



## editorial

Bienvenidos al número 24 de la ITF Coaching & Sports Science Review – segundo número de 2001. Este número está dedicado a la biomecánica de los golpes del tenis. Hemos solicitado a algunos de los mayores expertos mundiales en biomecánica del deporte, más específicamente del tenis, que participaran con nosotros en esta ocasión en un intento de ponernos al día sobre los conocimientos en esta importante área. Esperamos que los entrenadores, los preparadores físicos y los propios jugadores también encuentren interesante este número y les sea de utilidad. Si tienen otros temas que les gustaría que se trataran en futuros números monográficos, por favor no duden en sugerirlos. El 12º Seminario Mundial para Entrenadores de la ITF se organizará junto con la Asociación de Tenis de Tailandia en el Hotel Intercontinental de Bangkok (Tailandia) del domingo 28 de Octubre al jueves 1 de Noviembre de 2001. Será la primera ocasión que este evento educativo tendrá lugar en Asia. Por otro lado, estamos muy agradecidos a Thai Airlines por su colaboración con el evento al ofrecer a todos los participantes la posibilidad de recibir un 75% de descuento sobre el precio de sus billetes. Por favor, para más información consulten este número en el que también incluimos un programa preliminar. ¡Esperamos verles allí!

La ITF ha publicado recientemente las versiones en francés y español del libro "Manual de la ITF sobre Formatos de Competición", que ahora pueden adquirirse en la página de internet de la ITF [www.itftennis.com](http://www.itftennis.com). Próximamente se publicará en inglés el folleto titulado "El voluntario del tenis" en conmemoración de la celebración durante el 2001 del Año del Voluntario por parte del Comité Olímpico Internacional.

En este número volvemos a incluir detalles del nuevo sistema de suscripción a ITF Coaching & Sports Science Review. Y no olviden que las suscripciones se aceptan en todo momento, y que aquellos suscriptores que se incorporen a lo largo el año recibirán los números anteriores publicados durante ese año además de los que resten por publicarse.



Juan Carlos Ferrero participando en una investigación de la ITF sobre Biomecánica.

Esperamos que los artículos de ITF Coaching & Sports Science Review continúen generando un debate vivo entre los entrenadores de todo el mundo. Además, ahora ya pueden conectarse a la página de internet de ITF Coaching & Sports Science Review, [www.itftennis.com](http://www.itftennis.com), concretamente en la sección de "Coaches News", donde podrán acceder a toda esta información. Por nuestra parte seguimos esperando sus comentarios sobre cualquiera de los artículos publicados o sobre cualquier tema de interés. Igualmente, si disponen de algún material que crean que puede ser relevante o interesante como para que se incluya en próximos números, por favor no duden en enviarlo para su consideración.

Nos gustaría agradecer a todos los expertos que han contribuido con sus artículos en este número de ITF Coaching & Sports Science Review y hacerles llegar un agradecimiento especial al Profesor Bruce Elliott, Jefe del Departamento del Movimiento Humano y de Ciencias del Ejercicio de la University of Western Australia, y a Machar Reid, Ayudante del Responsable de Investigación de la ITF, por sus esfuerzos en la recopilación de este número.

Confiamos en que disfruten una vez más de este número 24.

Dave Miley  
Director Ejecutivo de Desarrollo

Miguel Crespo  
Responsable de Investigación

## contenidos

- 2 BIOMECÁNICA Y EJECUCIÓN DE LOS GOLPES: IMPLICACIONES PARA EL ENTRENADOR DE TENIS  
Por Bruce Elliott (AUS)
- 3 EL SAQUE  
Por Bruce Elliott (AUS)
- 5 EL RESTO  
Por Heinz Kleinöder (ALE)
- 6 BIOMECÁNICA DEL GOLPE DE DERECHA  
Por Rafael Bahamonde (EEUU)
- 8 BIOMECÁNICA DEL REVÉS A UNA Y A DOS MANOS  
Por Machar Reid (ITF)
- 10 BIOMECÁNICA DE LA VOLEA  
Por E. Paul Roetert y Jack L. Groppe (EEUU)
- 11 MEJORA DE LA TÉCNICA DE LOS GOLPES MEDIANTE PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS  
Por Duane Knudson (EEUU)
- 13 TECNOLOGÍA DE LA RAQUETA Y GOLPES DE TENIS  
Por Howard Brody (EEUU)
- 15 BIOMECÁNICA DEL MOVIMIENTO EN EL TENIS  
Por E. Paul Roetert y Todd S. Ellenbecker (EEUU)
- 17 PLANIFICACIÓN DE MINI-TENIS (parte final)  
Por la Federación Francesa de Tenis
- 19 LIBROS Y VIDEOS RECOMENDADOS

# biomecánica y ejecución de los golpes: implicaciones para el entrenador de tenis

Por Bruce Elliott, Profesor y Jefe del Departamento del Movimiento Humano y de Ciencias del Ejercicio  
The University of Western Australia, Australia

El éxito en el tenis requiere de una combinación de jugador con talento y de jugador bien formado. Esta formación necesita de un entrenador que entienda aquellos aspectos de la ciencia del deporte relativos al tenis para que su jugador pueda alguna vez lograr su nivel óptimo de rendimiento. Este artículo introductorio explica brevemente el papel que la **psicología deportiva** (aspectos mentales) y la **fisiología del ejercicio** (preparación física) tienen en el rendimiento tenístico, antes de tratar en más detalle el papel de la biomecánica en la ejecución del golpe. Este artículo intenta principalmente establecer los principios para el entendimiento de la biomecánica de la ejecución de los golpes.

La importancia de la psicología deportiva, particularmente el entrenamiento de las cualidades mentales, en el rendimiento tenístico es algo ampliamente reconocido. Si bien lo es al más alto nivel, también debería jugar un importante papel en la formación del tenista desde una corta edad. Los siguientes temas son solamente algunos de los puntos que deben integrarse en el programa de formación del jugador (tanto en pista como fuera de ella).

- visualización - imaginación
- concentración - atención
- estrategias de relajación
- dominio del estrés

En la preparación de los tenistas también es importante el entrenamiento de las habilidades perceptivo motoras, por lo que si la percepción es una habilidad mental clave, debería de enseñarse a una edad relativamente temprana.

**La fisiología del ejercicio** juega también un papel básico en la formación del jugador, concretamente en los adolescentes más mayores. El entrenamiento aeróbico y anaeróbico específico para el tenis (incluyendo su periodización para que la mejora no produzca sobreentrenamiento) es algo fundamental para la formación del jugador. El papel del entrenamiento pliométrico, de una buena dieta y de una correcta reposición de fluidos deberían incluirse también en el desarrollo del jugador. Además, el entrenamiento de fuerza/resistencia/potencia y flexibilidad deben planificarse si se quiere dar al jugador las mayores posibilidades para tener éxito. Si bien gran parte de este entrenamiento se puede realizar en la cancha, no debe olvidarse que el entrenamiento fuera de cancha también es importante y ha de estar integrado en todo programa.

**La biomecánica** es un área clave en la educación del entrenador y en la formación del jugador porque todos los golpes del tenis tienen una estructura mecánica

fundamental. Lograr el éxito con cada golpe tiene mucho que ver con la técnica que utiliza el tenista. Cuando se desarrolla la ejecución del golpe debe estructurarse un modelo individualizado teniendo presentes las características mecánicas clave de cada habilidad, así como lo innato del jugador y sus características físicas. El entrenador, que **comprende las características mecánicas clave** de un golpe, **puede analizar el movimiento y comunicarse con el jugador**, y ofrecerá las mejores probabilidades para que el jugador se desarrolle adecuadamente. Además, este entrenador dará a su jugador la posibilidad de jugar con un **riesgo mínimo de lesión**.

A menudo los entrenadores desafían a los jugadores a cambiar su técnica para aumentar la aceleración de la raqueta y en consecuencia de la pelota. Es esencial tener en cuenta los tres primeros elementos de la lista que se adjunta a continuación antes de leer los artículos específicos sobre cada golpe.

## Desarrollar golpes potentes

### El uso de los movimientos coordinados:

En tenis se emplean dos grandes estrategias de coordinación. En los golpes que requieren potencia (como en el saque y los golpes de fondo) deben coordinarse un número de segmentos corporales de manera que se genere gran aceleración de la raqueta en el impacto. Cuando se necesita precisión se reduce el número de segmentos y se mueven los segmentos más como una unidad (como en el caso de la volea en la red). Este concepto generalmente lo introduce el entrenador como "cadena cinemática" y es un modo lógico de ver cómo se genera aceleración de la raqueta, además de facilitar la apreciación de que para una ejecución eficaz del golpe se necesita un **flujo de movimientos desde el suelo, pasando por el tronco y acabando en el brazo-raqueta**. Recordemos que la eliminación de una acción de esta cadena (p.e. la rotación de los hombros en el saque) puede perjudicar el citado flujo y reducir el

número de segmentos empleados para generar aceleración de la raqueta (consultar el uso de los segmentos que se incluye más adelante).

**La Distancia y el Desarrollo de la aceleración de la raqueta:** Una de las principales razones para realizar el movimiento atrás de la raqueta es el aumentar la distancia a través de la cual se acelera la raqueta durante el movimiento adelante. En los golpes de fondo normalmente se enseñaba que "la raqueta debía apuntar a la valla de detrás", mientras que hoy los jugadores avanzados rotan frecuentemente la raqueta más allá de este punto unos 45° para la derecha ("paralelo a la valla de detrás") y unos 90° para el revés.

En el saque, la tendencia a mantener la raqueta detrás, lejos todavía de la espalda, es una evidencia clara de que los jugadores aumentan la distancia del movimiento adelante de la raqueta para el impacto. Y este mayor movimiento atrás de la raqueta se relaciona también con el almacenamiento de energía elástica y con el preestiramiento muscular que se comentó anteriormente.

### El Uso de la Energía Elástica / Pretensión Muscular:

En un ciclo de estiramiento-acortamiento, la energía elástica almacenada durante la fase excéntrica de la acción (el estiramiento en el movimiento atrás de la raqueta) puede recuperarse parcialmente de manera que la fase del movimiento adelante de la raqueta (acortamiento muscular) aumente. Esto viene también apoyado por el hecho de que el movimiento adelante de la raqueta comienza con el estiramiento de los músculos adecuados. Las investigaciones han demostrado que el beneficio que estos dos factores aportan al rendimiento es esencial para tener éxito en deportes como el tenis. Ejemplos de esto en ciertos golpes son:

**Saque:** El estiramiento de los músculos del hombro se maximiza con una enérgica "flexión de piernas" que se combina con los efectos de la gravedad y la inercia de la raqueta. Este impulso de piernas también puede contribuir a la rotación del tronco hacia adelante (flexión, hombro sobre hombro y rotación) durante la preparación para el impacto.

**Golpes de fondo:** La mayor rotación de los hombros que de las caderas y la posición relativa del brazo con respecto al tronco durante la fase de movimiento atrás de la raqueta en estos golpes estira los músculos necesarios. En el golpe de revés esa es la razón por la que la raqueta rota hasta colocarse paralela a la línea de fondo (rota aproximadamente unos 270° desde la posición de espera) durante la preparación



Francisco Clavet observando una filmación de su servicio.

para el movimiento adelante de la misma.

**Volea/ Resto:** El "split-step", parte esencial de las voleas y de los restos, estira los músculos del cuádriceps (extensor de la articulación de la rodilla) y permite un movimiento rápido hacia cualquier lado en la preparación para el siguiente golpe.

