



La génesis de las rotaciones gimnásticas (I)

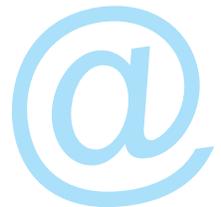
Dr. D. Francisco Sáez Pastor

Universidad de Vigo

Dra. Dña. Águeda Gutiérrez Sánchez

Universidad de Vigo


DIRECCIÓN DE CONTACTO.
fsaezp@uvigo.es



«Fecha de recepción: 9 de diciembre de 2007. Fecha de aceptación: 20 de diciembre de 2007»

RESUMEN

Este artículo trata las rotaciones gimnásticas de manera global, incluyendo todas las posibilidades de movimientos en los que se efectúan giros y volteos. Se establece una clasificación general y un análisis dinámico de cada una de ellas; se argumenta y justifica cada forma de rotación, según su origen biomecánico. Es decir, estos movimientos no surgen de manera espontánea, sólo con la mera voluntad de los gimnastas, sino que, además de ésta, es preciso que generen unos gestos técnicos que respondan a principios biomecánicos para producirlas.

Palabras clave: Volteo, Giro, Eje de rotación, Impulso, Momento.

ABSTRACT

This article explains gymnastic rotations on a general way, including all movements possibilities in which spin and swing are performed. A general classification and a dynamic analysis of each one of them are established; each kind of rotation is demonstrated and justified depending on its Biomechanical origin. These movements can not be performed spontaneously, only at gymnasts will, but technical gestures that respond to Biomechanical principles must also be generated.

Key words: Swinging, Spining, Axis rotation, Impulse, Moment.

INTRODUCCIÓN.

Podemos asegurar que la inmensa mayoría de acciones gimnásticas, entre la gran variedad de movimientos que se ejecutan en el ámbito gimnástico de las modalidades de Gimnasia Artística y Trampolín, son rotaciones.

Este trabajo clasifica y analiza los diferentes tipos de rotaciones gimnásticas, así como sus causas.

Diferentes autores han tratado cuestiones referentes a las rotaciones de manera específica, pero ningún trabajo ha afrontado la cuestión de una manera global. Con este artículo pretendemos establecer, por tanto, una panorámica general de las rotaciones gimnásticas en la que se incluyan todas las posibilidades y su génesis. Destacamos las aportaciones de Donskoi y Zatsiorski (1988), Manoni (1993), Smolevskiy y Gaverdovskiy (1996), Smith (1984) y Frohlich, C. (1980).

Con el análisis de las técnicas de cada tipo de rotación, se establece una clasificación general de las diferentes maneras de ejecución. Al hacer el estudio de todas sus formas, se aclaran las técnicas de las piruetas, tratadas de manera un tanto esotérica en la literatura especializada; también se descubre una nueva técnica de rotación libre, no detectada en las publicaciones especializadas, como son los volteos libres por transferencia total de cantidad de movimiento a momento cinético.

En general, se ofrece una panorámica global de todas las formas de rotación gimnástica, con el análisis de origen dinámico. Se establecen dos grandes grupos clasificatorios de las rotaciones gimnásticas: aquellas que se generan con impulso en un objeto sólido: suelo o aparato gimnástico, y aquellas otras que se generan ya en vuelo, sin que influyan impulsos previos. Por su extensión, este artículo lo dividiremos en dos partes

Los movimientos de rotación, tan frecuentes en la gimnasia, pueden ser de diversa naturaleza, si tenemos en cuenta el eje sobre el que se efectúa el movimiento o la característica dinámica que lo produce.

1. CLASIFICACIÓN DE LAS ROTACIONES GIMNÁSTICAS

Las rotaciones que se realizan globalmente en la gimnasia pueden ser con eje libre o con eje fijo. Las rotaciones con eje fijo pueden realizarse con agarre exclusivo de manos o efectuarse con apoyo de diversas partes del cuerpo. Las rotaciones con eje libre pueden realizarse sobre cualquiera de los tres ejes anatómicos internos: lateral, antero-posterior o longitudinal; también pueden simultanearse dos, o los

tres ejes. Los movimientos se consideran entonces complejos Donskoi y Zatsoirski (1988).

