojos abiertos.

La medida del CdP en condición estática se realiza colocando sobre la plataforma unas referencias que marcan la posición adecuada de los pies. A continuación se pide al sujeto que suba sobre la plataforma siguiendo dichas referencias, y se retiran las mismas. Se pide al sujeto que durante la medida permanezca mirando de frente un cordón rojo, que está posicionado verticalmente delante de él, y que cuente en voz baja; este último detalle es para unificar el tipo de atención de todos los individuos.



Imagen 2: plataforma de estabilometría para análisis estático

En condiciones dinámicas se coloca sobre la plataforma el balancín haciendo coincidir los bordes verticales con los de la plataforma. A continuación se colocan unos topes para anular el movimiento de éste y permitir al individuo que se suba de manera segura. Seguidamente se pide al individuo que se posicione sobre las referencias marcadas y se le advierte que quitaremos los topes para realizar la prueba.

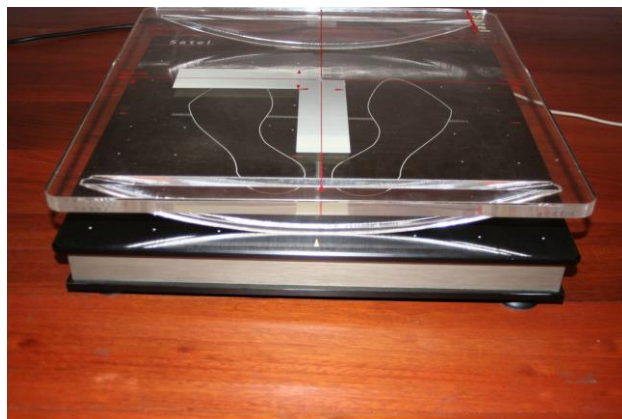


Imagen 3: plataforma de estabilometría para análisis dinámico

El protocolo establece que se realicen distintos tipos de mediciones combinando las distintas variables, estática y dinámica, ojos abiertos y ojos cerrados que se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 2: códigos de las distintas condiciones en la toma de datos estabilométricos

CÓDIGO	CONDICIÓN	OJOS	EJE
C 10	Estática	abiertos	X , Y
C 20	Dinámica	abiertos	X
C 30	Dinámica	abiertos	Y
C 31	Dinámica	cerrados	Y

## 2.3\_ Variables analizadas

El protocolo utilizado para analizar el movimiento del CdP, se ha modificado respecto a las condiciones de fábrica de la plataforma. La frecuencia de muestreo ha sido modificada a 80 Hz, con una duración de 102,4 segundos.

### 2.3.1\_ El Centro de Presiones

Es preciso indicar que el CdP no es estrictamente la proyección del CdG. Mientras que éste último indica la posición global del cuerpo, el CdP incluye la componente dinámica de los movimientos del cuerpo. Aunque se han realizado estudios para conocer el error que se comete al identificar el CdP con el CDG (GURFINKEL, 1973), la investigación se centrará en el CdP ya que es el punto de aplicación de la resultante vertical de las fuerzas que actúan sobre la superficie de apoyo. La trayectoria del CdP representa la salida colectiva de todas las actuaciones del SCP y de la fuerza de la gravedad. El gráfico de la trayectoria seguida por el CdP en función del tiempo es conocido por el nombre de estabilograma.

A partir de los datos recibidos, se ha creado un programa que calcula la posición o trayectoria del CdP en el tiempo, creando así una serie temporal que posteriormente es descompuesta en su proyección sobre la coordenada x que

refleja el movimiento medio-lateral del CdP, y su proyección sobre la coordenada y que refleja el movimiento antero-posterior del CdP. Posteriormente se aplican a ambas series temporales, o señales, los algoritmos del método de análisis de invariancia escalar eliminando tendencias (DFA).

Gagey et al. calcularon la longitud de la trayectoria del CdP utilizando diferentes frecuencias de muestreo, es decir, diferentes escalas de medida. La posición del CdP se calcula a partir de la información de los sensores de presión que es registrada con una cierta frecuencia; el desplazamiento del CdP entre dos puntos consecutivamente registrados se considera que es la línea recta que une ambos puntos, por tanto un aumento de la frecuencia de muestreo supone una disminución de la escala métrica o lineal utilizada. Los autores encontraron que la longitud de la trayectoria del CdP aumentaba con la frecuencia de muestreo, es decir, la longitud aumentaba cuando el tamaño de la escala de medida disminuía. Además este aumento no resultaba ser proporcional a la frecuencia de muestreo: al aumentar la frecuencia al doble, encontraron que al pasar de 5 a 10 Hz la longitud de la trayectoria crecía un 16%, mientras que al pasar del 10 a 20 Hz, el crecimiento era del 20%, de 20 a 40 Hz, de un 30% y de 40 a 80 Hz de un 40%. Estas características son propias de los objetos con naturaleza fractal. Por tanto, se ha considerado centrar el trabajo en métodos basados en la geometría fractal, los cuales aportan herramientas que pueden ayudar a definir con mayor precisión la naturaleza del desplazamiento del CdP.

### **2.3.2\_ Análisis de fluctuaciones eliminando tendencias**

El método de análisis utilizado es el análisis de invariancia escalar eliminando tendencias, del inglés Detrended Fluctuation Analysis (DFA), se engloba dentro de la estabilometría fractal, es decir, estabilometría basada en la geometría fractal. La

geometría Euclídea presenta limitaciones a la hora de describir la naturaleza de la trayectoria del CdP. Un ejemplo de esta limitación se ha encontrado a la hora de medir la longitud de la trayectoria descrita por el movimiento del CdP. La longitud de esta trayectoria depende de la escala utilizada para medirla, Mandelbrot cita algunos ejemplos presentes en la naturaleza que poseen esta característica tales como el perímetro de las nubes o de las costas escarpadas, cuyo valor aumenta al disminuir el tamaño de la escala métrica utilizada (MANDELROT, 1997).