La clave para recuperar la energía elástica es el "timing" entre las fases del golpe: el estiramiento (movimiento atrás de la raqueta) y el posterior acortamiento (movimiento adelante). El beneficio de la energía almacenada se reduce si se produce un retraso entre las fases del movimiento. Una regla básica es que la aceleración de la raqueta puede incrementarse alrededor de un 20% si se produce un preestiramiento y, si por el contrario, hay una pausa entre las fases del golpe de movimiento atrás y adelante de la raqueta, se perdería hasta un 50% del beneficio mencionado. Por tanto, en el tenis es esencial que entre las fases del golpe haya un acortamiento pero nunca una pausa. A menudo se enseña en los golpes de fondo a "preparar antes", y aunque puede ser un buen consejo para los principiantes, para aquellos jugadores que buscan el máximo rendimiento puede que no sea conveniente. Por ejemplo, el "timing" en el movimiento atrás de la raqueta en la derecha debe dar tiempo suficiente para que el brazo-raqueta se extienda para estirar los músculos justo

antes de iniciar el movimiento adelante de la raqueta para poder impactar en el momento correcto. Algunos tenistas prefieren preparar antes y luego llevar el brazo rápidamente aún más atrás antes de empezar el movimiento adelante para impactar.

**El Papel del Rendimiento Muscular: Resistencia, Flexibilidad, Potencia y Fuerza:** Existen varios aspectos del "entrenamiento muscular" que deben tenerse en cuenta. Aunque una discusión al respecto estaría fuera del alcance de estos artículos, es conveniente indicar que la fuerza muscular, la flexibilidad, la resistencia y la potencia deben trabajarse para aumentar el rendimiento y reducir la incidencia de las lesiones. Aunque se ha demostrado que un programa específico de entrenamiento puede mejorar la aceleración de la raqueta, en cambio, es cuestionable si una mayor fuerza / potencia producen de forma natural un incremento en esa aceleración de raqueta. Los jugadores evidentemente deben desarrollar suficiente fuerza muscular (en cancha y fuera de ella) como para rendir con eficacia en un partido largo o tras muchos esfuerzos. Un aumento en la fuerza muscular significa que para cada golpe se requiere un porcentaje menor de la fuerza total.

Hasta la pubertad, el énfasis debe estar en que el jugador realice los golpes

correctamente, destacando la coordinación, y en que lo pase bien jugando. Aquellos jugadores que pasada esta edad deseen evolucionar en su juego, han de incluir en sus programas de entrenamiento el trabajo de la fuerza/resistencia/potencia, etc. fuera de la cancha. Las poleas, la pliometría y los ejercicios con balón medicinal deben formar parte de este entrenamiento pues todos ellos incorporan acciones de estiramiento-acortamiento. Además, los entrenamientos de flexibilidad deben ser parte integral de la preparación del jugador para mantener la relación muscular adecuada de alargamiento-tensión que tanto ayuda en la prevención de lesiones y en la generación de la potencia óptima.

**El Papel del Diseño del Material:** No hay ninguna duda de que los diseños modernos de raquetas han posibilitado que se golpee la pelota con una mayor velocidad y con un mayor control de lo que podía lograrse con los antiguos diseños. El cómo han afectado estos cambios a la técnica de los tenistas se tratará también en un artículo de este número.

### **Conclusión:**

Los artículos sobre tenis que siguen a continuación profundizan aún más en cómo analizar la ejecución de los golpes e incorporar la biomecánica a la ejecución de los golpes del tenis.

## el saque

*Por el Dr. Bruce Elliott Profesor y Jefe del Departamento de Ciencias del Ejercicio y del Movimiento Humano. Universidad de Western Australia, Australia*

El éxito de muchos jugadores del circuito masculino y femenino (p.e. Pete Sampras, Richard Krajicek, Mark Philippoussis, Greg Rusedski, Venus Williams o Lindsay Davenport) se debe en parte al menos a sus potentes saques. Aunque la superficie de la pista juega un papel importante al reducir la efectividad de estos saques, un saque mecánicamente adecuado debe considerarse como una parte integral del desarrollo de todo jugador.

No existe una técnica única en el saque de tenis, esa es la conclusión a la que se llega tras ver a los mejores profesionales. Sin embargo, en un saque efectivo se integran ciertas características mecánicas fundamentales que son comunes en la mayoría de los jugadores que tienen buenos saques. También se puede decir que las "acciones de saque no efectivas" son generalmente el resultado de un pobre desarrollo de una o más de estas características mecánicas fundamentales. La estructura general empleada en este artículo puede aplicarse tanto al primer saque, como al cortado y al liftado.

El enfoque que seguiremos con referencia al saque será observar cómo se consigue velocidad de raqueta desde "el suelo hacia arriba". Los entrenadores pueden que no siempre analicen el golpe de este modo,

pero no por ello deja de ser un proceso lógico.

### **Preparación:**

La mayoría de los jugadores empiezan su rutina de saque con un ritual pre-saque de bote de la pelota. En esta fase están decidiendo dónde sacar y cómo jugar el punto. Durante esta fase el jugador debe relajarse y visualizar el saque que va a intentar.

- El pie adelantado se coloca normalmente en diagonal a la línea de fondo para permitir la rotación de caderas y hombros. Los pies quedan algo separados adoptando una posición cómoda. El tronco debe estar aproximadamente perpendicular a la red y con una distribución del peso corporal inicial según las características de cada jugador. No obstante, independientemente del tipo de saque y de dónde esté inicialmente el peso, este siempre se desplazará adelante para golpear hasta colocarse delante del pie adelantado.

### **Elevación de la Pelota y Movimiento de Piernas:**

#### **Elevación de la Pelota:**

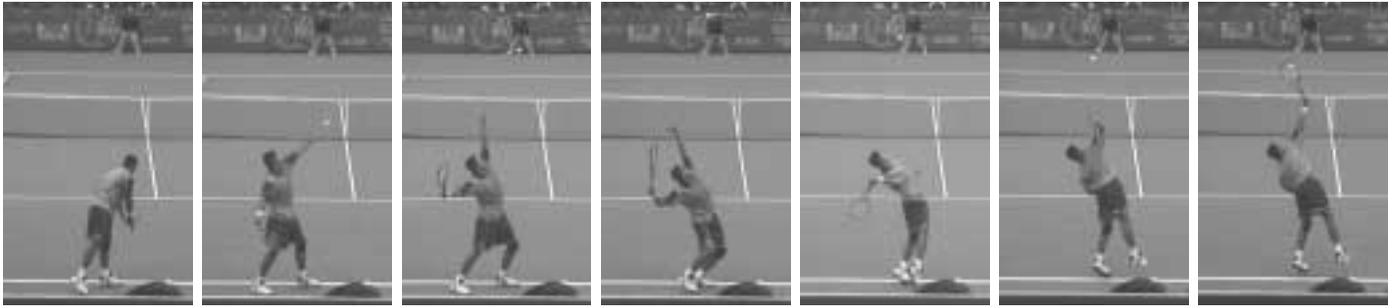
La pelota puede elevarse de dos formas:

con el brazo recto por delante o por el lado. Debe haber una extensión completa del brazo que lanza con los hombros inclinados y el peso adelante. En este momento las caderas y los hombros rotan para generar más velocidad de la raqueta. La elevación por el lado aumenta evidentemente la rotación del tronco pero generalmente es más difícil controlar la elevación precisa de pelota.

- La elevación debe colocar la pelota enfrente y ligeramente a la izquierda del pie adelantado para su impacto. Esto permite conseguir una velocidad de raqueta efectiva cerca del impacto. La preferencia individual del jugador y el tipo de saque alterarán ligeramente la colocación de la pelota a la izquierda o a la derecha del pie adelantado. El saque liftado de un diestro se golpeará normalmente tras una elevación más hacia la izquierda, mientras que un saque cortado se debe golpear usando una elevación similar a la del primer saque.

### **Flexión de Rodillas:**

- Los jugadores pueden adoptar bien el estilo de saque del "pie atrasado" o el del "pie adelantado". Eso significa que algunos jugadores llevan la pierna de



detrás hacia adelante (técnica del pie adelantado) creando una “plataforma” desde donde explotar hacia arriba con ambas piernas. Al emplear esta técnica hay que asegurarse de que el pie atrasado no se coloca delante del pie adelantado, lo que impediría el “timing” correcto de la rotación de las caderas. Por lo general esta técnica produce una acción de golpeo “hacia arriba y hacia fuera” mejor, mientras que otros jugadores dejan el pie de atrás cerca de su posición original para desplazarse hacia arriba y hacia adelante (recordemos que el pie atrasado debe jugar un papel importante en este movimiento hacia arriba). Los jugadores pueden adoptar una posición de pies intermedia entre estos 2 extremos pues este aspecto del “impulso de las piernas” es cuestión de elecciones. Ese impulso de piernas es elemental para los primeros y segundos saques, así como para cualquier otro tipo. Además, si el jugador posee un impulso de piernas eficaz será difícil que “le entre el miedo” antes del golpe.

Un impulso eficaz junto con la rotación de tronco se lleva a cabo para:

- Ayudar a llevar la raqueta abajo y atrás, desde la espalda (estirando los músculos) y aumentado la distancia del movimiento de la raqueta a la pelota.
- Recordar que un buen impulso elevará la altura de golpeo permitiendo que el impacto se produzca en el aire.

### Movimiento hacia el Impacto:

La clave para un saque efectivo es el ritmo. Este es una secuencia de movimientos coordinados producidos por los elementos clave de **velocidad de raqueta** (ver la secuencia en la tabla adjunta), **altura de impacto** y **trayectoria de raqueta**. Se ha demostrado que la velocidad de rotación del brazo de golpeo y la altura del impacto son dos diferencias básicas entre los jugadores de élite y los de menor nivel, por lo que se convierten en características que deben trabajarse. Hay que enfatizar que para desarrollar estas dos características de manera óptima es necesario que el jugador tenga una base sólida y un tronco fuerte. En las primeras fases del movimiento atrás de los brazos, cuando estos se mueven en sincronía, no deben nunca ir “abajo juntos y arriba juntos”. El brazo-raqueta arrastra ligeramente al brazo-pelota para crear una inclinación y alineación de los hombros junto con la raqueta-brazo-codo. Esto aumenta la rotación de tronco “hombro sobre hombro” que se comentará más adelante. El movimiento atrás del brazo-raqueta amplio, como en el saque de

Phillippoussis (péndulo), o más abreviado como el realizado por Rafter, es una característica individual. Sin embargo, un movimiento de la raqueta atrás completo y amplio puede contribuir a un mejor ritmo y a reducir la carga que soporta el hombro pues involucra un mayor movimiento de rotación al contrario de lo que ocurre con el movimiento abreviado.

**Punto de impacto:** Este punto está ligeramente a la derecha de la cabeza. Recordemos que la pelota se impacta generalmente en línea con el pie adelantado para todo tipo de primeros y segundos saques. El punto de impacto real variará a menudo dependiendo del estilo y del tipo de saque que se realice. Para un saque liftado de un jugador diestro la pelota se impactará más hacia la izquierda. En este punto, es importante que los entrenadores animen a los jugadores a que adopten el ángulo correcto del tronco (inclinación de las caderas) para minimizar la excesiva hiperextensión y reducir también la carga sobre la región lumbar en la espalda. Por este motivo, probablemente no es aconsejable que los entrenadores enseñen a sus jugadores diestros a elevar la pelota demasiado a la izquierda. El impulso de las piernas, que tiene una gran importancia en todos los saques, es también fundamental para lograr la acción de “hacia arriba y hacia fuera” del saque liftado. El saque cortado debe golpearse en una posición parecida al saque plano. En el cortado el efecto (rotación) se produce cuando la raqueta impacta a la pelota por su parte externa. En este saque el nivel de

pronación del antebrazo (rotación del antebrazo) se reduce antes del impacto (cara de la raqueta angulada) para golpear a la pelota fuera de su centro.