Las rotaciones gimnásticas realizadas con eje libre sobre alguno de los dos primeros ejes internos, lateral o antero-posterior, son volteos y las realizadas sobre el eje longitudinal, giros. Cuando los volteos se producen con fase de vuelo y sobre los dos primeros ejes, con una rotación mínima de 180°, los saltos se consideran acrobáticos (Sáez Pastor, 2003). Cuando interviene, también, de manera simultánea, el eje longitudinal, los elementos gimnásticos se denominan piruetas en el ámbito gimnástico de la gimnasia artística.

Así mismo, las rotaciones con eje libre pueden generarse tanto en la fase de impulso como en la fase de vuelo.

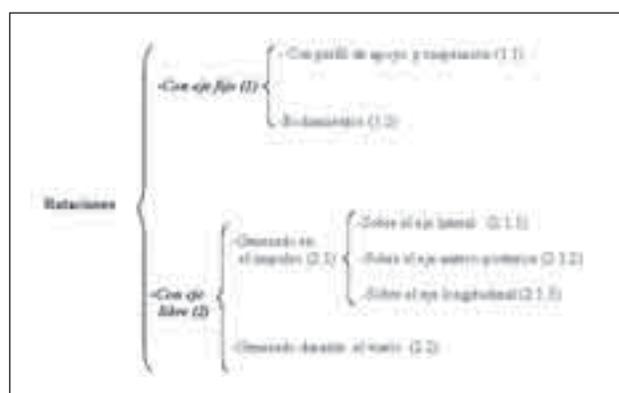


Tabla 1. Rotaciones gimnásticas

1.1. Rotaciones con eje fijo

Encontramos en el ámbito gimnástico dos tipos diferentes de rotaciones con eje fijo, dependiendo de las partes del cuerpo en contacto con el aparato. Distinguiremos si este contacto se produce: a) exclusivamente con las manos, en apoyo o suspensión, b) o si existen otras partes del cuerpo en contacto con el aparato, caso de volteos sobre superficies estables (como el practicable de suelo o la barra de equilibrios).

- Las rotaciones ejecutadas exclusivamente con las manos presentan dos perfiles diferentes: a) pueden efectuarse exclusivamente en apoyo (caso del caballo con arcos), o b) con perfil de apoyo y suspensión (caso de anillas, barra fija, paralelas barras y paralelas asimétricas).
- Los volteos realizados sobre superficies estables apoyan de manera sucesiva diferentes partes corporales; ejemplo son las volteretas con apoyo de manos, de toda la espalda y de los pies. Son considerados rodamientos (Manoni, 1993).

1.1.1. Rotaciones con eje fijo en aparatos con agarre exclusivo de manos

Las rotaciones con eje fijo, tanto en apoyo como en suspensión, son los movimientos más frecuentes en los aparatos gimnásticos con agarre exclusivo de manos; los más abundantes son los efectuados en aparatos con perfil de apoyo y suspensión (barra fija, barras paralelas, anillas y paralelas asimétricas).

Distinguiremos dos formas de rotación en apoyo de manos:

- a) Aquellas que se producen en eje longitudinal (giros); son propias de las barras paralelas, de la barra fija y del caballo con arcos, principalmente.

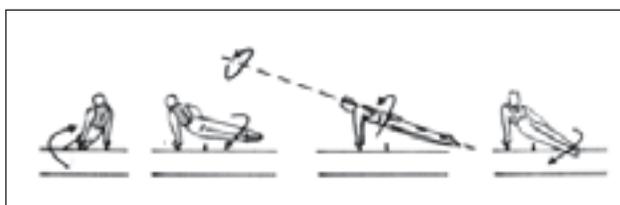


Figura 1. Píivot en caballo con arcos: se produce giro (Sáez Pastor, 2003)

- b) Aquellas que se producen en eje lateral por efecto de los balanceos, tanto en apoyo como en suspensión; el eje se sitúa en las manos; pueden producir volteos.

De manera genérica, diremos que las rotaciones con eje fijo son balanceos y responden al principio del movimiento del péndulo (Smith, 1984). Se producen por efecto de un momento de rotación, cuando el cuerpo ha sido desplazado de la posición de reposo o equilibrio estable.

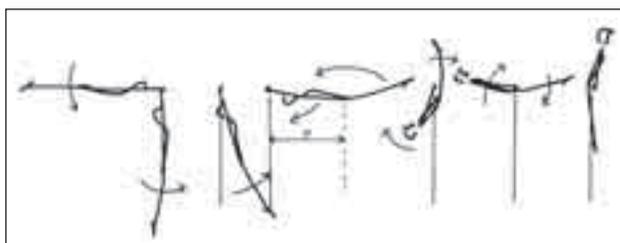


Figura 2. Dominación de báscula. Ejemplo de rotación con el CDG acercándose al eje fijo.

