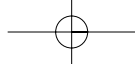




CAPITULO\_4

# BIOMECÁNICA

El principio primordial que gobierna cualquier desempeño de los deportes es la tentativa de realizar una tarea "de la mejor manera posible". Esto se puede apoyar mucho con el estudio y comprensión de la biomecánica. Esencialmente, implica el estudio, que utiliza el sistema muscular y esquelético humano de la manera más eficiente y de la valoración total del movimiento y de la carga del tejido fino humano, tal como músculos, ligamentos y cartílagos. Cada entrenador necesita una comprensión sólida del papel que juega la biomecánica en desarrollar una técnica sana para el funcionamiento óptimo de cualquier habilidad particular.



## CAPITULO\_4

# *BIOMECCANICA*

## 1\_¿Qué es la Biomecánica?

La definición de la biomecánica: Hay (1985).

**“La ciencia que examina las fuerzas internas y externas que actúan en el cuerpo humano y el efecto producto de estas fuerzas”.**

### **Las metas para usar la biomecánica son mejorar:**

- Desempeño
- Técnica
- Equipo
- Métodos de entrenamiento
- Técnicas para los entrenadores
- Reducción de accidentes
- Etc., etc., etc.

### **Las herramientas usadas en biomecánica:**

- Mecánica Newtoniana
- Sistemas de análisis de movimiento  
(Usando marcas de reflejos para estudiar y medir el movimiento)
- Video de alta velocidad
- Video digital a velocidad normal
- Dispositivos para medición de fuerza (Placas de fuerza)
- Electromiógrafo (EMG)
- Video digital y análisis computacional
- Reproducción retardada de Video
- Ritmo cardíaco
- Sistema de plantillas
- Etc., etc., etc.



# TOTAL ARCHERY



Photo No. 42 Insole Testing

El principio predominante que gobierna cualquier práctica de los deportes es la tentativa de realizar una tarea **“de la mejor manera posible”**. Esto es alcanzable utilizando el sistema muscular humano y el sistema esquelético de la manera más eficiente y entendiendo el movimiento y carga del

tejido fino humano, tal como músculos, ligamentos y cartílagos. Hay que considerar, que sólo basta con un cambio pequeño en la posición del cuerpo para alterar de un modo significativo los grupos de músculos comprometidos en el movimiento. Además, las fuerzas y el movimiento referente al realce del funcionamiento serán examinados, no solamente para el progreso, pero también para la prevención de lesiones.

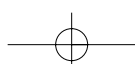
## 2-Leyes del Movimiento de Newton

### 1. Primera Ley del Movimiento (Inercia)

“Todo objeto persiste en su estado de reposo o movimiento uniforme en una línea recta a menos que las fuerzas ejercidas sobre él lo obliguen a que cambie su estado”.

**Definición de la Inercia** - "La inercia es la resistencia al cambio que un objeto presenta en su estado de movimiento. Las cosas desean viajar en una línea recta a una velocidad constante.”

**Nota:** La inercia se manifiesta solamente cuando hay un cambio en la velocidad.





### ¿Cómo podemos aplicar la Ley de la Inercia al Tiro con Arco?

Una declaración popular cuando se enseña a arqueros principiantes a tender el arco, ha sido “Nunca detenerse al tensionar o estirar el arco porque cuando usted se detiene le tomará demasiado esfuerzo conseguir comenzar otra vez, usted perderá tensión en la espalda y entonces no será posible hacer un buen tiro”.