**Alineamiento de Hombros:** El alineamiento de los hombros está más cerca de la vertical que de la horizontal. Esto permite la rotación interna del tronco/hombros para generar velocidad de raqueta en el impacto. La rotación de tronco ocurre en los 3 planos de movimiento.

- Niveles de rotación menores alrededor del eje corporal largo ayudan a llevar la raqueta hacia atrás.
- Rotación de hombro sobre hombro (acción de columpio) genera el momentum y prepara al cuerpo para el impacto.
- Rotación hacia adelante (acción de salto mortal) permite al jugador producir el momentum que se traslada desde el tronco al brazo y finalmente a la raqueta.

Los jugadores que mantienen sus hombros relativamente paralelos a la pista durante el impacto han de bajar su posición de impacto para ganar así el máximo beneficio de los grandes rotadores internos del tronco/hombro. La pelota se eleva aproximadamente en línea con el pie adelantado para que el brazo de golpeo y la raqueta no estén en una línea recta, y así ganar altura sin eliminar el efecto de la rotación interna anterior al impacto.

**Una Acción de Golpeo “hacia arriba y hacia afuera”:** Existe una gran relación entre la altura del impacto del saque y el

**Movimiento coordinado:** La secuencia que se crea normalmente desde el suelo hacia arriba es la siguiente:

Segmento en Rotación	Articulación movida	Contribución a la Velocidad de Raqueta al Impactar
Impulso de piernas y rotación del tronco	≥ velocidad del hombro	10-20%
+ Elevación y flexión del brazo	≥ velocidad del codo	≈ 10%
+ Extensión del antebrazo, pronación y rotación interna del brazo	≥ velocidad de la muñeca	≈ 40% (Fundamentalmente rotación interna del brazo)
+ Flexión de la mano	≥ velocidad de la raqueta	≈ 30%

Los entrenadores deben tener cuidado al interpretar el porcentaje de las contribuciones a la velocidad de la raqueta en el impacto que se citan en la tabla. Por ejemplo, una acción de piernas eficaz realmente aleja a la raqueta de la pelota, pero con ello también prepara a la raqueta para el impulso hacia la pelota. Es importante entender que todos los movimientos corporales son necesarios para producir una acción de saque eficaz. La secuencia mostrada en la tabla, sin embargo, destaca la necesidad de entrenar los músculos involucrados y que llevan a cabo la rotación del hombro.

éxito del mismo. Los jugadores de alta competición por lo general impactan la pelota justo después de que comience a caer. Sin embargo, es importante enseñar a que la raqueta continúe subiendo al impactar pues se logra cierta rotación hacia adelante que luego se le transfiere a la pelota.

**El Acompañamiento:**

La rotación interna del brazo y la pronación del antebrazo continúan durante la primera fase del acompañamiento. Estas acciones son necesarias para dejar que la raqueta se desacelere gradualmente y no pare de golpe, para que ese esfuerzo recaiga sobre el cuerpo. El impulso de piernas, junto con

el de "hombro sobre hombro" y la rotación del tronco hacia adelante, cuando coinciden en el punto de impacto provocan que el jugador caiga en la pista con su pie adelantado. La raqueta se moverá entonces cruzando el cuerpo para completar así la acción de acompañamiento.

# el resto

Por el Dr. Heinz Kleinöder, Universidad del Deporte, Colonia, Alemania

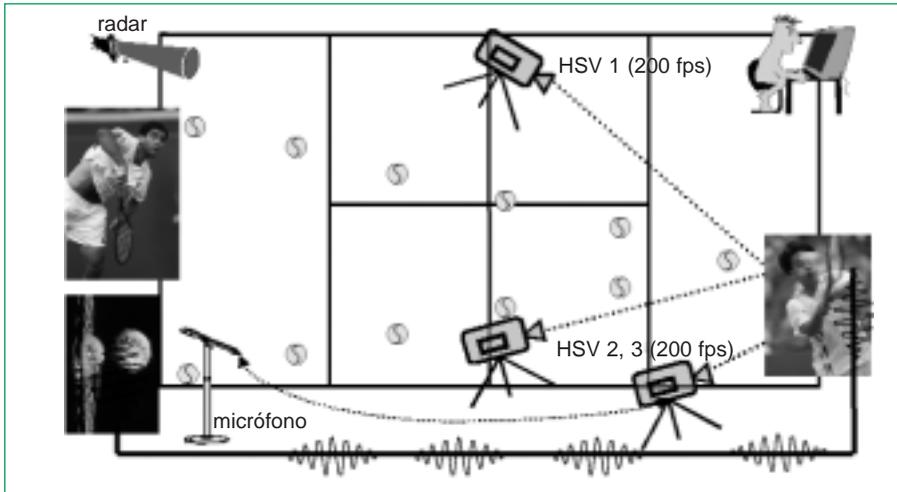


Fig.1: Condiciones experimentales

**Introducción**

Como parte de la biomecánica, el análisis cinemático ofrece información sobre aspectos invisibles de la coordinación del movimiento humano. Dichos análisis pretenden ayudar con información precisa al "ojo del entrenador" en la difícil tarea de identificar errores y descubrir las soluciones apropiadas. Utilizando cámaras de alta velocidad que filman desde 200 hasta 400 imágenes por segundo los entrenadores pueden obtener también información sobre el tiempo total disponible para golpes como el resto y la calidad del impacto en la raqueta.

**La investigación**

Los aspectos más importantes para que los restos de primeros y segundos saques sean coordinados son el tiempo que disponen los jugadores y su dominio del mismo. Para dar mayor información a los entrenadores sobre estos dos factores, se filmaron los restos (aprox. 1000 golpes) de cerca de 30 tenistas profesionales con un sistema de video de alta velocidad 3 NAC, en situaciones de competición y durante varios torneos (Copa Mundial por Equipos y Copa Davis) durante 10 años. Una cámara de alta velocidad conectada a un micrófono detectaba y recogía el tiempo de impacto del saque del jugador para poder así determinar el tiempo disponible. Mientras, otras dos cámaras, también de alta velocidad, filmaban la técnica del resto de los tenistas. El análisis cinemático se realizó en los laboratorios de la

Universidad del Deporte en Colonia. (Fig. 1.)

**Resultados prácticos para los entrenadores**

**Velocidad de raqueta e interacción de los segmentos**

La velocidad inicial media del primer saque era de  $160 \pm 15$  km/h y de  $117 \pm 10$  km/h en el segundo. Hubo diferencias individuales considerables en velocidades máximas (para el primero de  $187 \text{ km/h} \pm 1.41 \text{ km/h}$  y para el segundo de  $127 \pm 5.66 \text{ km/h}$ ). Los resultados indicaron un tiempo medio disponible de aproximadamente 900 ms (primer saque) y

1200 ms (segundo saque) para el restador en canchas de tierra. En cambio, en canchas rápidas ese tiempo disponible en el resto se reducía cerca de 200 ms. La variación en el tiempo disponible en el resto se explicará más adelante por las distintas condiciones del vuelo de la pelota y por las estrategias individuales al restar (p.e. la posición del restador en la cancha, etc). (Fig. 2.)

En la Fig.3 pueden observarse los efectos cuando se tiene menor tiempo en el resto del primer saque. Además, se muestran las curvas de tiempo en los típicos restos de 1º y 2º saques. Durante el tiempo de adaptación del movimiento los jugadores adaptan su movimiento de raqueta a las exigencias de la pelota que les llega. Justo antes del punto de impacto no se observa que las velocidades de los segmentos del cuerpo estén sincronizadas, lo que contrasta claramente con la manera en que se genera velocidad en el saque (Kleinöder, 1997). Esto significa que la secuencia de velocidades máximas de los segmentos (p. e. primero el hombro y luego el codo, la muñeca y la raqueta), que es un rasgo de los golpes de fondo y del saque, no se puede ver con claridad durante el resto.

Esto puede explicarse en parte por la naturaleza imprevisible del resto y por la gran presión de tiempo a la que están sometidos los jugadores, especialmente cuando restan el primer saque. Otro factor, además, puede ser la alta precisión que se requiere en el resto. La Fig. 3 nos muestra claramente como la relación entre la velocidad y la precisión varía de la precisión-orientación del resto de primer saque a la

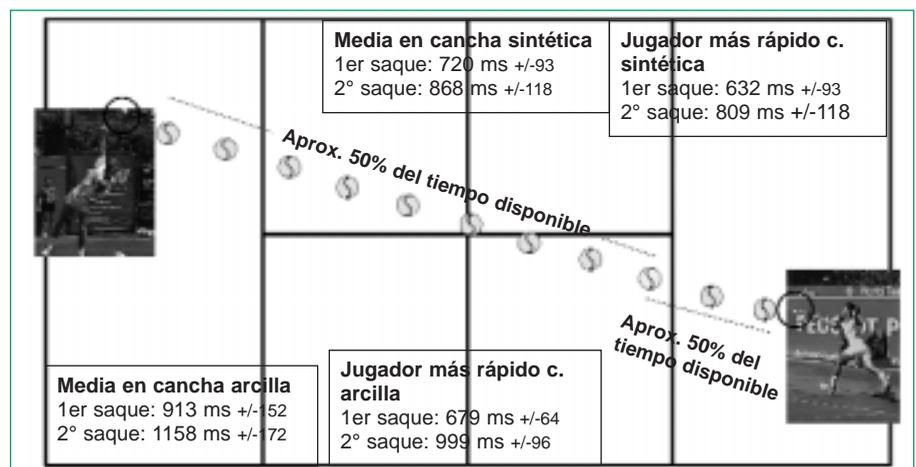


Fig. 2: Tiempo disponible del restador en las distintas superficies

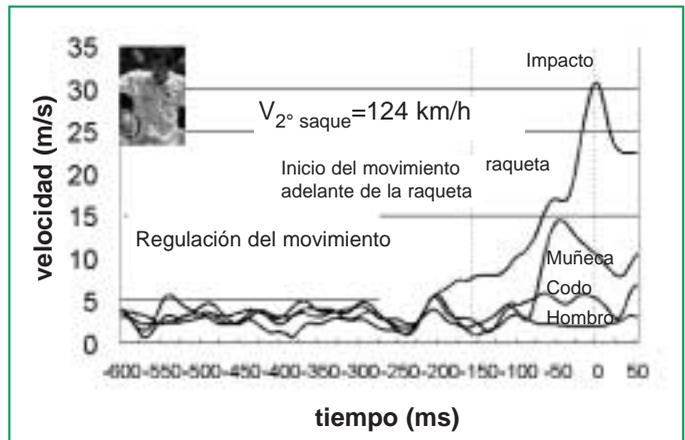
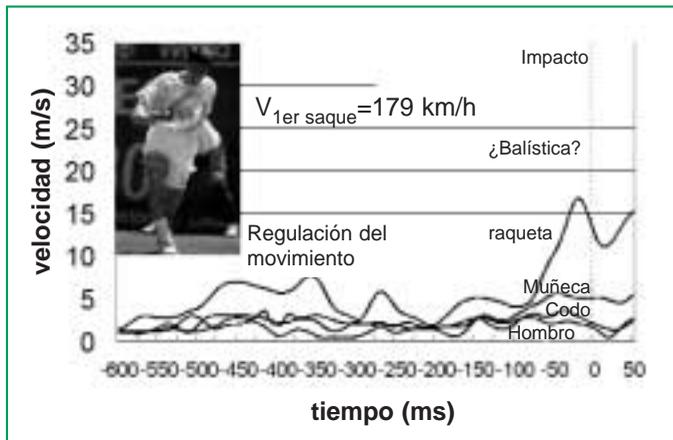