El análisis DFA es un método de análisis escalar que aporta un parámetro cuantitativo, el exponente escalar "alfa" ( $\alpha$ ), que representa las propiedades de correlación de la señal.

El método DFA fue introducido en 1994 por Peng y colaboradores (PENG, BULDYREV, HAVLIN, SIMONS, STANLEY, & GOLDBERGER, 1994). Dentro del campo de la fisiología humana, el método DFA ha sido aplicado fundamentalmente al estudio de electrocardiogramas (AGUILLI & GRIFFIN, 1995). Referido a la trayectoria del CdP este método calcula la distancia recorrida por el CdP entre pares de puntos separados un cierto intervalo de tiempo o escala temporal; este análisis se realiza en diferentes escalas temporales. Posteriormente se representa en escala logarítmica el valor de la escala temporal frente al valor del recorrido medio. Finalmente el valor de la pendiente de dicho gráfico, que recibe el nombre de exponente de correlación  $\alpha$ , aporta la información sobre las propiedades de la señal.

La señal estudiada es la serie compuesta por la posición del CdP en el tiempo, y constituye un movimiento fraccionario browniano (MFB) (MANDELROT, 1997). En función del valor de exponente  $\alpha$ , se distinguen tres tipos de comportamiento: correlación positiva y comportamiento persistente, si  $\alpha > 0.5$ , correlación negativa o anticorrelación y comportamiento antipersistente, si  $\alpha < 0.5$  y ausencia de correlación y MFB si  $\alpha = 0.5$ . La persistencia implica una tendencia a perseverar en la misma dirección: si un incremento aumenta con respecto al anterior, el



próximo también lo hará, y viceversa. La antipersistencia implica una tendencia a regresar constantemente al lugar de procedencia, y por tanto a difundirse más lentamente que sus homólogos brownianos, así si un incremento aumenta con respecto al anterior, es altamente probable que el siguiente decrezca.

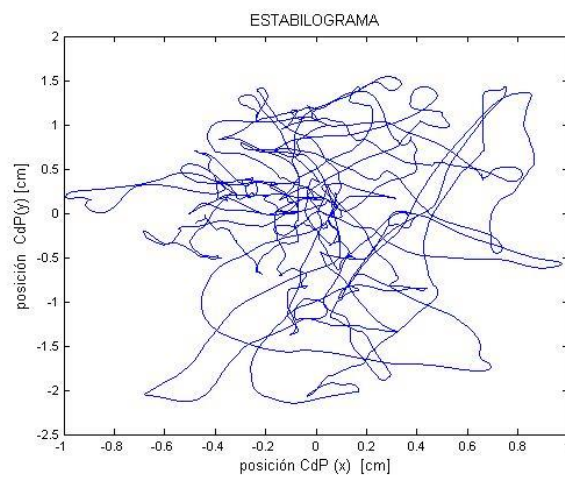
El método DFA, hasta donde hemos podido averiguar, ha sido aplicado a la trayectoria del CdP en tres ocasiones (DUARTE & ZATSOORKY, 2001) (DELIGNIÈRES, DESCHAMPS, LEGROS, & CAILLOU, 2003) (BLAZQUEZ, ANGUIANO, ARIAS DE SAAVEDRA, A.M., & P., 2009). Los resultados de estos trabajos muestran en la trayectoria del CdP dos tipos de comportamiento en función de la escala temporal utilizada: comportamiento persistente en las pequeñas escalas temporales y un comportamiento antipersistente en las grandes escalas temporales. La frontera entre estos dos tipos de comportamiento es del orden de escalas temporales de 1 segundo (s).

A este tipo de conclusión también llegaron Collins y De Luca (COLLINS & DE LUCA, 1994) realizando cálculos basados en la ecuación del MFB de Mandelbrot (MANDELROT, 1997), quienes propusieron la hipótesis de que el movimiento persistente en las escalas menores a 1 s, era debido a la presencia de lazos de control abiertos, es decir, el cuerpo registra la información pero no realiza ni ejecuta ninguna orden muscular, y que el movimiento antipersistente en las escalas superiores a 1 s, era debido a la presencia de lazos de control cerrados, que realizaban los ajustes posturales adecuados para que el cuerpo mantuviera el equilibrio. Blázquez y colaboradores proponen que en las pequeñas escalas son los reflejos musculares periféricos los encargados de mantener el equilibrio, que pueden ser comparados a lazos de control cerrados periféricos, ya que si realmente se tratara de lazos de control abiertos, el cuerpo, al no ejecutar ninguna orden muscular en intervalos menores a 1 s, se caería o desplomaría.

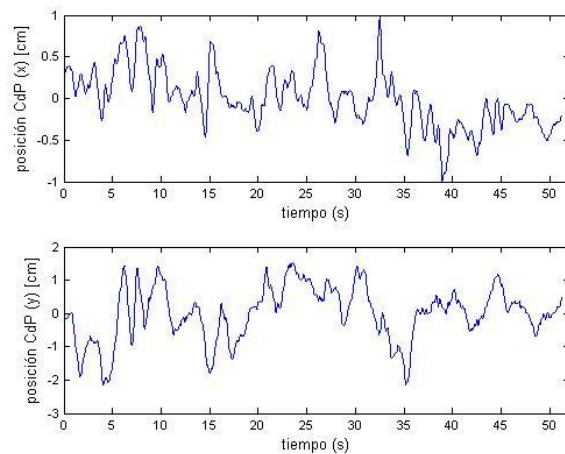
En nuestra investigación calcularemos el valor del exponente  $\alpha$  para diversos rangos de escalas temporales. La programación de todos los análisis de este trabajo se ha realizado utilizando el software Matlab 7.04 (ETER, 1998).