El eje de rotación se sitúa en la zona de agarre del gimnasta con el aparato. Sabemos que el momento de rotación, D , es el producto de la fuerza aplicada, F –en este caso, la fuerza de gravedad–, por la distancia del CDG del gimnasta al eje de rotación, r , y por el seno, μ , del ángulo que forman.

Las rotaciones con el CDG alejado del eje fijo pertenecen a los grandes balanceos –adelante o atrás– con el cuerpo extendido, propias de los aparatos con perfil de suspensión. Las rotaciones con el CDG cerca del eje de rotación pertenecen a las básculas y las ballestas; en las primeras, el CDG se acerca al eje, según progresa el movimiento (figura 2), mientras que en las segundas sucede al contrario, el CDG se aleja: quinta en barra (figura 3). En ambos casos, las rotaciones pueden producir volteos, con fase de apoyo y de suspensión.

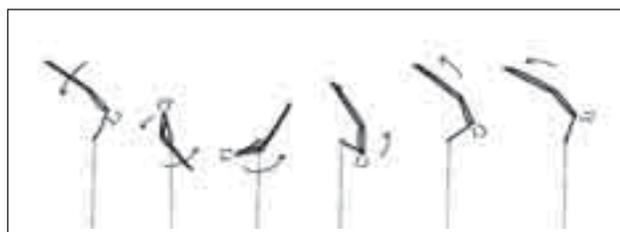


Figura 3. Dominación de ballesta. Ejemplo de rotación con el CDG alejándose del eje fijo

1.1.2. Rotaciones con eje fijo y apoyos diversos

Existe otra forma de rotación gimnástica; aquella que se produce en apoyo y presenta dos ejes de rotación simultáneo: uno en su CDG y otro periférico instantáneo. Son los rodamientos. A este grupo pertenecen todos los elementos de rotación de la prueba de suelo sin fase de vuelo, como son las ruedas y volteretas; y otros con fase de vuelo y apoyo intermedio, como las palomas y los flic-flac. Responden al principio cicloidal (Manoni, 1993).

En el principio cicloidal, el eje de rotación, que pasa por el CDG, describe una trayectoria lineal, pero cada punto periférico de la circunferencia describe un arco cuando se desplaza; produce una rotación en cada uno de los 360 puntos de la circunferencia, a medida que están en contacto con el suelo o superficie estable durante el volteo. El cuerpo efectúa una rotación periférica instantánea.

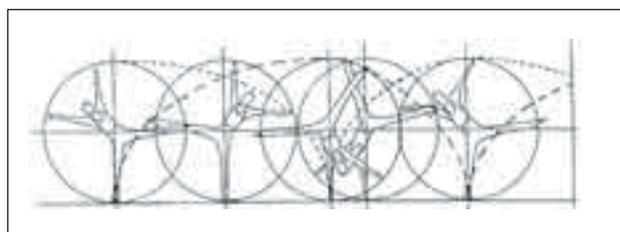


Figura 3. Ilustración del principio cicloidal: rueda (Sáez Pastor, 2003)

Los elementos gimnásticos catalogados como rodamientos, que se ajustan al principio cicloidal, responden a las siguientes características:

- a) No necesitan un impulso previo para producir los volteos, puesto que éstos se producen por desequilibrio; esto es, por desplazamiento del CDG, aunque pueden ejecutarse también con impulso.
- b) La fuerza que genera el volteo es un par de fuerzas, establecido entre el peso del gimnasta y la fuerza de gravedad; ambos factores actúan en puntos de diferente verticalidad y en sentidos opuestos, como puede apreciarse en la figura 5.
- c) Se aplica a todos los volteos sin fase de vuelo (volteretas y ruedas), así como a los saltos acrobáticos con apoyo intermedio que responden al principio cicloidal, como el flic-flac atrás.