Fig. 3: Comparación de la coordinación de los segmentos del cuerpo en el resto de primer y segundo saque

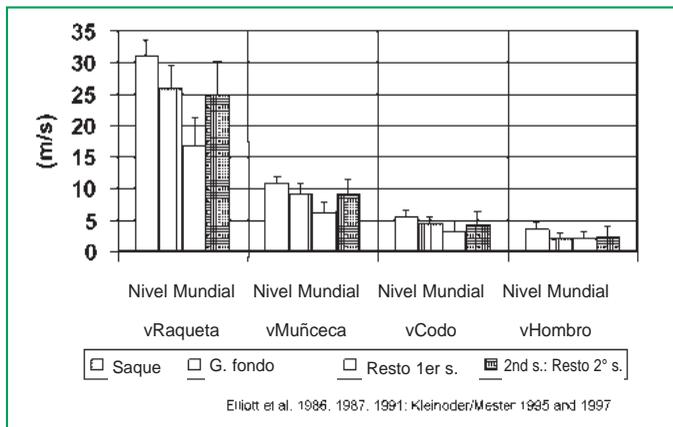


Fig. 4: Resumen de las velocidades del brazo y de la raqueta en los distintos golpes

generación de velocidad del resto de segundo saque. La comparación entre los jugadores analizados apoyó esta conclusión (ver Fig. 4).

La velocidad de la raqueta en el impacto es mucho menor durante los restos de primer saque. Esto ocurre también con las velocidades de los segmentos del brazo (hombros, codo y muñeca). Y resulta interesante ver como ni siquiera los tenistas profesionales logran alcanzar la máxima velocidad de la raqueta durante el impacto de sus restos (Kleinöder et al. 1995). Esto significa que la velocidad de la raqueta disminuye desde  $19.6 \pm 4.8$  m/s hasta  $16.7 \pm 4.9$  m/s durante el resto del primer saque y – aunque considerablemente menos – desde  $26.6 \pm 3.6$  m/s hasta  $25 \pm 5.1$  m/s durante el resto del segundo saque. Esas diferencias en las velocidades de la raqueta pueden atribuirse, una vez más, a la variabilidad de las condiciones que se dan en la competición.

decisión incorrecta, con un intervalo de tiempo muy corto, es un factor muy importante del resto.

### Impacto

El número de impactos descentrados es otra medida para valorar la precisión del resto. En tenistas profesionales no suele ocurrir pero los tenistas de menos nivel golpean en todo el cordaje, lo que puede además contribuir a sufrir lesiones en el brazo-raqueta (p.e. codo de tenis). La Fig. 6 nos muestra el efecto de



Fig. 6: Impacto descentrado y su efecto.



Fig. 5: Mala anticipación, pero buen resto, de Pete Sampras.

### Reprogramar

Tras examinar los excelentes restos de primer saque que realizó Sampras durante la final de Wimbledon del año pasado, se observa lo determinante que puede ser un resto efectivo. La Fig. 5 muestra como Sampras, de forma incorrecta, anticipa un resto de derecha, pero es capaz de cambiar y jugar un resto de revés ganador. Esta habilidad para reprogramar una

un impacto descentrado: se produce un rápida rotación de la raqueta (a unos 35 m/sg, ni siquiera apreciable por el ojo humano) que puede dañar los músculos del brazo.

### Resumen

Basándonos en los resultados de los últimos estudios, puede decirse que es muy recomendable: entrenar las cualidades anticipatorias; entrenar los restos variando la presión de tiempo a la que se somete a los jugadores para que mejoren su control; realizar ejercicios para reprogramar (p.e. del resto de revés al de derecha) y; trabajar el control sobre el punto de impacto en la raqueta.

### REFERENCIAS

- Elliott, B. C. (1991). *Tennis the Australian Way Manual 1*, 1-8.
- Kleinöder, H. (1997). Quantitative Analysen von Schlagtechniken im Tennis: *Unpublizierte Dissertation*, Köln.
- Kleinöder, H., Neumaier, A., Loch, M. & Mester, J. (1995): In: Krahl, H., Pieper, H.-G., Kibler, B. & Renström, P. (Eds.) *Tennis: Sports Medicine and Science*, Düsseldorf, 16-21.
- Kleinöder, H. & Mester, J. (1998). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49, 217-220.

# biomecánica del golpe de derecha

Por el Dr. Rafael Bahamonde, Profesor Asistente de Ciencias del Ejercicio, Universidad de Indiana, EEUU

## Introducción

El golpe de derecha en el tenis ha cambiado drásticamente en los últimos 10 años. Los jugadores actuales rara vez usan la derecha tradicional. En cambio, la mayoría de los mejores jugadores tanto amateurs como profesionales emplean el golpe de derecha liftada moderno. Los cambios en la técnica de la derecha se han atribuido a los nuevos diseños de las raquetas.<sup>1, 2</sup> Estas son más grandes, más ligeras y más rígidas que las tradicionales raquetas de madera lo que permite que los jugadores golpeen la pelota con mayor potencia y control. Estos cambios en la técnica de la derecha han influido en el tipo de empuñadura, en el juego de pies y en el movimiento atrás y adelante de raqueta que tienen los tenistas de hoy en día.

## Preparación

### La empuñadura

Las funciones de la empuñadura son: proporcionar la orientación de raqueta apropiada para el impacto, colocar la muñeca en una posición de fuerza adecuada y, dependiendo del golpe a realizar, permitir la movilidad de la mano.<sup>1</sup> La mayoría de los investigadores están de acuerdo en que la firmeza de la empuñadura es un factor crucial en los impactos que no se realizan en el centro.<sup>4-6,10</sup> La mayoría de los tenistas profesionales usan una empuñadura oeste o semi-oeste en lugar de la tradicional empuñadura este de derecha. Se prefieren las empuñaduras oestes porque es más sencillo generar efecto liftado y mantener la orientación de la raqueta en el impacto. Una desventaja de las empuñaduras oestes es que dificulta que los jugadores puedan golpear pelotas de bote bajo. Otros investigadores aconsejan el uso de la empuñadura este de derecha al destacar que proporciona una mayor estabilidad en la muñeca y deja que el jugador obtenga la orientación de raqueta adecuada a pesar de la altura de la pelota.<sup>1</sup> En un estudio de Elliott y cols.<sup>9</sup> se investigaron los efectos de las empuñaduras este y oeste sobre la rotación de los segmentos del brazo y la velocidad de la cabeza de la raqueta. Los jugadores que usaban empuñaduras oestes eran capaces de producir velocidades laterales (paralelas a la línea de fondo) y lineales (hacia la pista) mayores que los jugadores que utilizaban la empuñadura este de derecha.

### La posición de preparado

Los jugadores actuales han de reaccionar

más rápido y se ven forzados a golpear en carrera debido a la potencia que se desarrolla en los golpes de fondo y en los saques. De ahí que adopten una posición abierta al golpear. La posición tradicional de lado lleva más tiempo para ejecutarse pero genera momentum lineal ya que el jugador da un paso adelante hacia la pelota, y momentum angular, por la rotación de las piernas, caderas y tronco.<sup>10-12</sup> En contraste, en la posición abierta existe poca o ninguna transferencia del momentum lineal, ya que el paso se da hacia un lado, y por tanto sólo se emplean las rotaciones de los segmentos para generar potencia en el movimiento hacia delante de la raqueta.

## El movimiento atrás de la raqueta

Otro punto de controversia entre jugadores, entrenadores y profesionales del tenis ha sido el de llegar a saber que tipo de movimiento atrás de la raqueta proporciona más velocidad y control. Se pensaba que el movimiento atrás rectilíneo tradicional daba más control, mientras que el "bucle" (amplio y pequeño) daría mayor velocidad de raqueta. Aunque se ha demostrado que un bucle amplio de la raqueta hacia atrás aumenta la velocidad de la misma, también es más probable que tanto el control como el "timing" se vean afectados.<sup>1,10</sup> En contraste con esto, el bucle pequeño hacia atrás de la raqueta pareció aumentar la velocidad de ésta sin afectar ni el "timing" ni el control del golpe.<sup>10</sup> Más allá del tipo de movimiento atrás de la raqueta que se emplee, para lograr más potencia y eficacia, la transición entre ese movimiento atrás y el movimiento adelante debe ser un movimiento fluido, pues así se aumenta la capacidad del jugador de utilizar el preestiramiento de los músculos.



## El movimiento adelante de la raqueta

El tipo de movimiento hacia adelante de la raqueta también se ha modificado con los cambios en el juego del tenis. Muchos de los mejores jugadores profesionales usan una técnica de derecha multisegmentaria en la que se utilizan segmentos individuales del brazo para generar velocidad de la raqueta. Por el contrario, en el movimiento adelante convencional los segmentos del brazo se mueven como una única unidad desde el hombro. El estudio de Elliott y cols.<sup>14</sup> no reveló ninguna diferencia entre el tipo de empuñadura o en el juego de pies inicial preferido por los jugadores que empleaban el movimiento de derecha moderno y los que usaban la derecha convencional. Se observaron, diferencias claras durante el movimiento atrás de la raqueta pues quienes jugaban con el estilo moderno tenían un armado más compacto y durante el movimiento adelante generaban una velocidad de la raqueta mayor (22.5 m/s) que los del estilo convencional (19.3 m/s), lo que daba como resultado una mayor velocidad de la pelota.

## Trayectoria y orientación de la raqueta

Aparte de las diferencias en el tipo de posición de espera, empuñadura, y/o movimiento adelante de la raqueta, los elementos clave en el golpe liftado de derecha son el arco del golpe y la orientación de la raqueta en el impacto. La trayectoria de la raqueta (arco del golpe) puede separarse en planos horizontales y verticales. La mayoría de los investigadores coinciden en que el movimiento horizontal de la raqueta debería parecerse a un arco plano cerca del impacto.<sup>6,13</sup> Se ha sugerido que el ángulo óptimo de la raqueta en el plano vertical es de 28°.<sup>1,10</sup> Este ángulo proporciona una buena



producción de efecto y velocidad. Ángulos más pequeños tienden a producir menos efecto y los más grandes sacrifican la velocidad de la pelota y la profundidad del golpe. Los cambios en el juego de pies y en el tipo de movimiento adelante de la raqueta pueden influir en el arco del golpe. Por ejemplo, el uso del movimiento multisegmentario en la derecha produce un arco menor en el golpe y un trayectoria vertical más pronunciada durante el impacto (47°).<sup>10</sup> Según Brody, un arco menor es menos preciso porque reduce el margen de error debido a que el radio del movimiento de la raqueta es menor.<sup>6</sup> La mayoría de estudiosos concuerdan en que el golpeo en posición abierta no es más eficiente, sino que es resultado de la falta de tiempo de preparación para el golpe de derecha.<sup>1,10</sup> La investigación de Knudson y Bahamonde<sup>17</sup> demostró que la posición cerrada permitía a un grupo de entrenadores profesionales mantener una trayectoria más precisa en el plano horizontal. Cuando los jugadores usaron la posición abierta el tiempo en el que la pelota podía golpearse con éxito en la cara de la raqueta en el plano horizontal se redujo en un 60%.