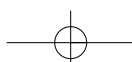
Esto significa que la Ley de la Inercia tiene que aplicarse al comenzar la tensión. Este tipo de pensamiento es estropeado al grado de decir que nunca se puede alcanzar la posición de “Sostener”. Cuando tensionamos el arco, no podemos utilizar sólo nuestros músculos posteriores, sino que también debemos utilizar cierta porción del antebrazo y de la mano de cuerda. Sin embargo, si continuáramos la tensión sin interrupciones, pasaríamos la posición de “Sostener” donde necesitamos transferir tanta tensión como sea posible del antebrazo y de la mano de cuerda a los músculos posteriores. Por lo tanto, si no se alcanza la posición “Sostener”, no puede ocurrir ninguna transferencia de latensión. Durante la etapa de la transferencia, los músculos posteriores continúan moviendo los omóplatos hacia la espina dorsal, mientras que la tensión del antebrazo y la mano de cuerda se están transfiriendo. Este movimiento de los omóplatos, aunque es muy pequeño, debe continuar con la extensión y por lo tanto la Ley de la Inercia sólo se puede aplicar desde la posición “Sostener” y no desde el comienzo de la tensión.

### El Ciclo Del Tiro

#### Set-up

Every sport has a set-up position.

Cada deporte tiene una posición de preparación. Observe al velocista alistándose para la partida. El cuerpo se está colocando de tal manera para alcanzar la mejor combinación biomecánica de todas las partes. Para arrancar desde los tacos requiere una coordinación neuromuscular muy complicada, eliminando al mismo tiempo cualquier factor antagónico que pudiese obstaculizar este proceso.



## TOTAL ARCHERY

**Asimismo,**

el nadador en su puesto, listo para escuchar el disparo;  
el jugador de béisbol que tira la pelota, que se instala  
para arrojar la pelota;  
el jugador de baloncesto que se prepara para el tiro libre,  
Etc.

Por lo tanto, cada deporte tiene su postura de preparación., que proporciona el mejor equilibrio dinámico, por ejemplo, para un corredor en su taco, o el mejor equilibrio estático, como se necesita para el tiro con arco y el tiro con pistola.

En el tiro con arco, el cuerpo y el equipo tienen que estar posicionados en la postura biomecánica más ventajosa posible.

Para la mejor preparación del cuerpo refiérase también de nuevo al paso 5 en el Capítulo 3, El Tiro.

Las piernas deben permanecer rectas, aunque relajadas y la distribución de la presión en los pies debe ser cerca de 60-70% en la planta (apoyo anterior metatarsiano) de los pies y 40-30% en los talones.

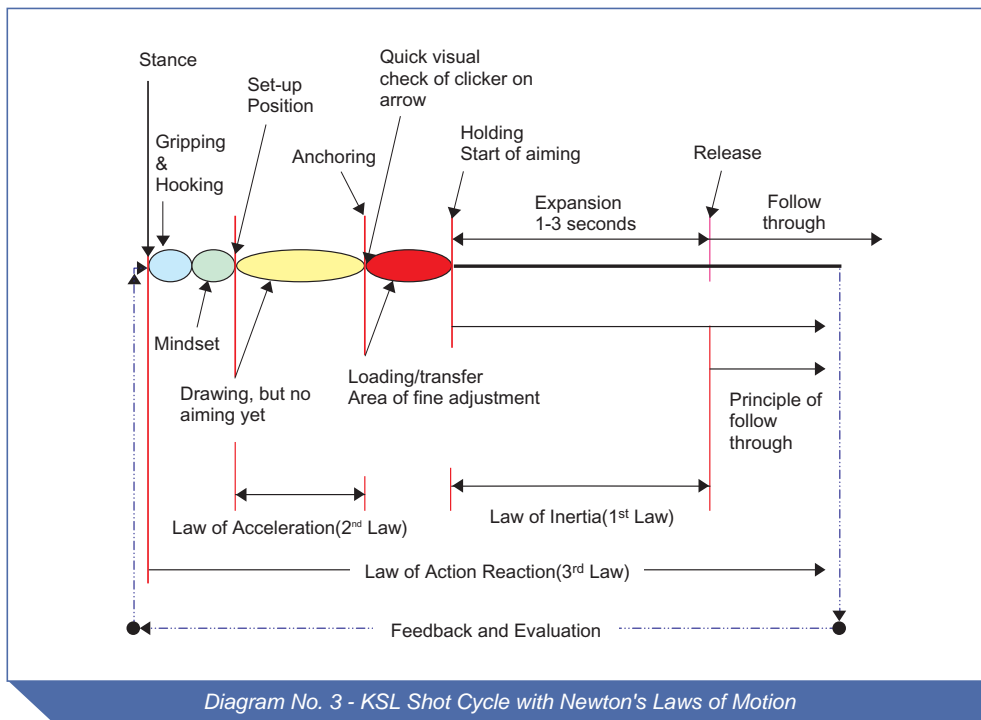
Se recomienda utilizar una postura abierta, pues ayudará a alcanzar la postura óptima que contrarrestará la tendencia a arquear la espalda. Como parte de la preparación, se debe alinear los hombros con el blanco y fijar el omóplato posterior detrás y abajo, casi en la posición final. La rotación debe provenir de la cintura para colocar los hombros en línea con el blanco, que creará un poco de tensión justo debajo de las costillas, contribuyendo a mejorar la estabilidad.