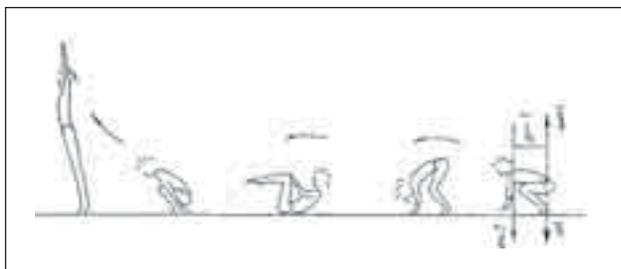


Figura 5. Voltereta adelante; el desplazamiento adelante del gimnasta le desequilibra y genera el volteo (Sáez Pastor, 2003)

1.2. Rotaciones con eje libre

Las rotaciones gimnásticas que se realizan con eje libre se producen en fase de vuelo; pueden generarse en el instante del impulso o durante el vuelo. Cada tipo de rotación tiene una génesis diferente. Dependiendo del eje corporal sobre el cual se produzca la rotación, tendremos un volteo o un giro.

En la figura 6 establecemos los tres ejes internos básicos. Estos ejes, al ser internos, siempre permanecen igual, independientemente de la orientación que adopte el gimnasta. Solamente podrán desplazarse dependiendo de su postura.

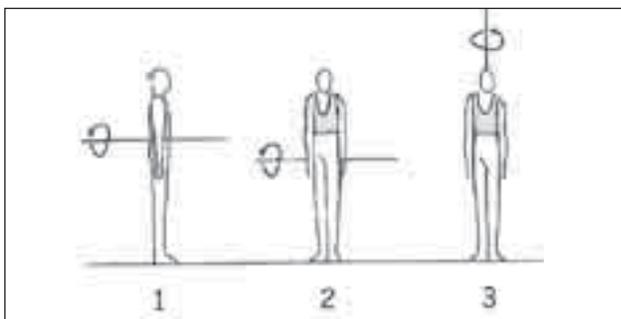


Figura 6. Los ejes internos básicos (Sáez Pastor, 2003)

EJE	TIPO DE ROTACIÓN
Sobre el eje lateral	Volteos adelante y atrás
Sobre el eje antero-posterior	Volteos laterales
Sobre el eje longitudinal	Giros
Sobre los tres ejes	Piruetas

Tabla 2. Rotaciones libres

1.2.1. Rotaciones libres generadas en el impulso

Las rotaciones con fase de vuelo, o libres, se generan en su mayor parte en la fase de impulso, previa a la iniciación del vuelo. El agente motriz que produce dichas rotaciones en la característica dinámica denominada momento de rotación. Su símbolo es D. Es igual a la fuerza, F, aplicada durante la fase de impulso, multiplicada por el radio de rotación ($D = r \times F$ Newton . metros).

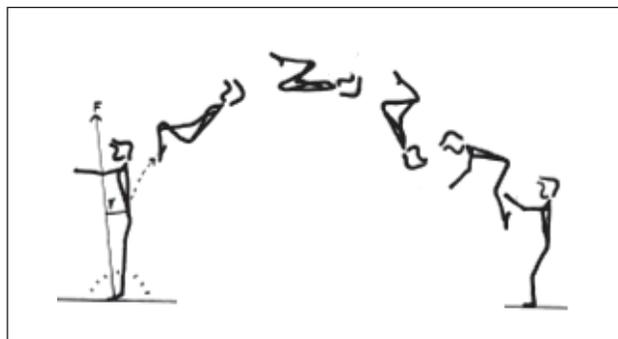


Figura 7. Ilustración de la línea de acción de la fuerza y del radio de rotación; también, su posterior trayectoria en un volteo libre atrás

Dicho de otra manera, si la línea de acción de la fuerza aplicada en el impulso pasa por un lugar diferente al CDG, se producirá una rotación. La distancia entre la línea de acción de la fuerza y el CDG es el radio de rotación (Smith, 1984). La fuerza generada en la batida en un salto de volteo libre se transmite a todo el cuerpo; pero nosotros la situaremos en su CDG.

1.2.1.1. Rotaciones libres sobre el eje lateral

Estas rotaciones producen volteos libres adelante o atrás; estos volteos pertenecen a grupos estructurales diferentes. A su vez, dependiendo del medio donde se produzcan tendrán una génesis diferente. Estos medios pueden ser superficies de apoyo o aparatos con perfil de suspensión.

A. Volteos libres con impulso en apoyo de pies

Los volteos generados con impulso de pies crean un momento, en que la fuerza que origina dicho momento de rotación es la reacción de la propia batida (figura 7). Dependiendo de ésta y del radio de rotación, el volteo será más o menos fácil de ejecutar. Los volteos pueden producirse también cuando el último apoyo es de manos. Pueden ser tanto en apoyo como en suspensión.