### Momentum lineal y angular

Una de las preocupaciones más comunes de los tenistas es saber cómo conseguir más potencia y control en el golpe de derecha. Tanto la potencia como el control pueden lograrse mediante el desarrollo adecuado del momentum lineal y angular. El momentum lineal es la cantidad de movimiento lineal que posee un cuerpo. En el golpe de derecha, el momentum lineal se desarrolla a través de las fuerzas generadas desde el suelo al dar un paso adelante y transferir el peso del cuerpo de la pierna atrasada a la adelantada (para un juego de pies en posición cerrada o de

lado).<sup>10</sup> El momentum angular es la cantidad de movimiento angular que posee un cuerpo. Se desarrolla también partiendo de las fuerzas de reacción originadas del suelo y tiende a producir una secuencia de rotaciones corporales (piernas, caderas, tronco, extremidades superiores y raqueta).<sup>10</sup> La rotación óptima del tronco es uno de los resultados del momentum angular. Se ha demostrado que la rotación del tronco está significativamente correlacionada con la velocidad de raqueta independientemente del tipo de posición empleado o el nivel de juego (profesional o intermedio).<sup>12</sup> La rotación del tronco no sólo contribuye a la velocidad de la raqueta (alrededor del 10% de la velocidad final de la misma) sino que también se utiliza en el preestiramiento de los músculos del hombro para permitirles producir una tensión mayor.

### Conclusión

¿Qué pueden hacer los entrenadores para crear derechas explosivas? Entrenadores y jugadores necesitan entender los principios básicos biomecánicos y cómo aplicarlos a los distintos componentes de los golpes. No hay duda de que una de las fuentes de potencia más importantes para un tenista surge de la raqueta. Las nuevas raquetas no sólo permiten que los jugadores golpeen más duro la pelota sino que también proporcionan un control mayor. Para controlar la raqueta en los golpes descentrados es necesario sujetar la raqueta con una empuñadura firme durante el impacto. El uso de la posición cerrada siempre que sea posible no sólo parece ser más eficiente para generar momentum lineal y angular, sino que también parece producir una trayectoria de la raqueta más exacta. Es conveniente intentar realizar un bucle sencillo, pequeño y continuo en el movimiento atrás de la raqueta. Hay que

seleccionar el movimiento delante de la raqueta (derecha multisegmentaria o única) que mejor se adapte a las cualidades físicas y motrices del jugador. Y, sea cual sea el tipo de movimiento adelante, insistir en la importancia de emplear la rotación del tronco y de las piernas durante todo el golpe de derecha, y explicar a los jugadores la importancia de realizar un acompañamiento adecuado.

### Referencias

1. Knudson, D. (1991). The tennis topspin forehand drive: Technique changes and critical elements. *Strategies*, 5(1), 19-22.
2. Brody, H. The influence of racket technology on tennis. *USPTR*, 1997.
3. Baker, J. A. & Putnam, C. A. (1979). Tennis racket and ball responses during impact under clamped and freestanding conditions. *Res. Q*, 50, 164-170.
4. Grabiner, M. D., Groppel, J. L. & Campbell, K. R. (1983). Resultant tennis ball velocity as a function of off-center impact and grip firmness. *Med. Sci. Sports*, 15, 542-544.
5. Elliott, B. C. (1982). Tennis: the influence of grip firmness on reaction impulse and rebound velocity. *Med. Sci. Sports*, 14, 348-352.
6. Brody, H. (1987). *Tennis science for tennis players*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia, PA.
7. Knudson, D. V. & White, S. C. (1989). Forces on the hand on the tennis forehand drive: Application of force sensing resistors. *Int J Sport Biomech*, 5, 324-331.
8. Knudson, D. V. (1991). Factors affecting force loading on the hand in the tennis forehand. *J Sports Med Phys Fit*, 31(4), 527-331.
9. Elliott, B., Kotara, T. & Noffal, G. (1997). The influence of grip position on upper limb contribution to racket head velocity in a tennis forehand. *J Applied Biomech*, 13, 182-196.
10. Groppel, J. (1984). *Tennis for Advanced Players*. Human Kinetics: Champaign, Illinois.
11. Bahamonde, R. E. & Knudson, D. (1998). Upper extremity kinetics of the open and close stance forehand. *4th International Conference on Sports Medicine and Science in Tennis*, Coral Gables, Florida.
12. Bahamonde, R. E. & Knudson, D. (1998). Kinematic analysis of the open and square stance tennis forehand. *Med. Sci. Sports*, 30(5), s29.
13. Elliott, B., Marsh, T. & Overheu, P. (1987). The mechanics of the Lendl and conventional tennis forehands: A coach's perspective. *Sports Coach*, Oct/Dec, 4-9.
14. Elliott, B., Marsh, T. & Overheu, P. (1989). A biomechanical comparison of the multi-segment and single unit topspin forehand drives in tennis. *Int J Sports Biomech*, 5, 350-364.
15. Knudson, D. & Bahamonde, R. E. (1998). Impact kinematics of the open and square stance tennis forehand. *4th International Conference on Sports Medicine and Science in Tennis*, Coral Gables, Florida.

# biomecánica del revés a una y a dos manos

Por Machar Reid, Ayudante del Oficial de Investigación, Departamento de Desarrollo, ITF

### Introducción

El revés, muy a menudo quebradero de cabeza de los jugadores amateur, supone junto a la derecha y al saque el núcleo de los golpes del tenis. Los entrenadores, los jugadores y los teóricos habían considerado tradicionalmente que un revés liftado consistente, sin importar si se jugaba a una o a dos manos, era necesario para complementar la derecha y el saque. En cambio, el juego moderno ha exigido que los jugadores tengan reveses tan incisivos y potentes como cualquier otro golpe. Tan grande ha sido este avance que el revés y, más concretamente, el revés a

dos manos es actualmente la principal arma de algunos de los mejores jugadores del mundo.

Todo entrenador ha de comprender que la selección de uno de los dos reveses es un aspecto que cualquier jugador en formación ha de afrontar. Y decimos formación, porque Stefan Edberg y Pete Sampras son dos ejemplos de jugadores de alto nivel que cambiaron con éxito su técnica de revés cuando aún eran adolescentes. Independientemente de esto, la selección adecuada, guiada por el entrenador, puede tener implicaciones importantes en la formación y desarrollo

del jugador. Para complicar más las cosas, no ha sido hasta hace poco cuando los investigadores han clarificado algo este dilema al que se enfrentan entrenadores y jugadores, al revelar la información relativa a las características mecánicas del revés a una mano y a dos manos (Reid & Elliott, 2001). Con la excepción de los estudios realizados por Groppel en 1978 y por Elliott et. al en 1999, las descripciones anteriores tendían a basarse en la experiencia y daban poco valor a la evaluación de la técnica realizada por los entrenadores y no clarificaban las supuestas ventajas y desventajas mecánicas

de ambos golpes de revés.

### El Debate – cual elegir (a una o a dos manos)

Entre los entrenadores, siempre que tenga lugar una discusión sobre el revés a una o a dos manos, seguro que existen varios puntos de discusión que provocan un debate intenso. Los beneficios que brindan cada uno de ellos con respecto a la generación de velocidad, de efecto, de alcance, de aprendizaje y de disimulo, llevarán muy probablemente a exámenes muy profundos. A continuación nos esforzaremos en aclarar estos puntos claves y trataremos también la posición abierta en el golpe de revés, así como las variantes mecánicas en el revés a dos manos.

#### 1. Generar velocidad:

La idea de que el revés a una mano es un golpe compuesto por múltiples segmentos (5) ha recibido mucho apoyo (Elliott et al., 1989b; Wang et al., 1998) y los análisis recientes la han confirmado. La rotación de las articulaciones de los hombros, codos y muñecas en los jugadores que usan el revés a dos manos confirmó que, en contraste con el trabajo de Groppe (1978), el golpe a dos manos está también compuesto por segmentos múltiples. Los estudios anteriores sugerían que la técnica del revés a dos manos suponía una coordinación de dos segmentos únicamente: la rotación de caderas seguida por la rotación del segmento tronco-brazo-raqueta. En realidad, para el golpe de revés a dos manos también se requiere la coordinación secuencial de cuatro a cinco segmentos corporales: rotación de caderas, rotación de hombros y varios grados de movimiento alrededor de ambos hombros, codos y muñecas que contribuyen a la producción de fuerza durante el golpe.

¿Cuál de los dos tipos de revés es capaz de generar una mayor velocidad de la raqueta en el impacto? Históricamente, se creía que para generar una velocidad alta de la raqueta el radio de rotación debía ser lo más largo posible y que el movimiento de la raqueta debía tener también el mayor arco posible; es decir, las características favorecían claramente la técnica del revés a una mano. Sin embargo, el radio más corto de golpeo del revés a dos manos da una mayor velocidad angular de la cabeza de la raqueta en el impacto y una velocidad lineal en el impacto similar a la del revés a una mano. Además, los

jugadores que usan más los codos y las muñecas (p. e. Venus y Serena Williams) logran una mayor reducción del radio de golpeo durante el golpe.

#### 2. El efecto:

Sea cual sea la técnica de revés preferida por un jugador, la trayectoria y el alineamiento de la raqueta al impactar son los factores determinantes del tipo y cantidad de efecto que se aplique a la pelota. Si bien el liftado normalmente se empleaba como un buen efecto en ambas técnicas a nivel profesional, durante mucho tiempo se estuvo especulando que los principiantes que usaban el revés a una mano tenían dificultades al golpear liftado, debido a la fuerza adicional necesaria para mover la raqueta hacia arriba en una trayectoria más alta (Groppe, 1992). Por contra, siempre se ha pensado que jugar liftado con el revés a dos manos es comparativamente más sencillo gracias a la fuerza adicional de la segunda mano. Los descubrimientos recientes apoyan esta teoría pues afirman que para lograr una velocidad vertical elevada, necesaria para jugar un buen globo, los jugadores de una mano han de reducir la aceleración vertical de la cabeza de la raqueta en el impacto. En cambio, los jugadores a dos manos no tienen tantos problemas y pueden seguir aplicando velocidad vertical y horizontal hasta la posición de impacto.

#### 3. Alcance:

Aceptando que a dos manos hay que tener la habilidad de soltar la mano de arriba con tiempo suficiente como para preparar el golpe en las pelotas a las que se llega estirándose completamente, tanto los jugadores de una como de dos manos impactan la pelota exactamente a la misma distancia lateral del cuerpo. No obstante, el radio de rotación más largo del jugador a una mano le asegura que el impacto se realice más adelante (20-30 cm.). Mientras que a dos manos el contacto normalmente tiene lugar justo enfrente o al lado del pie adelantado.

#### 4. Aprendizaje del golpe:

Desde la perspectiva del aprendizaje del golpe, los hipotéticos requisitos de la fuerza y la magnitud de los distintos segmentos que se requieren se han debatido desde hace mucho tiempo para complicar la discusión sobre cuál de los dos golpes debe enseñarse. Si bien la

habilidad de coordinación puede ser el factor más importante en el proceso de aprendizaje (Schonborn, 1998), es lógico asumir que, como se dijo antes, el revés a una mano requiere de fuerza adicional para realizarlo. Y esto es un factor de gran influencia en la efectividad en la que este golpe se puede jugar cuando los jugadores son principiantes o juniors.