## - CAPÍTULO 3: RESULTADOS

Las series temporales de los datos extraídos se han descompuesto en dos señales, la que pertenece al movimiento lateral (eje X) y la que corresponde al movimiento antero-posterior (eje Y). Este proceso lo ilustran las siguientes figuras:



**Ilustración 4: Longitud y superficie descrita por el CdP**



**Ilustración 5: componente X e Y del estabiograma**

En los resultados obtenidos se ha utilizado el análisis DFA en cada una de las señales. El exponente de correlación  $\alpha$  se ha calculado para tres zonas temporales diferentes,  $t = 0,1$  s,  $t = 1$  s y  $t = 2$  s. Los resultados obtenidos se muestran en distintas gráficas en detrimento de tablas para facilitar su comprensión y análisis de los resultados obtenidos. La Fase A corresponde a las medidas al inicio de la investigación y la Fase B a las medidas finales después del tratamiento al G1.

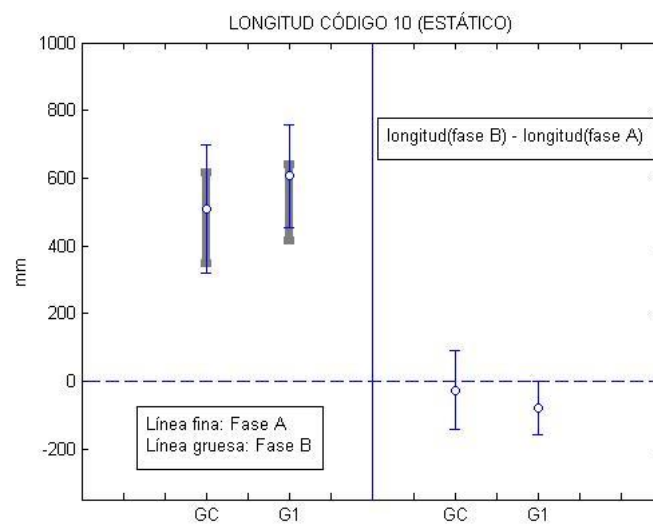


Ilustración 6: Longitud del CdP en condiciones estáticas y ojos abiertos

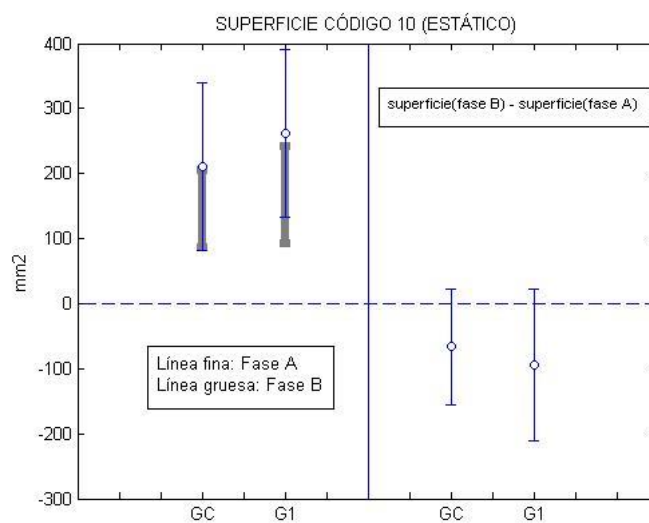


Ilustración 7: Superficie descrita por el CdP en condiciones estáticas y ojos abiertos

Los resultados muestran que existe solapamiento en entre el GC y el G1 tanto en la longitud recorrida por el CdP como en la superficie. La diferencia entre las dos fases muestra una menor distancia recorrida en la fase B del grupo C1 respecto a la fase A.

A.

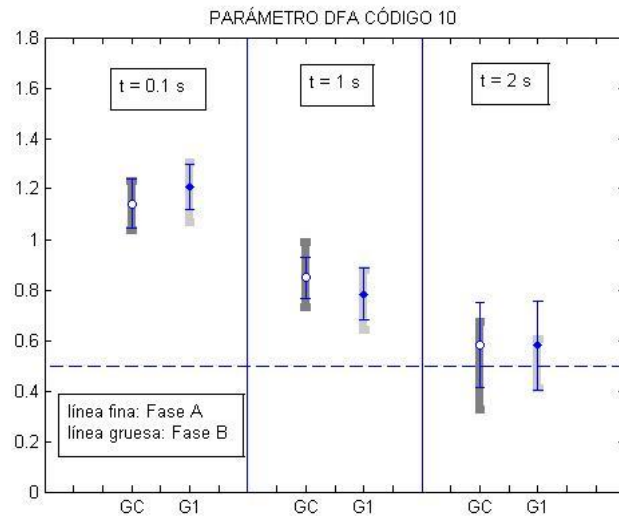


Ilustración 8: Valor del exponente de correlación "alfa" en condiciones estáticas y ojos abiertos para cada zona temporal