Los volteos generados con el apoyo de las manos suelen ser volteos cuya rotación se ha generado con apoyo de pies y se produce un apoyo intermedio de las manos. Son las inversiones de salto de caballo, las palomas, las rondadas y los flic-flac. En el caso del salto de caballo (figura 8), la fuerza, F , viene dada por el desplazamiento en vuelo del gimnasta, generado en el impulso de la batida con los pies y el radio, r , es la distancia del CDG del gimnasta al apoyo de manos.

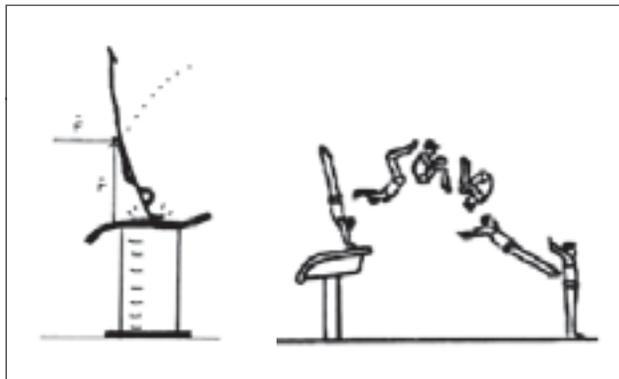


Figura 8. Salto de caballo. A: Se establece el momento de rotación para realizar el volteo. B: Volteo y 1/2 libre adelante (Código de Puntuación, 2005)

B. Volteos libres desde suspensión de manos

Los volteos libres realizados desde los aparatos de suspensión se producen por la suelta de manos; se crea un momento de rotación cuyo valor viene establecido por los siguientes factores: la fuerza es generada por el balanceo y el radio se establece desde la distancia entre el CDG del gimnasta al agarre; posición marcada en el instante anterior a la suelta (figura 9).

Los balanceos adelante generan volteos atrás y los balanceos atrás generan volteos adelante.



Figura 9. A: Momento de rotación creado antes de iniciar el vuelo, en el instante anterior a la suelta de manos, al finalizar el balanceo; B: Doble volteo libre, consecuencia del balanceo (Código de Puntuación, 2005)

C. Rotaciones libres desde el apoyo de manos

Las rotaciones que se generan en los aparatos gimnásticos de apoyo son, principalmente, las barras paralelas (masculinas) y el caballo con arcos. Nos ceñiremos al primero, por establecer las rotaciones de manera más clara y la posibilidad de producir volteos.

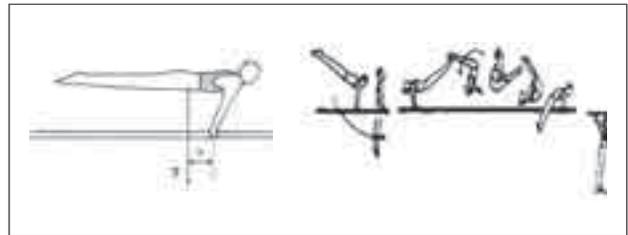


Figura 10. A: El momento desequilibrante establecido genera rotaciones en apoyo (Sáez Pastor, 2003); B: Salida de doble volteo libre atrás, consecuencia del balanceo (Código de Puntuación, 2005).

Al separarse el CDG del gimnasta de la vertical del apoyo de manos se crea un momento de rotación desequilibrante que, según la ley del péndulo, tiende a buscar el equilibrio y produce los balanceos. Estos balanceos pueden generar volteos, si su magnitud lo permite.

Su análisis es complejo; se establecen dos péndulos: un péndulo inverso formado por los brazos y otro péndulo formado por tronco y piernas; éstos podemos considerarlos virtualmente suspendidos de los hombros (Manoni, 1993 y Sáez Pastor, 2003).

1.2.1.2. Rotaciones libres sobre el eje antero-posterior

Las rotaciones libres sobre el eje antero-posterior generan volteos laterales. Lo expuesto en este apartado, sobre los momentos que generan los volteos adelante o atrás, es válido también para los volteos laterales. Si bien, estos volteos, realizados de manera pura, que incluye el impulso lateral, son poco frecuentes en la gimnasia moderna. No obstante, pondremos un ejemplo de este tipo de volteos para dejar constancia del inmenso acervo de elementos que integra la Gimnasia Artística (figura 11).