Igualmente, podría parecer que el uso de menos segmentos corporales de forma independiente para el revés a dos manos (p. e. distintos segmentos se mueven juntos) puede hacer más fácil la preparación para el impacto que en el golpe a una mano (donde los segmentos se mueven uno detrás de otro) y facilitar que los jugadores puedan devolver pelotas que reciben a distintas alturas (Elliott & Saviano, 2001).

Otros dos factores que los entrenadores han de tener presentes son: el aprender el revés cortado y la volea de revés. Ninguno de ellos debe olvidarse si se quiere tener un juego completo.

#### 5. El disimulo:

La literatura de finales de los 70 se refería repetidamente a la ventaja del revés a dos manos sobre el de una mano en términos de disimulo (Patterson, 1976). Sin embargo, el análisis de las características mecánicas que justificaban esas afirmaciones no se ha realizado nunca.

Sin embargo, lo observado en los últimos estudios sí sugiere que el revés a dos manos puede ser ventajoso en este sentido. Es decir, con un movimiento adelante de la raqueta más corto y con una mayor aceleración horizontal y vertical sobre la pelota, un jugador de dos manos puede darle a su rival menos tiempo para detectar cualquier variación cinemática, lo que a su vez puede eliminar información sobre la dirección, velocidad y trayectoria del golpe para anticiparse. Además, aunque los jugadores de dos manos no emplean de forma perceptible la mano de arriba (la que está más cerca del cuello de la raqueta) para disimular cuando disponen de tiempo suficiente en la preparación del golpe, el “muñecazo” en el tiro cruzado o el globo es difícil de apreciar y se emplea como una ventaja táctica cuando los jugadores disponen de menos tiempo para prepararse o equilibrarse.

#### 6. La posición abierta en el revés:

Como consecuencia del creciente



dinamismo del juego moderno y la consecuentemente presión de tiempo que se impone a los jugadores, se ha visto como han proliferado el número de tenistas que emplea la posición abierta para el revés. Desde una perspectiva táctica y de movimiento de recuperación esta adaptación técnica ayuda a aliviar la presión de tiempo que sufren los jugadores, ya que les permite recuperar su posición en pista más eficazmente. Evidentemente esta es una de las áreas en las que el uso del brazo no dominante es de gran ayuda para los jugadores de dos manos. La fuerza adicional que ofrece deja que los tenistas puedan pivotar sobre su pierna externa, roten los hombros pasando las caderas (aplicando así un pre-estiramiento agresivo de la musculatura abdominal y del complejo contralateral del glúteo-dorsal ancho), y que a diferencia de lo que ocurre en la derecha, se utilice este golpe casi exclusivamente cuando se llega presionado a la pelota. Por otro lado, los jugadores de una mano pueden emplear

está posición también con éxito cuando realizan un movimiento de raqueta acortado y desde una posición relativamente fija (p. e. desde el resto) o para jugar pelotas que boten alto apoyados en el pie retrasado. No obstante, los tenistas de revés a una mano prefieren normalmente la posición semi-cerrada porque les proporciona un movimiento de raqueta más largo sobre el que generar velocidad de raqueta y una posición de impacto más favorable (en términos de estabilidad y fuerza).

### 7. Variación de la técnica del revés a dos manos:

Observando a los tenistas profesionales pueden observarse en sus golpes. 3. Su posición en la cancha. 4. La percepción correcta del efecto y de la trayectoria. Además de la anticipación, que normalmente llega como fruto de la experiencia de jugar muchos partidos, los jugadores que tienen un buen tiempo de respuesta gozan de cierta ventaja en la red. Según Grosser et al. (2000), el tiempo de respuesta es importante especialmente para llegar a un passing cuando se está en la red o para un duelo de voleas en dobles. El tiempo de respuesta es una combinación entre tiempo de reacción y tiempo de movimiento. El tiempo de reacción es el tiempo que emplea el cerebro para procesar la información sobre qué tipo de golpe se está jugando y enviar un mensaje a los músculos para que se preparen para una volea de derecha o de revés. El tiempo de movimiento es el tiempo que se emplea en moverse para colocarse en la posición y realizar una volea correcta. Chow et al (1999) estudiando a tenistas de nivel avanzado descubrieron que el tiempo promedio de reacción (desde que la máquina lanzapelotas golpea la pelota hasta el movimiento inicial de la raqueta) para la derecha y el revés era de 226 y 205 ms. (milisegundos) respectivamente. Esta diferencia era estadísticamente significativa. El tiempo promedio del golpe (desde el inicio del movimiento de la raqueta hasta el impacto con la pelota) varió desde 381 ms. en los intentos de mayor velocidad hasta 803 ms. en los más lentos. Debido a que es más lento superar la inercia desde una posición estática, recomendamos utilizar un

y la muñeca), marca diferencias en la trayectoria de la raqueta y en su posición hacia y durante el impacto. Estas diferencias se observan claramente si comparamos el revés a dos manos de cualquiera de las hermanas Williams con el de Andre Agassi o Lleyton Hewitt.

### Conclusión

Si bien las últimas investigaciones (y el tenis moderno) apuntan a que el revés a dos manos tiene ciertas ventajas sobre la técnica de revés a una mano, los entrenadores deben continuar trabajando con sus jugadores para encontrar el golpe de revés que más se adapte a cada sujeto. Y, en lugar de pensar como se hacía antiguamente en que hay un tipo de revés que es mejor que el otro, los entrenadores deben ayudar al jugador a que desarrolle su "propio" golpe de revés, ya que cada jugador tiene unas características físicas, una coordinación y un estilo de juego completamente diferentes.

# biomecánica de la volea

Por el Dr. E. Paul Roetert, Director Ejecutivo ASEP, EEUU y el Dr. Jack L. Groppe, Co-fundador LGE, EEUU

El juego del tenis ha sufrido cambios significativos en su forma de juego durante los últimos 30 años. La tecnología de la raqueta ha sido responsable, al menos parcialmente, de que los grandes jugadores golpeen la pelota más fuerte y con posiciones más abiertas. Los saques se golpean a 130 millas por hora y tanto la derecha como el revés se usan como las armas principales para ganar los puntos desde casi cualquier lugar de la cancha. Además, ahora la mayoría de los torneos en todo el mundo se juegan en superficies duras o de tierra. Las canchas de hierba se han convertido en algo cada vez más raro de ver hoy en día. ¿Dónde deja esto entonces al juego de red y especialmente a la volea? La volea habitualmente se juega en la red o cerca de ella, y el contacto se realiza antes de que la pelota bote en nuestro lado de la cancha. Veamos pues algunas de las características de la volea.

### Preparación para la volea

Como el contacto con la pelota tiene lugar cerca de la red, obviamente se tiene menos tiempo para prepararse para este golpe que para los otros. Una preparación correcta es crucial para la volea, ya que una preparación pobre lleva a un golpe precipitado y por tanto a una mecánica pobre. Los jugadores con experiencia aprenden a anticiparse o al menos a darse cuenta de las opciones del rival en una situación determinada. El reducir el número de opciones de los rivales de cinco o seis a dos o tres puede dar una respuesta mucho más rápida a la pelota que nos viene. Saviano (2001) identificó cuatro claves fundamentales que ayudan a una correcta

anticipación: 1. Los patrones y las tendencias del contrario. 2. Las señales que pueden observarse en sus golpes. 3. Su posición en la cancha. 4. La percepción correcta del efecto y de la trayectoria.

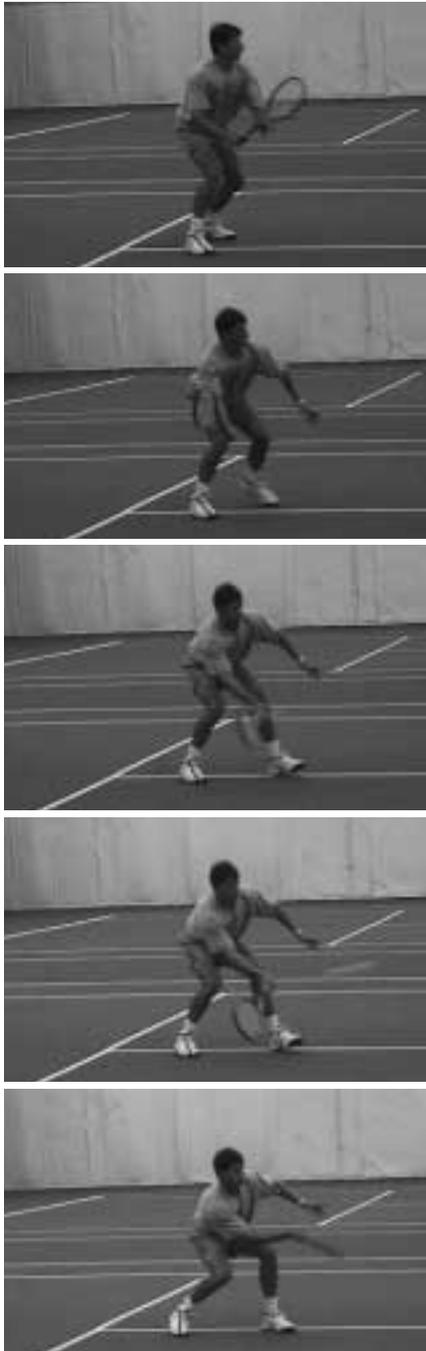
Además de la anticipación, que normalmente llega como fruto de la experiencia de jugar muchos partidos, los jugadores que tienen un buen tiempo de respuesta gozan de cierta ventaja en la red. Según Grosser et al. (2000), el tiempo de respuesta es importante especialmente para llegar a un passing cuando se está en la red o para un duelo de voleas en dobles. El tiempo de respuesta es una combinación entre tiempo de reacción y tiempo de movimiento. El tiempo de reacción es el tiempo que emplea el cerebro para procesar la información sobre qué tipo de golpe se está jugando y enviar un mensaje a los músculos para que se preparen para una volea de derecha o de revés. El tiempo de movimiento es el tiempo que se emplea en moverse para colocarse en la posición y realizar una volea correcta. Chow et al (1999) estudiando a tenistas de nivel avanzado descubrieron que el tiempo promedio de reacción (desde que la máquina lanzapelotas golpea la pelota hasta el movimiento inicial de la raqueta) para la derecha y el revés era de 226 y 205 ms. (milisegundos) respectivamente. Esta diferencia era estadísticamente significativa. El tiempo promedio del golpe (desde el inicio del movimiento de la raqueta hasta el impacto con la pelota) varió desde 381 ms. en los intentos de mayor velocidad hasta 803 ms. en los más lentos. Debido a que es más lento superar la inercia desde una posición estática, recomendamos utilizar un

"split step" para mejorar el tiempo de respuesta en la preparación para la volea.

### El juego de pies preparatorio para la volea

Hay muchos jugadores que entrenan la volea es una posición estática. Van Fraayenhoven y Schapers (2001) recomiendan entrenar la volea de forma dinámica, coordinando el "split step" y centrándose en el equilibrio cuanto antes y tanto como sea posible. Los grandes jugadores realizan un "split step" antes de la mayoría de los golpes para fijar una base de apoyo y poder llegar al siguiente tiro lo más rápido y con el mejor equilibrio posible. La mayoría de los jugadores de club deben intentar hacer el "split step" cuando el contrario inicia el movimiento adelante de la raqueta aunque los grandes voleadores han aprendido a coordinar este "split step" realizándolo justo después del impacto del rival. Han aprendido a medir el "split step" porque les facilita llegar a la red lo antes posible y permite que su cerebro tenga todavía tiempo suficiente para procesar el impacto y dar la señal para moverse hacia la posición de volea.