El esternón se debe recoger hacia adentro para proporcionar más nitidez y que los músculos abdominales se aprieten a lo largo del tiro para una mayor estabilidad.

Es aconsejable inclinarse levemente hacia adelante, hacia el blanco, en la postura de la preparación para contrarrestar la tendencia natural a inclinarse hacia atrás, que viene del deseo de compensar el peso del arco.

Esta postura de preparación proporcionará la distribución biomecánica más sólida.

Aunque la mayoría de los arqueros entienden la Ley de la Inercia, la aplican equivocadamente desde la tensión que puede dar lugar a las flechas que son 1 "a 2" demasiado largas. La Ley de la Inercia se aplica solamente desde la posición de "Sostener", donde el movimiento de la tensión cambia de un movimiento externo a uno interno. Los omóplatos se mueven hacia cada uno de ellos, lo que permite que el pecho se abra. Esto proporciona la extensión necesaria para que la flecha atraviese el clicker. Refiérase al diagrama N °3 más adelante. Ciclo de Tiro con las Leyes de Movimiento de Newton.



## TOTAL ARCHERY



El sostener es fundamental para la estabilidad. Si es que el arquero dispara con un movimiento externo continuo, pasará la fase del sostener, de tal modo que no alcanzará una estabilidad verdadera. Consecuentemente, las marcas fluctuarán grandemente y se convertirán en un obstáculo en alcanzar marcas de tiro altas.

El sostener es crucial en extremo; esencialmente, se puede referir como el "cañón del arma". Si no existe el `sostener` apropiado, el "cañón del arma" es más corto o inexistente y por lo tanto se alcanzará menor estabilidad. Por lo tanto, el método aceptado actualmente de enseñar el "movimiento externo continuo" es imperfecto.

Al estirar la cuerda al punto del anclaje, uno tiene que utilizar por lo menos un poco de músculos del brazo superior, del brazo delantero y de la mano, ya que la cuerda no puede ser tirada hacia atrás sólo por los músculos del omóplato. El equipo del EMG (electromiógrafo) demuestra esto. Además, demuestra que no hay relajación del músculo digitorum, que controla los dedos. Por lo tanto, habrá tensión en estos músculos, que a su vez necesitará ser transferida a los músculos centrales más grandes.

Este traslado debe tomar normalmente como medio segundo. Como ya se ha indicado, es sólo desde la posición del sostener que entrará en juego la Ley de la Inercia. Esto se puede comparar a un rodillo pesado usado en las canchas de tenis de arcilla, inmóvil tiene gran inercia, pero una vez que se esté moviendo puede ser tirado con un dedo. Lo mismo sucede para la fase de extensión. Si se detiene la fase de la extensión, se requerirá una cantidad enorme de energía y de potencia muscular. Esto no sólo es cansador, sino que evitará un tiro suave y fuerte.

Además, el apuntar debería comenzar sólo desde el sostener. Si el apuntar comienza demasiado temprano, el enfoque estará en apuntar manteniendo la alineación de la vista, por lo tanto, como tal, puenteando (bypassando) la fase del traslado y la fase de sostener.

