



Miguel Crespo
Responsable de
Investigación
ITF

Programa de la ITF para la Formación de Entrenadores

Biomecánica del tenis: Conceptos y aplicaciones

Biomecánica

Definición



- Ciencia que estudia la adaptación del cuerpo humano a un entorno condicional de manera que sea:
 - óptima
 - segura
 - metabólicamente rentable

desde el punto de vista de la física mecánica

Biomecánica del deporte

Áreas

- Descripción del movimiento: CINEMÁTICA
- Explicación del movimiento: DINÁMICA

Cinemática



- **Posiciones:** altura del contacto de la pelota
- **Velocidad:** velocidad resultante
- **Aceleración:** incremento de velocidad

Dinámica



- **Fuerzas:** Internas y externas
- **Inercia:** Brazo del momento

Deportes



- **Alto porcentaje de técnica:** Gimnasia
- **Tareas con alta variabilidad:** Esgrima
- **Tareas técnicas acíclicas:** Carreras

Tenis



- **Tareas repetitivas:** Saque
- **Tareas con alta variabilidad:** Resto de los golpes



PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS APLICADOS AL TENIS



Introducción

- Existen una serie de principios biomecánicos que pueden aplicarse al tenis
- Son los que determinan las características de las acciones y movimientos que realiza el jugador de tenis
- Explican la técnica ortodoxa

Principio de continuidad



- Significa el equilibrio total en los movimiento de traslación y de rotación
- Los cuerpos, tanto los que están en movimiento como en reposo, tienden a conservar su velocidad y dirección
- Ej. la aceleración de la cabeza de la raqueta hacia el impacto

Principio de continuidad de las fuerzas

- En un sistema de cadena de palancas, la suma de las fuerzas creadas por los músculos y las articulaciones estarán unidas de una palanca a otra
- Las fuerzas son similares pero la dirección de dichas fuerzas es opuesta
- De hecho, en cada articulación se produce una ligera amortiguación

La cadena cinética en el servicio



Parte del cuerpo	Movimiento
Piernas	Flexión y extensión de la rodilla
Cadera	Rotación
Tronco	Rotación
Brazo/ Hombro	Rotación del brazo sobre el hombro
Codo	Extensión
Antebrazo	Pronación
Muñeca	Flexión

El sistema de “engranaje” del servicio

- Acción rítmica
- La potencia inicial se genera desde el suelo en forma de reacción a la flexión de las piernas
- El “engranaje” del servicio va desde los segmentos corporales proximales (piernas) a los distales (manos)

El sistema de “engranaje” del servicio



- Los jugadores que golpean la pelota a mayor altura son los que la golpean también a una mayor velocidad
- La capacidad del jugador para golpear la pelota en el aire durante el saque es un aspecto crucial

Principio del equilibrio



- Cuanto más bajo esté el centro de gravedad y mayor sea la base de sustentación, más equilibrio tendrá el jugador
- La posición de las piernas también influye en la posición de preparados y en la velocidad

Principio de acción y reacción



- Para toda acción siempre se produce una reacción
- Cuando varias fuerzas actúan al mismo tiempo, la suma de las fuerzas que reaccionan a la acción puede favorecer o interferir el movimiento
- Ej. El brazo libre va hacia el cuerpo en el servicio

Principio de producción de reacción desde el suelo

- Cuando los músculos actúan en el cuerpo, las fuerzas pasan por todos los eslabones hasta llegar al suelo
- La dimensión de la fuerza aumenta si el cambio de velocidad y de aceleración de estas y la masa corporal es mayor y el tiempo de movimiento es menor

Principio de producción de reacción desde el suelo

- Las relaciones entre la amplitud y la velocidad de la fuerza en los ángulos musculares y articulares influye sobre las fuerzas que se producen

Principio de producción de velocidad lineal

- La fuerza que produce aceleración, produce velocidad lineal
- Cuanto mayor sea la fuerza y más tiempo dure su aplicación, mayor será la velocidad que se adquirirá
- Para los cuerpos más pesados esta influencia es menor

Principio de producción de velocidad lineal

- Generalmente, el tiempo de producción de la fuerza es limitado y para conseguir una velocidad máxima se requiere una fuerza máxima