El realizar un "split step" es probablemente el elemento más importante para las voleas o para cualquier otro golpe que se juegue en la red. Un "split step" es como la técnica de "flexión-extensión" que emplean los esquiadores para hacer un giro. Este movimiento dura sólo el medio segundo que el cuerpo está cayendo en el aire. (Groppe, 1992) y puede ayudarnos mucho en nuestras habilidades motrices para el tenis. Al elevar y disminuir rápidamente nuestra fuerza contra el suelo



se puede lograr equilibrio y luego salir explosivamente hacia el siguiente tiro en cualquier dirección con tanta potencia y rapidez como sea posible. Para realizar el "split step" correctamente los pies deben estar separados y en línea con los hombros, el peso sobre la punta de los pies y el tronco

ligeramente inclinado adelante. Debemos asegurarnos de mantener la raqueta delante del cuerpo y separada, y luego flexionar rápidamente las rodillas para equilibrarnos y prepararnos para movernos en cualquier dirección (Roetert, 1995). Además de que el "split step" proporciona un equilibrio correcto y permite moverse en todas las direcciones, el pre-estiramiento específico de los cuádriceps y los gemelos (interno y externo) y soleo favorece el almacenamiento de energía elástica que permite movimientos explosivos tras caer de nuevo al suelo.

### Mecánica del movimiento de la raqueta en la volea

Aunque la volea puede jugarse con una empuñadura Continental o Este, los buenos jugadores utilizan normalmente la Continental tanto para las voleas de derecha como de revés. La empuñadura Este necesita cambiarse de la derecha al revés y viceversa lo que significa emplear un cierto tiempo, aunque estudios previos indican que se dispone de tiempo suficiente (ITF, 1998). Muchas voleas fáciles se golpean con un movimiento acortado, no obstante, un estudio de Elliott (1994) destacó que la raqueta se lleva más atrás del hombro, tanto en la derecha como en el revés, cuando se golpea la volea a la altura de la línea de servicio. Este tipo de movimiento atrás de la raqueta puede ser más específico en la primera volea que se realiza tras el saque pues el jugador debe intentar en jugarla profunda al lado contrario. Las segundas voleas, generalmente, tendrán un movimiento atrás más corto y el objetivo es más en jugar una volea angulada. Una de las principales fuentes de potencia para la volea es la transferencia de peso y la devolución de la potencia del golpe que nos llega (Williams, 2000). Chow et al (1999) descubrieron que las fuerzas de reacción del suelo durante el golpe indican que cuando la pelota viene lenta los jugadores inician el movimiento lateral dejándose caer hacia el lado mientras que cuando viene rápida inician el movimiento apoyando con fuerza el pié del otro lado contra el suelo. Esta transferencia de peso, o paso, no tiene que realizarse antes de que se haya golpeado la pelota. De hecho, si el pié toca el suelo exactamente a la vez que se golpea la pelota, la precisión del golpe puede peligrar, ya que el paso puede provocar que caiga la cabeza de la raqueta (puede asemejarse al cabezazo hacia adelante que uno da cuando el coche frena de golpe). Por lo tanto, un punto clave al entrenar es "no sincronizar" las manos y los pies cuando se impacta a la

pelota. Williams (2000) descubrió que en las voleas bajas el paso de transferencia del peso tiene lugar normalmente antes del contacto, mientras que en las voleas altas ese paso se da después del contacto.

Se observó que tanto en las voleas de derecha como de revés la cabeza de la raqueta estaba ligeramente abierta en el impacto. Sin embargo, en comparación con los movimientos atrás de la raqueta, la rotación de las extremidades superiores colocaba la raqueta más abierta en el lado del revés (Elliott, 1994). A pesar de que la cabeza de la raqueta está un poco más abierta, los jugadores deben tener cuidado en no partir la muñeca cuando volean. Groppe (1992) observó que los jugadores que la "rompen" en el impacto no usan la rotación de la cabeza de la raqueta antes del impacto y que, por lo general, esa acción de romper la muñeca es una reacción al impacto y no un movimiento intencionado. Como se dijo anteriormente, el movimiento adelante de la raqueta conlleva una transferencia de peso que se inicia en el soleo, gemelos, cuádriceps y glúteos. Normalmente las voleas de derecha y revés utilizan ligeramente la rotación de tronco (elevadores oblicuos y de la columna) aunque la volea de revés implica una menor rotación. El movimiento en la volea de derecha utiliza los músculos deltoides anterior, los pectorales, los rotadores internos del hombro, los flexores del codo (bíceps) y el serrato anterior de una manera concéntrica (acortada). Por su parte, la volea de revés utiliza, también concéntricamente, los músculos romboides, el trapecio medio, el deltoides posterior y medio, los rotadores externos del hombro, los tríceps y el serrato anterior. Los grupos musculares antagonistas en cada golpe se contraen excéntricamente (acción de estiramiento) durante el acompañamiento (Roetert & Ellenbecker, 1998).

### Referencias

- Chow, J.W., Carlton, L.G., Chae, W.S., Shim, J.H., Lim, Y.T. & Kuenster, A.F. (1999). Movement Characteristics of the Tennis Volley. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 31 (6).  
 Elliott (1994). Backswing for Volleys. *Coaches Review*.  
 Groppe, J. (1992). *High Tech Tennis*. Human Kinetics.  
 Grosser, M., Kraft, H & Schönborn: Speed Training for Tennis. Meyer & Meyer Sport, 2000.  
 ITF (1998). *Advanced Coaches Manual*. International Tennis Federation.  
 Roetert, P. (1995). The Split Step. *Tennis Match*. July/August.  
 Roetert, E.P. & Ellenbecker, T.S. (1998). *Complete Conditioning for Tennis*. Human Kinetics.  
 Saviano, N. (2001). One Step Ahead. *Tennis*. May.  
 Van Fraayenhoven, F. & Schapers, M. (2001). Volleys and Overheads. (In: *World Class Tennis Technique*. Roetert, P. & Groppe, J. Eds.).  
 Williams, S. (2000). *Serious Tennis*. Human Kinetics.

## mejora de la técnica de los golpes mediante principios biomecánicos

Por el Dr. Duane Knudson, California State University-Chico, Chico, CA, EEUU

La biomecánica es la ciencia del deporte interesada en estudiar cómo las fuerzas crean y modifican el movimiento del ser humano.

Al ser la biomecánica la ciencia de la técnica, una de sus aplicaciones fundamentales para los entrenadores de tenis es en la técnica de

los golpes. Este artículo proporcionará a los entrenadores una visión más amplia sobre el análisis de los golpes, el llamado análisis

cuantitativo, y mostrará cómo pueden emplearse unos pocos principios biomecánicos para ayudar en la mejora del rendimiento en el tenis.

### UNA VISIÓN AMPLIA DEL “ANÁLISIS DEL GOLPE”

Cuando un entrenador de tenis observa a un jugador durante el entrenamiento y decide darle información o realizar ciertos cambios en su técnica se está desarrollando la habilidad profesional del análisis cualitativo. Un buen análisis cualitativo es mucho más que observar los errores y hacer correcciones. Vamos a explicar que el análisis cualitativo ofrece una visión más amplia que la simple detección del error.

El análisis cualitativo de los golpes de tenis se puede esquematizar en un modelo

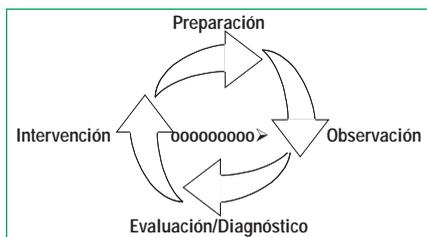


Figura 1. Modelo de análisis cualitativo de las cuatro-tareas propuesto por Knudson y Morrison (1997).

de cuatro-tareas (Figura 1). En la tarea de preparación el entrenador reúne información sobre los golpes, jugadores y la situación a analizar. En la tarea de observación el entrenador utiliza sus sentidos de forma sistemática para recoger información sobre el rendimiento. En la evaluación/diagnóstico el entrenador tiene dos objetivos principales: identificar los puntos fuertes y débiles para luego dar prioridad a estos últimos basándose en su importancia para el rendimiento. En la tarea de intervención el entrenador selecciona la estrategia más apropiada para ayudar a mejorar al jugador. Por último, en el análisis cualitativo en pista el entrenador puede de manera inmediata volver a la observación para controlar el progreso y continuar el análisis.

Esta visión amplia del análisis cualitativo ayuda a los entrenadores a mejorar el rendimiento del jugador mucho más rápido que los métodos tradicionales. El tener en cuenta los puntos fuertes y débiles ayuda al entrenador a conseguir una imagen más completa de las habilidades de un jugador. El diagnóstico del rendimiento centra la atención del entrenador y del jugador en los factores técnicos más importantes, limitando el exceso de información innecesaria o la atención en factores técnicos irrelevantes. El buen entrenador tiene la capacidad de ayudar a los jugadores a mejorar mediante muy distintos tipos de intervención (no sólo con el feedback verbal). Para más detalles e investigaciones a cerca del análisis cualitativo se puede consultar el libro de Knudson y Morrison (1997).

Hay otro punto esencial en el análisis cualitativo profesional de los golpes del tenis. Un entrenador/profesional debería emplear una aproximación interdisciplinar

en las cuatro tareas del análisis cualitativo. Una aproximación interdisciplinar es la integración de la experiencia profesional y de todas las ciencias deportivas, no sólo la biomecánica. Por ejemplo, un entrenador que aprecia que los golpes de un joven jugador tienen poca velocidad de raqueta en el impacto podría decidir que la madurez y la preparación física son más importantes que los cambios biomecánicos en la técnica. El resto de este artículo ilustrará como unos pocos principios de biomecánica se pueden emplear para mejorar la técnica de los golpes del tenis, sin embargo los entrenadores deben esforzarse por integrar todas las ciencias deportivas junto con estos principios.

### NUEVE PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS

Una estrategia para aplicar la biomecánica al análisis cualitativo de los golpes de tenis es a través del empleo de unos pocos principios biomecánicos. Nosotros hemos utilizado nueve principios (Tabla 1) en nuestros cursos de análisis biomecánico y cualitativo (Knudson, en prensa) como una estructura para la aplicación de la biomecánica en la mejora del movimiento humano. Estos principios en lugar de emplear terminología mecánica específica utilizan términos más familiares para el entrenador. Este artículo no presentará todos estos principios extensamente, pero sí se mostrará cómo pueden aplicarse cuatro de estos principios en el análisis cualitativo de los golpes de tenis. Los entrenadores que estén interesados pueden leer más sobre el uso de los principios biomecánicos en el análisis cualitativo en varios estudios realizados (Hudson, 1995; Norman, 1975; Knudson, en prensa).