Los monitores del ritmo cardíaco son buenos indicadores científicos para comprobar que se ha alcanzado el sostener. Refiérase al Capítulo 5, CI.8, Prueba del Monitor del Ritmo Cardíaco.





## 2. Segunda Ley del Movimiento ( Aceleración )

El índice del cambio del momentum es proporcional a la fuerza aplicada y ocurre en la dirección de la línea recta en la que actúa la fuerza.

### Definición de Momentum.

El momentum de un cuerpo se define como el producto de la masa del cuerpo y de su velocidad.

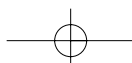
La Ley de la Aceleración se aplicará a partir del momento en que comienza la tensión .Por lo tanto es mejor tensionar más rápidamente y en una línea recta hasta cerca de 2-3 pulgadas debajo de la barbilla, según lo discutido previamente. Esto también conducirá a que el codo de la cuerda se ponga en línea al principio.

## 3. Tercera Ley del Movimiento; (Acción y Reacción).

**“Para toda fuerza aplicada por el cuerpo a un objeto, el objeto aplica de vuelta una fuerza igual contra el cuerpo”, o Para cada acción hay siempre una reacción igual y contraria; o, las acciones mutuas de dos cuerpos cualquiera son dirigidas siempre en forma igual y contraria.**

**Por lo tanto es extremadamente importante adoptar una postura usando principios para alcanzar el equilibrio de la postura estática lo más firme posible.**

Al preguntar a los arqueros cuáles son los músculos principales con que disparan al arco, usted conseguirá una variedad de respuestas. Algunos dirán, "Estoy empujando con mi mano izquierda", algunos dicen que "estoy lanzando al arco con mi mano derecha". Otros dirán, "estoy exprimiendo mi codo", que indica principalmente el lado derecho de la mano, o alguno podría decir "estoy empujando mi puño". Básica-



## TOTAL ARCHERY



mente, están diciéndole lo que sienten. Sin embargo, independiente de esto, tiene que haber un equilibrio 50/50.

Durante la extensión, un arquero podría sentir mayor empuje del lado del brazo del arco o por otra parte, el arquero podría tener la sensación de que el lado de la tensión es más dominante. Estas sensaciones son correctas, mientras el equilibrio entre ambos lados se mantenga (la Tercera Ley del Movimiento).

El lado de la mano derecha es generalmente el más dominante para arqueros diestros. Resulta que este lado tiene una tendencia a conducir, lo que causaría un cambio del centro de gravedad y por lo tanto resultar en la pérdida de equilibrio y de estabilidad. Cuando se sostiene en mente esta dominación del lado de la mano derecha, se puede decir, que el lado de la mano izquierda es proporcionalmente más débil. Aceptando que los músculos son más débiles en el lado de la mano izquierda, necesitarían trabajar más para mantener su posición espacial durante la extensión. Por esa razón, el arquero podría utilizar más el lado de la mano del arco que el lado de la mano de la cuerda. Sin embargo, en todo momento se debe mantener el equilibrio de 50/50 entre las unidades delanteras y posteriores. Para una mayor coordinación, se recomienda que los arqueros diestros, siendo de ojo izquierdo dominante, disparen con la mano derecha y viceversa para los arqueros zurdos que son de ojo derecho dominante.

FITA en sus últimos manuales de entrenamiento establece " Hasta la fecha, los buenos resultados se han alcanzado usando cualquier criterio. Sin embargo, la mano (preferente) proporciona un mayor control, fuerza y facilidad manual."

La mayoría de los arqueros piensan demasiado en la puntería. El tiro al arco es un deporte técnico y no un deporte de puntería que es porqué debemos seguir el lado de la mano dominante y no el dominio del ojo.