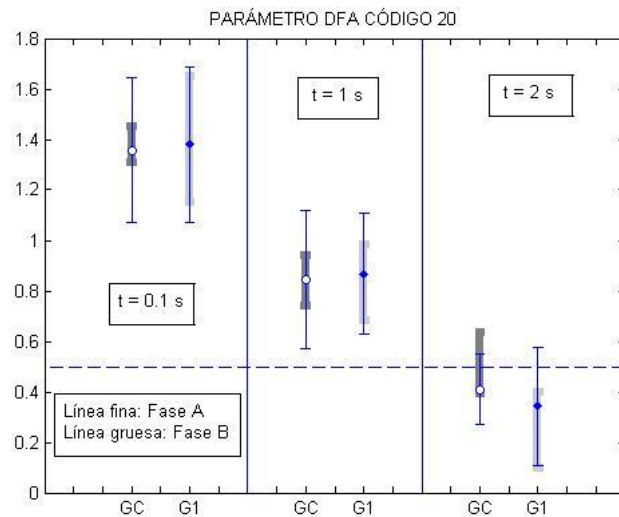
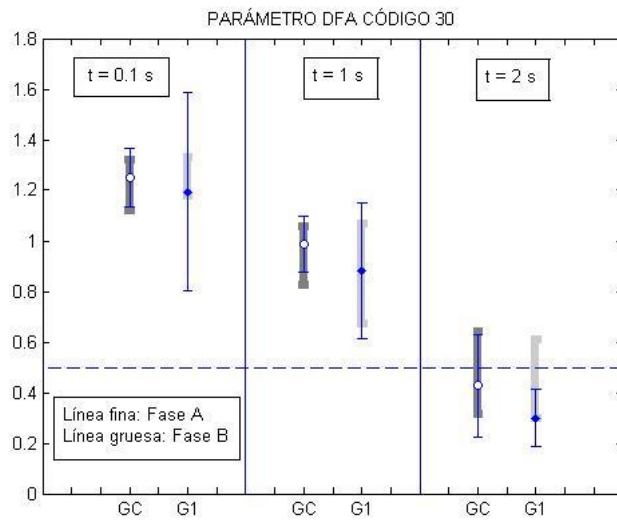
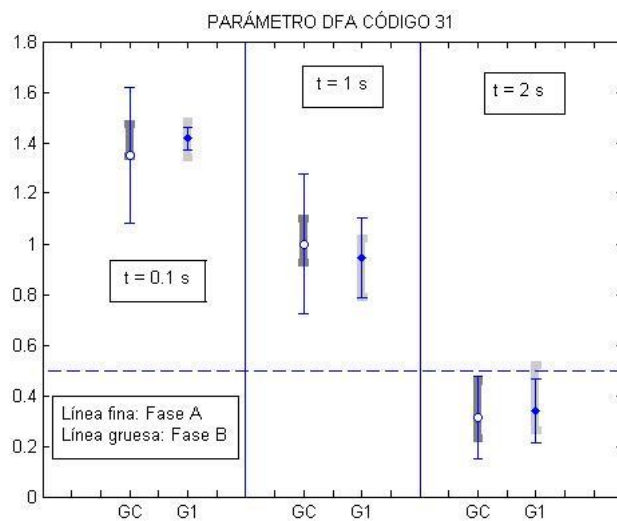


Ilustración 9: Valor del exponente de correlación "alfa" en condiciones dinámicas y ojos abiertos en el eje X para cada zona temporal



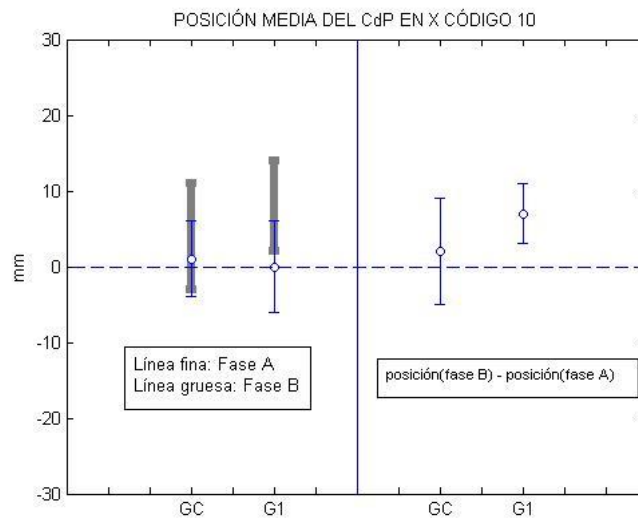
**Ilustración 10:** Valor del exponente de correlación "alfa" en condiciones dinámicas y ojos abiertos en el eje Y para cada zona temporal



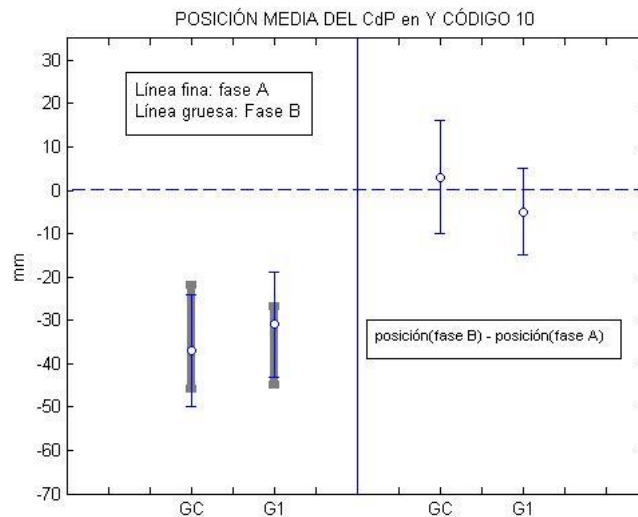
**Ilustración 11:** Valor del exponente de correlación "alfa" en condiciones dinámicas y ojos cerrados en el eje Y para cada zona temporal

Las ilustraciones de las gráficas anteriores muestran que existe solapamiento entre los resultados para el coeficiente de correlación  $\alpha$  en los C10, C20, C30 y C31. Los datos obtenidos indican que el menor solapamiento se observa para el C20 en la zona temporal con  $t=2s$ , en la fase B, es decir, después del tratamiento.