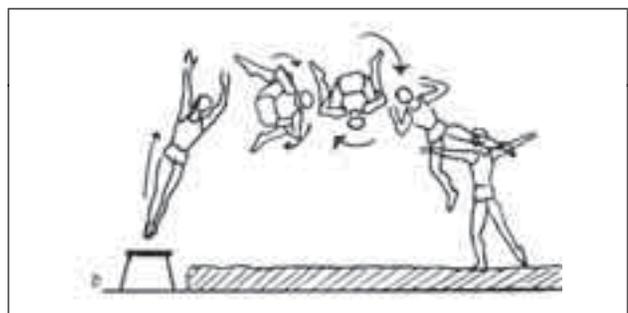


Figura 11. Volteo libre lateral. El impulso último se realiza con una pierna (Tomada de II Mini Trampolín Elástico. (Monticelli, 1984)

El impulso último del volteo lateral en suelo se realiza con un pie. La progresión de la fuerza, F , de la batida y la distancia al CDG, r , establecen el momento de rotación. Estos volteos sólo se realizan en un sentido, dependiendo de la dominancia lateral del gimnasta que los ejecuta.

1.2.1.3. Rotaciones libres sobre el eje longitudinal (giros)

Las rotaciones realizadas sobre el eje longitudinal producen giros. Éstos, como queda expresado en la tabla 2, pueden ejecutarse con volteo o sin él, produciendo el giro en el impulso del vuelo o durante el transcurso de éste; también, puede producirse el giro por efecto del momento cinético o sin dicho efecto. Desarrollaremos a continuación, una por una, las diferentes posibilidades de realizar giros.

A. Giros con momento de rotación previo

Los giros cuya génesis se produce durante la batida son debidos a que se crea un momento de rotación, o par de fuerzas, en los instantes previos al despegue. Estos movimientos son más propios de las pruebas de suelo y de su prueba afín, la barra de equilibrios, con impulso de los pies.

Pueden realizarse con volteo o sin él, como ya hemos dicho; los giros sin volteo integran gran parte de los elementos gimnásticos, característicos de las modalidades femeninas de la gimnasia artística, la gimnasia rítmica deportiva y demás modalidades afines; también del ballet.

Haremos la salvedad de que los elementos gimnásticos, con nombre propio, tal como se entiende en la gimnasia artística, no contemplan volteos; no pueden considerarse acrobáticos, por tanto (Sáez Pastor, 2003).

Los giros con momento de rotación previo se establecen a través de un par de fuerzas ($d \times F$) generado con los pies en el instante previo al despegue, durante la batida. El par de fuerzas, realizado con los pies, se establece como reacción a la rotación que genera el propio cuerpo; tronco y brazos, principalmente (figura 12). Cuando se produce desde balanceos con apoyo de manos se suelta una mano antes que otra.

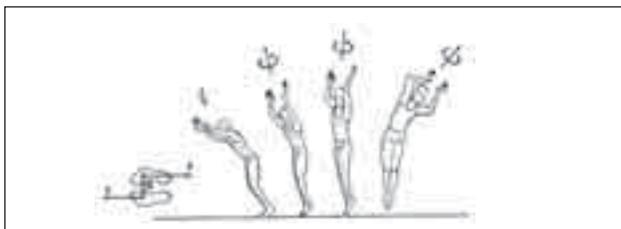


Figura 12. Giro generado con momento de rotación previo (Smoleuskiy y Gaverdovski, 1996).

Esta rotación del cuerpo crea una cadena biocinética desde el eje de hombros hasta los pies, de manera que, cuando éstos se despegan del suelo, todos los segmentos corporales se igualan en la rotación (Smolevskiy, y Gaverdovski, 1996).

La eficacia y la velocidad del giro se establecerán según el momento cinético conseguido en la batida. Si el gimnasta se mantiene con el cuerpo extendido y los brazos cerca del eje longitudinal, su momento de inercia, o resistencia al giro, será menor y girará más fácilmente.

B. Giros sin momento de rotación previo

En todo movimiento de vuelo se establece una cantidad de movimiento o un momento cinético, según sea la naturaleza del movimiento: con rotación o sin ella.

Durante toda la fase de vuelo, si no existen fuerzas externas que alteren el sistema, la cantidad de movimiento y el momento cinético –caso de una rotación– permanecerán constantes. La trayectoria a seguir por el CDG también quedará establecida en el instante del comienzo del vuelo, según sea el impulso recibido y el ángulo de salida.