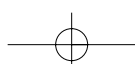
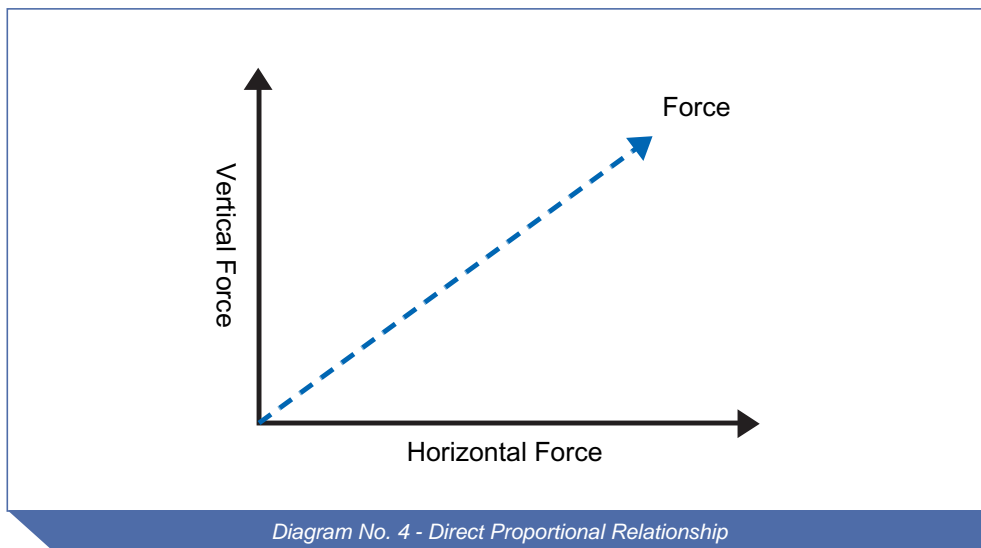


### 3-El Principio de la Fuerza Horizontal y Vertical

Antes de que examinemos cómo se aplica este principio al tiro al arco, examinemos algunos de los otros deportes para conseguir una buena idea de los principios implicados.

Por ejemplo, estudiemos a un jugador del baloncesto. Para poder crear la distancia horizontal máxima para un tiro, se debe generar una cierta cantidad de fuerza vertical.

Basados en los datos tomados de Mille, S. y Bartlett.R. Diario de las Ciencias Deportivas, aproximadamente 81% de la velocidad es generada por la parte superior del cuerpo 19% proviene de la extensión de la rodilla, de la cadera y del tobillo. Aunque sólo el 19% de la velocidad de la pelota es generada usando las piernas, significará que se requiere menos esfuerzo de los músculos del brazo que lanza. Si el lanzador requiere poner menos esfuerzo en el lanzamiento, es más probable que sea exitoso.



## TOTAL ARCHERY



En forma semejante, en el lanzamiento de peso ( shot-put), la mayoría de los lanzadores mundiales más destacados ahora utilizan un movimiento giratorio junto con una fuerte fuerza vertical, generada por la flexión rápida de las piernas, para generar la fuerza máxima. Mientras el lanzador pueda generar una mayor fuerza vertical es más factible generar una mayor fuerza horizontal, aumentando el ángulo del lanzamiento en forma más cercana al ángulo óptimo.

Para ilustrar el efecto de la fuerza vertical y de la fuerza horizontal, intente correr sobre arena suave. A medida que las piernas empujan contra la arena para generar la fuerza vertical, la arena se hunde y se puede desarrollar menos fuerza horizontal, dando por resultado menor velocidad delantera.

El baloncesto, el lanzamiento de peso, correr, y cualquier otro deporte de movimiento requiere un equilibrio más dinámico en que la estabilidad se puede alterar fácilmente, mientras que el tiro con arco requiere un equilibrio más estático, que tiene que ser mantenido a lo largo del tiro. Sin embargo, en el tiro con arco también, siendo biomecánicamente más equilibrado ayudará a establecer una técnica sana con menor esfuerzo muscular. Una adecuada postura del cuerpo creará menor tensión en el cuerpo, permitiendo un sostener y una puntería más uniforme, de tal forma de producir un tiro fluido.

Por lo tanto se debe reconocer, que la distribución de la presión de 60-70% en la planta (apoyo anterior metatarsiano) de los pies y 40-30% en los talones es un componente muy importante de la distribución de la fuerza horizontal y vertical. Desafortunadamente muchos arqueros occidentales se están parando más en sus talones de tal modo que no pueden alcanzar estabilidad óptima.