En cuanto al carácter persistente o antipersistente es posible observar que en situaciones estáticas (C10) se da un comportamiento persistente mientras que cuando las condiciones son dinámicas, se observa un comportamiento antipersistente a medida que aumenta  $t$ , siendo el comportamiento más antipersistente cuando  $t = 2s$ .



**Ilustración 12:** Resultado de la posición media del CdP en condiciones estáticas y ojos abiertos en el eje X. Se muestra el resultado de la diferencia entre los valores de las distintas fases



**Ilustración 13:** Resultado de la posición media del CdP en condiciones estáticas y ojos abiertos en el eje Y. Se muestra el resultado de la diferencia entre los valores de las distintas fases

El movimiento antero-posterior y lateral no nos aporta resultados concluyentes pues los resultados muestran solapamiento entre el GC y el G1 en ambas fases.

## - CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN

El análisis de los resultados obtenidos muestra que no existen diferencias significativas entre los datos del GC y G1 antes y después del tratamiento pues se solapan estos resultados.

En un análisis más específico, se puede hablar de un discreto efecto positivo del tratamiento en el grupo G1 (es ligeramente menor en éste después del tratamiento comparada con el GC) si observamos la tendencia de los datos en la longitud y superficie recorrida, así como en la posición media del CdP en el eje Y (movimiento antero-posterior)

La tendencia de los valores de  $\alpha$  también es ligeramente menor en el G1 en todos los casos analizados cuando aumenta  $t$ , que puede indicar una muy discreta mejoría del SCP.

Los estudios realizados sobre el comportamiento del CdP, Collins & De Luca, Duarte & Zatsiorsky, Blázquez y colaboradores, Maze, confirman la naturaleza multifractal de la trayectoria del CdP, es decir, los valores que presenta  $\alpha$ , son diferentes en función de la escala estudiada. A nivel fisiológico se traduce en que a escalas pequeñas de tiempo, el comportamiento persistente indica que el SCP recibe información pero no actúa (COLLINS & DE LUCA, 1994). Aunque los estudios de Blázquez y colaboradores concluyen que el sistema sí actúa, pero sólo a nivel medular y ponen como ejemplo los reflejos.



## - CONCLUSIÓN

En la investigación se ha utilizado el análisis DFA para analizar los movimientos del CdP de jugadores de fútbol sometidos a un tratamiento osteopático (G1) mediante una NAG y otro grupo de jugadores (GC) que no recibió ningún tratamiento. El grupo estaba compuesto por 18 jugadores para el G1 y de 22 para el GC.

Los resultados obtenidos no muestran diferencias estadísticas significativas entre el G1 y el GC. Existe una tendencia a la disminución en la longitud y superficie descrita por el centro de presión que indica una disminución de la oscilación del futbolista entre el inicio y el final del tratamiento.

## - BIBLIOGRAFÍA

- AGUILLI, A., & GRIFFIN, M. (1995). Scaling and ordering of neonatal heart rate variability. *Phys. Rev. Lett.* , vol 74 pp 1254-1257.
- BABINSKY, J. (1899). De l'asynergie cérébelleuse. *Rev Neurol* , T. VII (22), 806-816.
- BARON, J. B. (1963). Présentation d'un appareil pour mettre en évidence les déplacements du centre de gravité du corps dans le polygone de sustentation, Extrait des Archives des Maladies Professionnelles.
- BLAZQUEZ, M. (2011). *Caracterización estabilométrica del Sistema de Control Postural humano*. . Tesis doctoral del departamento de física atómica, molecular y nuclear, UNIVERSIDAD DE GRANADA, GRANADA.
- BLAZQUEZ, M., ANGUIANO, M., ARIAS DE SAAVEDRA, F., A.M., L., & P., C. (2009). Study of the human postural control system during quiet standing using detrended fluctuation analysis. *Physica A* , vol 388, pp 1857-1866.
- BRICOT, B. (2008). Postura normal y posturas patológicas. (<http://www.ub.edu/revistaipp>, Ed.) *Revista del Instituto de Posturología y Podoposturología* (2).
- CECCALDI A., FAVRE J. (2004). *L'homme debout, au repos et en déplacement*. PARÍS.
- CECCALDI A., FAVRE J. (1986). *Les pivots osteopathiques*. PARÍS.
- COLLINS, J., & DE LUCA, C. (1994). Random walking during quiet standing. *Phys. Rev. Lett.* , vol 73 pp 764-767.
- DELIGNIÈRES, D., DESCHAMPS, T., LEGROS, A., & CAILLOU, N. (2003). A methodological note on non-linear time series analysis: Is Collins and De Luca (1993)'s open and close-loop model a statistical artifact? *J. of Motor Behavior* 35 , pp.86-96.
- DESPOPOULOS A., SILBERGNAGL S. (2001). *Atlas de Fisiología de bolsillo*. MADRID: Harcourt.
- DUARTE, M., & ZATSOORKY, V. (2001). Long-range correlations in human standing. *Phys.Letter A* 283 , pp.124-128.
- DUMMER, T. (1999). *A textbook of osteopathy* (1 ed., Vol. I). JoTom Publications.
- ETER, D. (1998). *Solución de problemas de ingeniería con Matlab*. Méjico: Prentice Hall.
- FUKUDA, T. (1959). *The stepping test. Two phases of the labyrinthine feflex*. Acta Otolaryngol, STOCKH.