Con estas premisas tan restrictivas que establece la mecánica ¿cómo es posible generar movimientos de rotación en las fases de vuelo si previamente no se ha producido un momento de rotación?

Es posible, si tenemos en cuenta que el cuerpo humano puede generar fuerzas internas con sus propios músculos y realizar movimientos que propicien cambios en su postura; ¿cómo?; aplicando la ley de la conservación del momento cinético.

El momento cinético es el producto del momento de inercia, I , por la velocidad angular, w . En el sistema cerrado que se establece con el cuerpo de un gimnasta en vuelo libre pueden producirse rotaciones a través de movimientos segmentarios; se consiguen así variaciones voluntarias en el momento de inercia y en la velocidad angular corporales.

Una variación de uno de los factores supondrá la modificación del otro, para compensar el sistema. Una disminución del momento de inercia irá acompañado de un aumento de la velocidad angular, y viceversa; de manera que el momento cinético total permanecerá constante. Este es el principio de la conservación del momento cinético.

Manejando estas premisas podremos explicar, y justificar, la creación de rotaciones –incluidos los giros– sin un momento de rotación previo y manteniendo constante el momento cinético.

Existen tres formas de rotaciones en vuelo a partir de las premisas expuestas, sin haber creado la rotación en la batida:

- a) Giros en los que existe ya un momento cinético –volteos adelante o atrás–, principio del giróscopo.
- b) Giros por diferencia del momento de inercia.
- c) Rotaciones por transferencia del momento cinético.

Desarrollaremos en la segunda parte de este artículo los diversos sistemas de rotaciones en vuelo, sin momento de rotación previo.

CONCLUSIONES

En este artículo hemos desarrollado, de manera somera, las diferentes posibilidades de producirse rotaciones en la praxis gimnástica, con su creación en el instante del impulso. En una segunda entrega abordaremos las rotaciones que se generan ya en vuelo, no producidas en el impulso.

En muchísimas ocasiones en las que los gimnastas ejecutan rotaciones, más o menos complejas y que han sido fruto de un aprendizaje, parece como si, con la mera intención de querer ejecutar un movimiento con rotación, ya se produce ésta. No es así. Aunque el gimnasta tenga muy mecanizado el movimiento y lo efectúe ya sin analizar cada gesto, no deja por ello de ejecutar las acciones mecánicas precisas para generar las rotaciones.

Toda persona, poseedora de una masa, está sujeta a las leyes de la física; y los gimnastas no son una excepción. Su mérito reside en tener la capacidad de poder aplicar las técnicas precisas y adecuadas para generar las rotaciones gimnásticas.

Con este trabajo hemos catalogado las diferentes posibilidades de efectuar las rotaciones corporales globales generadas en el impulso. El análisis biomecánico de estas técnicas son susceptibles de tener un desarrollo más exhaustivo. No obstante, el principal objetivo de este trabajo es de tipo taxonómico, más que analítico. Se trata pues, de tener recopiladas todas las maneras de rotación gimnástica.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Donskoi, D. y Zatsiorski, V. (1988). *Biomecánica de los ejercicios físicos*. Moscú: Raduga.
- Federación Internacional de Gimnasia (2005). *Código de Puntuación de Gimnasia Artística Masculina*. (Edición 2005-2008). Madrid: Real Federación Española de Gimnasia (RFEG).
- Frohlich, C. (1980). Física del salto mortal y del salto en tirabuzón. *Revista Investigación y Ciencia*, 44: 91-100.
- Monticelli, M. (1984). *Il Mini Trampolino Elastico in Gimnastica Artistica*. Roma: Società Stampa Sportiva.
- Manoni, A. (1993). *Biomecánica e divisione strutturale della ginnasia artistica*. Roma: Società Stampa Sportiva.
- Sáez Pastor, F. (2003). *Gimnasia Artística. Los Fundamentos de la Técnica*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Smith, T. (1984). *Biomecánica y gimnasia*. Barcelona: Paidotribo.
- Smolevskiy, V. y Gaverdovskiy, I. (1996). *Tratado General de Gimnasia Artística Deportiva*. Barcelona: Paidotribo.
- Still, C. (1993). *Manual de gimnasia artística femenina*. Barcelona: Paidotribo.