Una relación proporcional directa entre las fuerzas horizontales y verticales en tiro con arco no se puede demostrar usando las placas de fuerza; sin embargo, con la postura y el



equilibrio correctos, podemos ser más fuertes, desarrollar fuerzas más beneficiosas, y por lo tanto alcanzar una mayor estabilidad.

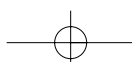
Sin embargo, el análisis de las placas de fuerza ha demostrado que el movimiento del centro de gravedad es mucho mayor en los arqueros de nivel inferior cuando se compara a arqueros de elite. Esto es especialmente evidente al lanzar. A los arqueros de elite también les fue demostrado para mejorar su estabilidad durante los últimos segundos que preceden el lanzamiento, mientras que en contraste, los arqueros de nivel inferior demostraron una diferencia significativa en parámetros de equilibrio ya en 4-6 segundos antes y hasta el lanzamiento.

## 4\_ El principio del Control de la Visión

Observemos la manera como algunos otros deportes lo hacen, una vez más.

Contemplando el béisbol, el bateador intentará no sólo mirar la pelota, sino también intentará centrarse en la distancia de la pelota. Desean ver la pelota muy claramente, lo que puede ser realizado más a fondo yendo a un foco externo estrecho.

Semejante cosa ocurre con los jugadores de tenis, cuando golpean la pelota, no miran donde quisieran que aterrizara la pelota, sino que se focalizan totalmente en la pelota para asegurarse un tiempo e impacto convenientes y no quitarán sus ojos de la pelota. Igual pasa para los golfistas que golpean la pelota. Los golfistas, como los jugadores de tenis, se han hecho la idea de donde quisieran que la pelota aterrizara y la distancia requerida. Entonces se centran totalmente en la pelota misma, directo hasta la etapa de follow through siguiente. Si los ojos se desvían de la pelota para ver adonde se dirige la pelota, será muy probable que ocurra un golpe en falso.



## TOTAL ARCHERY



En tiro al arco, igualmente, el enfoque definitivo debe ser el blanco, no el pín de la mira ni la flecha. Los ojos tienen que permanecer centrados en el blanco hasta que la flecha golpee. Muchos arqueros intentan mirar la flecha y es por eso que pierden el control del tiro. Ésta es otra razón por la que muchos arqueros tienen problemas al apuntar durante los días ventosos.

Podemos llamar **“Control de la Visión”** el mantener los ojos centrados en el blanco hasta que la flecha golpee.

Para información adicional sobre control de la visión, refiérase al Capítulo 6, CI.31, Disparando en el Viento y Práctica de Apuntar al Blanco

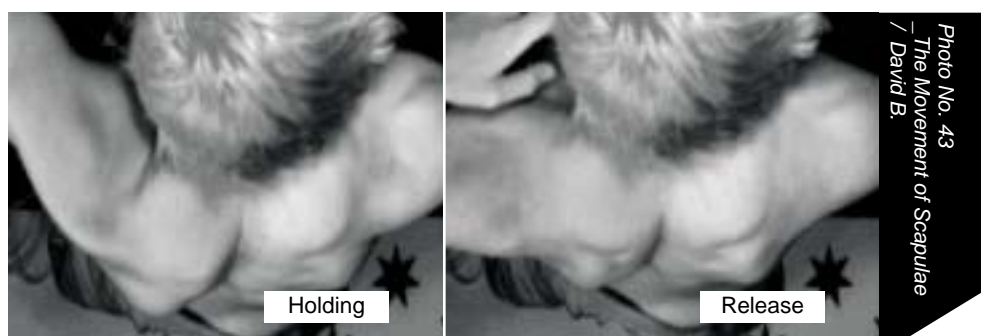
### 5 – El principio de La Etapa de Follow through

Cuando corren, los velocistas de 100M planos deben realmente apuntar a funcionar digamos a 110M. Si apuntan a funcionar solamente a 100M, subconscientemente retardarán al llegar a la línea final. En forma similar, los golfistas, los jugadores de béisbol, los jugadores de críquet o de tenis tienen que golpear “a través” o más allá de la pelota y la etapa de follow through, si no se pierde el momentum y la velocidad. Obviamente, esto se aplica a todas las disciplinas deportivas.