- GAGEY P.M., W. B. (2001). *Posturología: regulación y alteraciones de la bipedestación*. BARCELONA: Masson.
- GURFINKEL, V. (1973). Physical foundations of stabilography. *Revue Agressologie* (14), 9-14.
- HELSINKI. (2000). *Declaration of 1964 as revised in 2000*. helsinki: [www.wma.net/e/policy/b3.htm](http://www.wma.net/e/policy/b3.htm).
- IVF, I. d. (1980). *La vision et l'enfant*. PARÍS.
- KENDALL H.O., W. G. (1971). *Les muscles. Bilan et étude fonctionnelle*. Maloine, PARÍS.
- LATASH, M. (2002). *Bases Neurophysiologiques du mouvement*. Bruxelles: De Boeck.
- MANDELBROT, B. (1997). *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona: Tusquets.
- MAZE, F. (2009). *La adaptación al estado de bipedestación: evaluación del Sistema de Control Postural humano en poblaciones de diferentes edades*. Tesina de Antropología Física y Forense, UNIVERSIDAD DE GRANADA, GRANADA.
- NETTER, F. H. (2000). *Atlas de Anatomía Humana*. CANADA: Masson.
- NEWELL, K. S. (1997). Stochastic processes in postural center of pressure profiles. *Exp. Brain Res* (113), 154-168.
- NORMES, 85. (1985). *Association Française de Posturologie*. 12, Avenue Corbéra, 75012, PARÍS.
- PARSONS J., MARCER N. (2007). *Osteopatía, modelos de diagnóstico y tratamiento*. MADRID: Elsevier.
- PENG, C.-K., BULDYREV, S., HAVLIN, S., SIMONS, M., STANLEY, H., & GOLDBERGER, A. (1994). Mosaic organization of DNA nucleotides. *Phys.Rev.E* 49 , pp.1685-1689.
- ROLL J.P., ROLL R. (1987). La proprioception extra oculaire comme élément de référence posturale et de lecture spatiale des donnés rétinienes. *Agressologie* (28), 905-912.
- THIBODEAU G.A., PATTON K.T. (2007). *Anatomía y Fisiología*. MADRID: Elsevier Mosby.
- TROPP H., E. J. (1984). Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med. Sci. Exercise* (16), 64-66.
- VIERORDT, K. (1864). *Grundzüge der Physiologie des Menschen*. Berlín.

## - ANEXOS

- ANEXO 1\_ Normalización Articular Global
- ANEXO 2\_ Examen corporal y morfoestático
- ANEXO 3\_ Consentimiento informado

## **ANEXO 1**

La Normalización Articular Global consiste en un tratamiento articular con el fin de normalizar cada sector de la columna vertebral para recuperar una homeostasia correcta del cuerpo del futbolista. Se realiza en un conjunto de 20 maniobras dispuesta en un orden preciso para aumentar su eficacia.

### **1. Presión torácica alta: en posición decúbito dorsal.**

El terapeuta se sitúa a la cabeza del sujeto. Apoyamos nuestras eminencias tenarias sobre las zonas subclaviculares, con los pulgares en contacto con las articulaciones esterno-costales altas. El terapeuta guardando sus codos estirados, va a transferir su peso hasta la vertical de sus apoyos torácicos altos. La presión se hace la expiración del sujeto y se relaja en el tiempo inspiratorio.

### **2. Acción ortosimpática desde la segunda dorsal hasta la segunda lumbar (D2L2): en posición procúbito, la cabeza girada del lado del terapeuta.**

El terapeuta se sitúa del lado opuesto que queremos tratar y perpendicular al sujeto. El terapeuta pone su eminencia tenaria sobre los ángulos costales situados por fuera de las masas musculares espinales. Vamos a realizar de nuevo un transfer del nuestro peso y no una presión de nuestra mano. Realizamos 3 veces este ejercicio, en cada zona dorsal. El brazo del terapeuta es de nuevo estirado, con el codo recto, y nos dirigimos hacia la cabeza hasta la segunda vértebra dorsal y después hacia la segunda lumbar cambiando la mano de apoyo. El pulgar indicando el sentido de la maniobra a realizar. Como la primera maniobra, se hace con el ritmo respiratorio: presionamos en expiración y relajamos el apoyo en inspiración.

### **3. Hemipelvis derecho: en decúbito.**

El terapeuta se sienta en la camilla de tratamiento, su cadera al contacto de la cadera del sujeto. Cogemos con la mano derecha el muslo doblado con una flexión total de la rodilla derecha. Imprimimos una circumducción al miembro inferior

derecho, con punto de rotación en la cadera derecha del sujeto. Asociamos una rotación femoral al movimiento anterior. El muslo va a describir un movimiento ancho en el espacio en el sentido anti horario para ir en contra del “vrillage” fisiológico de la pelvis. En el mismo tiempo nuestra mano izquierda controla la localización del movimiento a nivel de la articulación sacroiliaca derecha y de las apófisis transversas de las vertebrae lumbares derechas.

#### **4. Hemiescapular derecho: en decúbito.**

El terapeuta se sitúa a la derecha del sujeto. Se toma el miembro superior derecho haciendo una extensión del codo con nuestra mano derecha. Nuestra mano izquierda controla el hombro derecho del futbolista. El movimiento que se realiza es una tracción-repulsión, asociado a una circumducción en el espacio del miembro superior sobre la parte torácica y escapular derecha del sujeto. El punto de apoyo al suelo del terapeuta es su pie derecho, lo más cerca posible de la vertical que tenemos que tratar. Los ángulos de posicionamiento del brazo de palanca se hacen en el plano horizontal desde 30º, hasta 90º y 120º.

#### **5. Hemiescapular izquierdo: en decúbito.**

Realizamos la misma maniobra descrita para el hombro derecho invirtiendo los parámetros izquierdo y derecho.

#### **6. Hemipelvis izquierdo: en decúbito.**

Realizamos la misma maniobra descrita para la pelvis a la derecha invirtiendo los parámetros izquierdo y derecho. Aquí la maniobra del muslo izquierdo se hace en el sentido horario esta vez.