Principio de producción de velocidad angular

- La rotación que produce la aceleración angular significa que se produce velocidad angular
- Se consigue una mayor velocidad angular si la rotación se aplica durante más tiempo y el momento de inercia del cuerpo es bajo

Principio de producción de velocidad angular

- Los factores que influyen son: fuerza, línea de aplicación de la fuerza, eje de rotación, tiempo aplicación de la fuerza, altura, postura y masa de los jugadores
- Estos factores son difíciles de controlar

Principio de control de la velocidad lineal en movimiento

- Según las Leyes de Newton, la velocidad horizontal es constante y la vertical cambia según la constante gravitacional
- En movimientos rápidos, la resistencia del aire influye sobre la trayectoria del cuerpo

Principio de control de la velocidad lineal en movimiento

- De una forma específica, la relación entre la fuerza de resistencia frontal y la vertical deciden la trayectoria del cuerpo

Principio de control de la velocidad angular en movimiento

- Obliga a la interacción entre velocidad angular y momento de inercia del cuerpo que rota
- La velocidad angular aumenta si el momento de inercia disminuye
- Significa generalmente que los cuerpos bajos y ligeros rotan más rápidamente

Principio de control de la velocidad angular en movimiento

- La distribución de la masa en el cuerpo influye sobre la velocidad angular del mismo

Principio de elasticidad



- Relacionado con la conservación de la energía mecánica en impactos elásticos (estiramientos) contra el suelo
- En estos impactos elásticos, la energía se encadena en el sistema de palancas del cuerpo humano a través de las deformaciones de la superficie de impacto, zapatillas, huesos, músculos, tendones, cartílagos, etc.

Principio de producción de trabajo mecánico

- Trabajo mecánico = diferencia entre suma de las distintas energías mecánicas: traslación cinética, rotación cinética y potencial
- Cambios grandes en velocidades lineales y angulares y oscilaciones verticales amplias suponen un trabajo mecánico mayor

Principio de producción de potencia mecánica

- El trabajo mecánico llevado a cabo en un corto período de tiempo produce mayor potencia mecánica

Principio de eficiencia óptima



- La eficiencia significa el ratio entre el trabajo mecánico realizado y la energía consumida
- La eficiencia refleja la habilidad del jugador y la economía de rendimiento

Principio de eficiencia óptima



- Generalmente, la eficiencia óptima se da si hay:
 - “Timing” correcto
 - Transferencia de energía adecuada entre los segmentos corporales y los distintos estados de energía
 - Trabajo muscular excéntrico con un consumo de energía bajo



PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS ESPECÍFICOS PARA EL TENIS

Producción de fuerza



- El uso sucesivo de segmentos corporales desde el inicio del movimiento durante toda la ejecución del golpe
- La suma de las fuerzas musculares transferidas desde los grupos musculares mayores a los menores durante el golpe

Producción de fuerza



- Base de sustentación estable
- Correcta dirección de la aplicación de las fuerzas

Producción de fuerza



- Para la producción de fuerza el tenis es un deporte de tren inferior
- En el tenis, el origen de la fuerza de un golpe no se encuentra en el brazo del jugador

Producción de velocidad

- Generación paulatina de velocidad en cada eslabón desde los proximales a los distales
- Acortamiento del radio inicial de rotación en la cadena cinética

Producción de velocidad

- Todos los músculos que toman parte tienden a iniciar la contracción desde su amplitud máxima incluyendo las contracciones excéntricas y concéntricas

Producción de control



- Base de sustentación estable
- Apoyo corporal estable
- Uso activo de los segmentos distales (muñeca, mano) en conjunción con los proximales (tronco, piernas)
- Patrón de movimiento consistente

Biomecánica y técnica



- Análisis cualitativo
- Análisis cuantitativo
- Importancia de saber combinar ambos análisis
- La biomecánica interpreta la técnica
- Hay que saber asimilarlas

Conclusión



- En los gestos técnicos realizados con la fuerza, velocidad y control máximos, todos los principios mencionados anteriormente tienen que trabajar de forma simultánea