En el tiro al arco necesitamos mantener la dirección y la tensión durante la etapa de follow through. Mantener la dirección no significa que el codo de la cuerda vaya derecho atrás en línea con la flecha. El codo de la cuerda tendrá que volver porque hay un arco bastante amplio en el movimiento de tensión posterior. El brazo del arco se moverá levemente a la izquierda, debido a la tensión posterior. Refiérase al Capítulo 6, CI.6 Sistema de Pruebas SCATT.

Se necesitará enseñar a los arqueros cómo mover los omóplatos juntándolos correctamente en el lanzamiento y mantener la tensión posterior. Si los omóplatos se fijan muy lejos de la columna o muy arriba, será difícil desarrollar una apropiada tensión posterior. Si los omóplatos se juntan más, podemos expandir y abrir más el pecho y al hacer esto, podemos pasar elclicker esos últimos milímetros.

Con este propósito, los ejercicios con un aparato especial (Formaster), enseñarán y ayudarán en mantener la tensión posterior a través del lanzamiento y de la etapa de término.



## 6\_Principio de la Relajación

El principio de la relajación en sí mismo es muy básico, pero también es muy importante para cualquier deporte. Un buen ejemplo sería el nadador Campeón del Mundo Ian Thorpe; observándolo romper marcas mundiales, uno solamente se puede maravillar con su estilo tan relajado, casi como si estuviera haciendo vueltas completas de entrenamiento.

Otro ejemplo sería el que tira la pelota (pitcher) en béisbol, cuando arroja, puede producir una pelota más rápida cuando él arroja con los músculos más relajados. Un músculo tenso es un músculo mucho más débil.

## TOTAL ARCHERY



De similar modo, los atletas a nivel de elite tienen la capacidad de desempeñarse con la menor cantidad de tensión, produciendo la máxima cantidad de fuerza.

En tiro con arco, veremos a deportistas superiores ejecutar sus habilidades de una manera en apariencia totalmente relajada y sin esfuerzo. Para poder relajarnos, tenemos que hacer más uso de los músculos más largos desde el principio, ya que utilizar los músculos más pequeños crea más tensión en el cuerpo.

Cuando uno se pregunta cuánta tensión hay en su cuerpo cuando arroja una sola flecha, la mayoría de los arqueros occidentales responderá generalmente con, entre 50-70% comparado con los arqueros coreanos que informan entre 10-30%. Esta es una de las diferencias fundamentales entre los arqueros occidentales y coreanos. Porque la mayoría de los arqueros occidentales disparan cada una de las flechas con demasiada tensión, se cansan durante un torneo FITA de 144 flechas. El último tiro de un torneo FITA debería hacerse con la misma cantidad de energía que el primero.

Los arqueros coreanos pueden disparar hasta 1.000 flechas por día comparado con la mayoría de los arqueros occidentales que podrían controlar quizás sólo 200-300 flechas por día.

La mayoría de los arqueros coreanos no utilizan el entrenamiento de peso para consolidar los músculos que se usan para tirar al arco. La mayoría de su entrenamiento es el específico del músculo del tiro con arco, lo que significa que se da una atención especial al Entrenamiento Físico Específico (SPT). Puede ser hecho con un arco cerca de 2-3 libras más pesado que el arco de competencia o alguna venda de terapia (Theraband), se puede utilizar alrededor del arco y de la cuerda para proporcionar algún peso adicional para el entrenamiento del SPT. Refiérase al Capítulo 7, CI.4, Entrenamiento Físico Específico.

Por lo tanto podemos decir que cuanto más relajados estamos, mejor es el disparo.

**Tensión < Resultado**