#### **7. Recrear la lordosis cervical: en decúbito.**

Queremos restablecer la lordosis fisiológica del sujeto. El terapeuta se sitúa a la cabeza del sujeto. Con nuestros terceros y cuartos dedos de cada mano, cogemos las cervicales medias del futbolista. El movimiento movilizador se divide en cuatro fases:

- Tracción hacia arriba hasta despegar la cabeza del sujeto del plano de la camilla. Se dice que la cabeza flota. No tiene ningún apoyo occipital.
- Tracción hacia atrás hasta obtener una tensión importante de la cabeza sin provocar dolor. Seguimos sin apoyo occipital en la camilla.
- Relajamiento de la tracción anterior. Sin apoyo occipital en la camilla todavía.
- Reposar la cabeza del futbolista en la camilla.

Se realiza esta técnica 3 veces.

### **8. Acción específica sobre la región occipito-cervical (Occ-C1-C2): en decúbito.**

El terapeuta esta a la cabeza del sujeto. Cogemos apoyo con las pulpas de los dedos medios de las dos manos (terceros y cuartos) sobre la parte occipital de la nuca del futbolista, entre las inserciones de los músculos esterno-cleido-mastoideos. El terapeuta con sus 2 antebrazos apoyados en la camilla, los brazos a la vertical de los codos, y estos en aducción forzada sobre el tórax, la cabeza en máxima flexión. La manos nuestras están en apoyo cubital, el metacarpo inclinado a 45º sobre la muñeca y los dedos que van a movilizar están a 90º sobre el metacarpo puesto en rigidez de forma activa. El movimiento consiste en una flexión firme y suave a la vez, de los dedos movilizadores y en segunda intención relajamos esta acción. El movimiento es mínimo (2mm).

### **9. Control del pivote esternoclavicular (EC): en decúbito.**

El terapeuta se sitúa a la derecha del sujeto, a la altura de su cintura escapular. Se recoge el miembro superior del futbolista con el codo estirado. Se realiza una elevación vertical del brazo, asociado al control manual de nuestra mano derecha sobre las diferentes articulaciones esterno-costales altas y esterno-claviculares.

Se realiza lo mismo en la otra cintura escapular (izquierda) invirtiendo los parámetros.

### **10. Rolling Technic a la izquierda: en procubito.**

La cabeza del sujeto está girada del lado opuesto donde estamos trabajando. El terapeuta se sitúa perpendicular a la pelvis del sujeto, a su izquierda. Fijamos la articulación coxofemoral del mismo lado con una rotación externa de la cadera gracias al brazo de palanca realizado por la rodilla (pierna a 90º en relación con el muslo). La rotación externa se hace hasta que el movimiento levante el complejo de los glúteos del lado opuesto. La maniobra movilizadora consiste para el terapeuta de imponer con su mano izquierda una serie de impulsos a diferentes niveles entre la charnela dorsolumbar y el tercio superior del muslo izquierdo. Este ejercicio relaja eficazmente la zona dorsolumbar, la hemipelvis de este lado y la articulación de la cadera izquierda.

### **11. Four Joints Technic a la izquierda: en procubito.**

Con esta técnica vamos a movilizar cuatro articulaciones: subastragalina, tibiotarsiana, rodilla y la coxofemoral. El terapeuta se sitúa a la izquierda del sujeto. Cogemos en nuestra mano derecha el pie del futbolista a nivel del mediotarso, controlando con un apoyo proximal del pulgar la región cuboidea y con un apoyo distal el centro de la planta del pie. El movimiento va a describir un cono donde la cima está en la rodilla. El efecto rotatorio necesario, provoca a la vez una movilización del pie sobre sus ejes funcionales, un apoyo rotatorio tangente del plato tibial sobre los cóndilos femorales y una rotación asociado del fémur sobre la articulación coxofemoral correspondiente.

### **12. Hemitorax izquierdo: en procubito.**

Instalamos el sujeto con la cabeza girada del mismo lado que vamos a tratar, en ese caso hacia a la izquierda. El terapeuta coge el brazo izquierdo del futbolista por debajo de la axila, dejando colgar el codo a 90º. Nuestra mano izquierda reposa sobre el hombro izquierdo del sujeto. El movimiento movilizador consiste en una circumducción del hombro y a la vez con nuestra mano derecha palpatoria cogemos apoyos sucesivos sobre las apófisis transversas opuestas de las vertebrales cervicales



bajas y las dorsales, así como las articulaciones costovertebrales correspondientes. Estos apoyos sucesivos están asociados a la movilización del brazo izquierdo del sujeto, poniendo el brazo hacia delante o atrás, en función de la necesidad funcional.

**13. Rolling Technic a la derecha: en procubito.**

Invertir los parámetros utilizado en la técnica descrita en el apartado 10.

**14. Four Joints Technic a la derecha: en procubito.**

Invertir los parámetros utilizado en la técnica descrita en el apartado 11.

**15. Hemitorax derecho: en procubito.**

Invertir los parámetros utilizado en la técnica descrita en el apartado 12.

**16. Bascula del sacro: en procubito.**

La maniobra consiste en movilizar el sacro. El terapeuta se sitúa del mismo lado que su mano movilizadora. Con la mano elegida, tomamos contacto con la punta del sacro del sujeto entre las eminencias tenarias y hipotenarias. El movimiento se realiza poniendo el peso del terapeuta hasta la vertical del apoyo sacro, para así pivotar el sacro sobre uno de sus ejes transversales. El relajamiento se opera quitando el peso del terapeuta. Cuidaremos de no apoyar sobre la charnela lumbosacra.

**17. Gran maniobra: en decúbito.**

El terapeuta se instala a los pies del sujeto. Cogemos la articulación tibiotarsiana con una toma bimanual. Utilizamos el miembro inferior rígido para imprimir un movimiento de va y viene según el eje longitudinal del cuerpo del sujeto. Este movimiento transmite del pie hasta la región occipital una fuerza de compresión y de tracción que nos permite evaluar una gran parte de las estructuras articuladas del cuerpo humano con una fuerza suficiente para solicitar el conjunto. Podemos solicitar diferente parte de la columna vertebral en función de la orientación que

imprimimos a la fuerza de compresión-tracción. Si alejamos el miembro inferior del sujeto del cuerpo la fuerza se realiza más en las lumbares y si acercamos la pierna al eje vertebral la fuerza se realiza más en las regiones cervicales altas. Esta maniobra nos servirá de diagnóstico diferencial posicional para mejorar nuestro tratamiento articular del futbolista.

### **18. Gran maniobra: en procubito.**

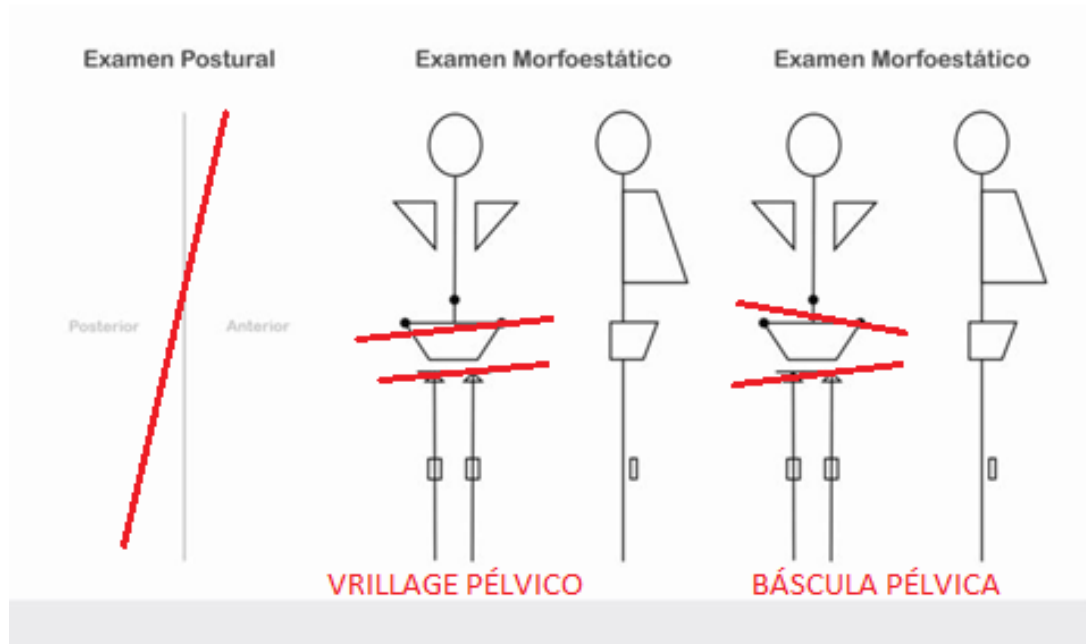
En esta posición tenemos que situar la cabeza del sujeto del lado opuesto a la pierna que vamos a movilizar. Vamos a ejercer la misma fuerza de presión-tracción para descomprimir las zonas sometidas a demasiada presión. Esta vez, las puestas en tensión sucesivas se van a poder visualizar en las curvas lumbares a cada empuje o tracción realizados.

### **19 y 20. Maniobras sentadas:**

El sujeto está sentado los brazos cruzados atrapando sus hombros con las manos. El terapeuta se sitúa atrás del futbolista abrazándole. La cabeza del sujeto está en flexión relajándose. La maniobra consiste en realizar primero una flexión global del cuerpo del futbolista y seguido de una extensión máxima. Estas técnicas se deben hacer sin movimientos bruscos, buscando la descompresión global de la columna vertebral.

## ANEXO 2

### EXAMEN MORFOESTÁTICO Y OSTEODINÁMICO



### ANEXO 3

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Adolfo Marco Arribas, Osteópata (C.O.), va a realizar una investigación sobre prevención de lesiones en el fútbol relacionada con un trabajo de doctorado en Ciencias del Deporte en la Universidad de Granada, por parte del Fisioterapeuta y Osteópata (D.O.) Frank Maze.

Tu participación consistirá en subir sobre una plataforma de estabilometría para objetivar tus parámetros de equilibrio y contestar a unos cuestionarios.

Tanto los datos personales que te solicitaremos como tus respuestas a los cuestionarios, serán tratados con **total confidencialidad**, garantizando todas las normas éticas y deontológicas propias de la investigación clínica.

Tu participación es completamente **voluntaria** por lo que podrás retirarse del estudio cuando lo desees.

Yo, \_\_\_\_\_ con D.N.I número \_\_\_\_\_ después de leer este documento y una vez informado sobre los detalles de esta investigación, **DOY MI CONSENTIMIENTO** para participar en la investigación que aquí se explica, en la que se tomarán fotos y videos de mi gesto deportivo, así como para que, siguiendo el protocolo científico, los datos obtenidos en este estudio sean analizados y publicados si resultan de interés para la comunidad científica y social.

La presente aceptación para participar en la investigación la realizo en nombre del menor de edad .....de quien soy responsable legal con plenos derechos y deberes sobre el mismo, en calidad de ..... (padre/madre/tutor), lo que acredito documentalmente con exhibición del ..... (indicar documento) y por considerar que resulta beneficioso para él.

En Cuenca, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012

Firma: \_\_\_\_\_