Tabla 1 Principios biomecánicos

- Balance: el grado de control sobre la estabilidad/inestabilidad.
- Continuum de Coordinación: organización entre la acción simultánea y la secuencial.
- Fuerza-motriz: fuerzas requeridas para cambiar el estado de movimiento.
- Fuerza-tiempo: el “timing” / patrón de aplicación de la fuerza.
- Inercia: la resistencia lineal y angular al movimiento.
- Proyección óptima: condiciones de impacto o lanzamiento que optimizan el rendimiento.
- Extensión del movimiento: movimiento corporal utilizado en un gesto.
- Interacción de segmentos: la transferencia de energía a través de los segmentos corporales y articulaciones.
- Efecto: Rotación de la pelota para estabilizar el vuelo y ajustar la trayectoria.

Principios basados en los artículos de Norman (1975) y Hudson (1995).

### EJEMPLOS DE GOLPES

Los principios de coordinación e interacción de segmentos están llegando a ser incluso más importantes para los entrenadores debido a los recientes cambios en la técnica de los golpes de fondo. Durante la mayor

parte del siglo XX el tenis se jugó con raquetas pesadas de cabeza pequeña. La técnica de la derecha conllevaba una posición de lado, una transferencia del peso seguida por un golpe amplio basado en el movimiento alrededor del hombro. Con las raquetas disponibles actualmente que son más ligeras, más grandes y que despiden más, muchos jugadores están empleando una posición abierta de piernas y técnicas de derecha coordinando las secuencias del golpe (Figura 2). La coordinación de secuencias (movimiento progresivo desde las articulaciones mayores a las menores que tiende a transferir energía a través de la interacción de segmentos) es la técnica más eficaz para el movimiento rápido de resistencias pequeñas. Investigaciones biomecánicas recientes sobre los golpes de fondo en el tenis han demostrado la evidencia de una coordinación de secuencias y un ciclo de estiramiento-acortamiento en las acciones musculares. Actualmente, los golpes de fondo, así como el servicio, son muy coordinados con acciones secuenciales muy medidas de los segmentos del cuerpo. Por ejemplo, en un golpe de derecha con posición abierta, cuando se alcanza la máxima velocidad de rotación del tronco se estiran también los músculos del pecho que almacenan energía elástica. Cuando antes del impacto la rotación del tronco se desacelera (Knudson & Bahamonde, 1999), se recupera parte de esta energía al tiempo que los músculos del pecho aceleran el brazo. Entrenar correctamente la coordinación secuencial no es fácil, pero las pausas evidentes o una falta de estiramiento de los músculos distales cuando los segmentos proximales alcanzan la velocidad máxima son síntomas de una pobre coordinación que los entrenadores han de trabajar para eliminar.

El principio de *proyección óptima* en el tenis sugiere que existen ángulos óptimos para ejecutar los golpes dadas las condiciones típicas (altura, velocidad, posición en pista). Esto significa que ciertas trayectorias de ciertos golpes son más aconsejables que otras para colocar la pelota en los objetivos típicos y estratégicos. Por ejemplo, prácticamente todos los saques se golpean con una trayectoria inicialmente horizontal o hacia arriba. El movimiento hacia arriba de la raqueta en el saque crea efecto liftado prácticamente en todos los saques. Investigaciones sobre el servicio de jugadores avanzados ha mostrado que la raqueta se mueve hacia arriba en el impacto, normalmente cerca de 4 grados sobre la horizontal. Los entrenadores pueden aplicar el principio de proyección óptima evaluando a los jugadores por las signos de “tirar hacia abajo” en el saque. Los principiantes tienden a menudo a “golpear bajo” en el saque, por ello los entrenadores necesitan darles consejos y la sensación de “pegar hacia arriba”. Incluso los jugadores avanzados que quieren subir a la red rápidamente o intentan tener más peso en sus saques pueden empezar a golpearlos poco profundos. Brody (1987) ha mostrado las “ventanas” típicas o ángulos de golpes con éxito para la mayoría de los golpes del tenis.

La proyección óptima está relacionada también con el principio biomecánico del



efecto. El efecto se aplica en todos los golpes del tenis porque todos se realizan para acomodar cierto efecto sobre la pelota o para impartir efecto con un objetivo estratégico. Las investigaciones han demostrado que los golpes "planos" tienen un nombre inadecuado, ya que todos los golpes tienen algo de efecto. En general, los estudios muestran que para los golpes típicos de fondo la trayectoria de la raqueta al impactar plano, liftado o de globo liftado es de alrededor de 20, 35, y 50 grados por encima de la horizontal. Los jugadores con mayor habilidad tienden a mover la raqueta hacia arriba cerca de 20 grados en la mayoría de los golpes, aumentando la inclinación del movimiento de la raqueta antes del impacto en los golpes liftados. Los entrenadores deben saber que un efecto liftado mayor se obtiene a costa de una menor velocidad de la pelota. Así, un jugador que emplee una

trayectoria de la raqueta más hacia arriba al golpear liftado extremo se arriesga a que su golpe tenga menos velocidad, peor profundidad en la colocación, y una mayor posibilidad de golpear fuera del centro. El buen entrenador es capaz de observar el movimiento de la raqueta, el vuelo de la pelota, y el sonido del impacto para evaluar si un jugador está usando apropiadamente el efecto en sus golpes. Los golpes cortados se golpean normalmente con menor trayectoria hacia abajo (15-25 grados) que los golpes liftados porque el efecto de la pelota tras el bote no tiene que invertirse.

Un beneficio esencial del efecto que el entrenador debe evaluar cualitativamente es la curva en el vuelo de las pelotas. La pelota con efecto crea un fluido de fuerza llamado "ascenso", tendiendo a curvar la trayectoria de la pelota en la dirección del efecto. Los entrenadores necesitan sopesar las ventajas estratégicas de la trayectoria y el bote de los golpes con efecto que un jugador ejecuta durante el partido. Si la estrategia es apropiada para una situación específica, ¿Son correctas la técnica y la ejecución del jugador? Quitar la velocidad de los golpes del contrario con golpes cortados puede ser algo apropiado, aunque también el jugador podría estar golpeando demasiado bruscamente hacia abajo la pelota. Esta pobre ejecución le ofrece al rival

oportunidades (golpes poco profundos, menos rápidos y con un bote más alto).

## RESUMEN

Los entrenadores de tenis pueden ayudar a maximizar el rendimiento del jugador empleando un enfoque interdisciplinar para el análisis cualitativo. La biomecánica es una de las ciencias del deporte más importantes para evaluar y diagnosticar la técnica del tenis. El conocimiento biomecánico puede organizarse en nueve principios aplicables en el análisis cualitativo de los golpes del tenis. Para más ejemplos de análisis cualitativos de los golpes, se puede consultar a Knudson (1999), o Knudson y Morrison (1997).

## REFERENCIAS

- Brody, H. (1987). *Tennis science for tennis players*. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania Press.
- Hudson, J. (1995). Core concepts in kinesiology. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, **66**(5), 54-55, 59-60.
- Knudson, D. (1999). Using sport science to observe and correct tennis strokes. In B. Elliott, B. Gibson, and D. Knudson (Eds.) *Applied Proceedings of the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports, TENNIS*. (pp. 7-16). Perth, Western Australia: Edith Cowan University.
- Knudson, D. (in press). An integrated approach to the introductory biomechanics course. *The Physical Educator*.
- Knudson, D., & Bahamonde, R. (1999). Trunk and racket kinematics at impact in the open and square stance tennis forehand. *Biology of Sport*, **16**(1), 3-10.
- Knudson, D., & Morrison, C. (1997). *Qualitative analysis of human movement*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Norman, R.W. (1975). Biomechanics for the community coach. *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance*, **46**(3), 49-52.

# tecnología de la raqueta y golpes de tenis

Por el Dr. Howard Brody, Departamento de Física, Universidad de Pennsylvania, Filadelfia, EEUU

CUANDO se ve jugar al tenis hoy, inmediatamente uno se da cuenta de que las raquetas son bastante diferentes de aquellas raquetas de madera que se utilizaban hace 30 años o más. La raqueta moderna es más grande tanto en su longitud como en la anchura de su cabeza, es considerablemente más ligera, es menos flexible, está hecha de un material de plástico reforzado, y es posible que sea alrededor de una pulgada más larga. Si se mira como juegan los mejores jóvenes, se aprecia que el estilo de los golpes del tenis también ha cambiado durante ese periodo de tiempo. Los golpes de fondo uniformes y fluidos que realizaban los campeones de los primeros dos tercios del siglo XX se han reemplazado por un tipo de juego que enfatiza la potencia desde la línea de fondo y la habilidad para terminar el punto de un solo tiro cada vez que el rival pierde ligeramente la posición o deja una

pelota que bota corta. ¿Es posible que los cambios en la mecánica de los golpes sean resultado directo de los cambios en la tecnología de la raqueta, o los golpes evolucionaron de manera independiente a los cambios de la raqueta? Lo que este artículo indagará es cómo la nueva tecnología en las raquetas de tenis ha permitido a los jugadores modificar la forma de golpear la pelota.

Las viejas raquetas estándar que usaban la mayoría de los jugadores hasta la década de los 70 pesaban al menos de 14 a 15 onzas, tenían un equilibrio neutro, y una cabeza pequeña tanto en longitud como en anchura. Debido a las limitaciones estructurales de la madera, para fabricar una raqueta suficientemente ligera como para que un jugador realizara el golpe con comodidad, el marco no podía hacerse muy grueso, lo que suponía darle cierto grado de flexibilidad,

especialmente cerca de la punta. Además, la relación entre potencia y peso que tiene la madera hacía que la cabeza no pudiera ser demasiado grande si se quería encordar la raqueta a una tensión razonable. Las raquetas modernas están moldeadas a partir de un material de grafito reforzado (y en ocasiones además de otros materiales exóticos de refuerzo), pesan entre 9 y 11 onzas, y a menudo se manejan con ligereza. Incluso es posible fabricar raquetas con un peso tan bajo como de hasta 7 onzas, que tengan todavía una cabeza bastante grande y cuenten con un marco sumamente rígido y perdurable.

El golpe de fondo clásico usado por la mayoría de jugadores hasta la mitad del pasado siglo era un movimiento de raqueta amplio y fluido, con una preparación buena y pronta y con un acompañamiento largo. Los jugadores se colocaban de lado y



aceleraban la raqueta con uniformidad a través de la zona de golpeo mientras transferían el peso del cuerpo hacia adelante (se daba un paso hacia la pelota).

El tiro normalmente se golpeaba plano o con algo de liftado, pero de vez en cuando los jugadores preferían golpear con un ligero efecto cortado en el revés. El golpe moderno de derecha que muchos jugadores han adoptado se realiza con una posición abierta con una empuñadura oeste o semi-oeste. Los jugadores "pre-estiran" el cuerpo y luego lo "sueltan" en el golpeo, poniendo en acción los grandes músculos del tronco. Este movimiento de rotación provoca normalmente que el jugador se despegue del suelo durante o al final del golpe. El resultado es que la pelota se golpea con un liftado excesivo y por lo habitual muy fuerte.

En el tenis actual incluso los jugadores más jóvenes parecen dar latigazos con sus raquetas sin esfuerzo alguno. Hace años, probablemente sólo un jugador excepcional habría tenido la capacidad física de hacer esto con las pesadas y viejas raquetas de marco de madera. El jugador de nivel medio y el amateur necesitaban ese movimiento de raqueta largo para acelerar la raqueta y golpear con velocidad. Además, esta aceleración gradual daba al jugador mucho más control sobre la cabeza de la raqueta y le permitía golpear la pelota aproximadamente en el mismo punto de las cuerdas cada vez. Esto era básico, ya que golpear en varias zonas de las cuerdas con las viejas raquetas a menudo producía respuestas bastante distintas (el "punto dulce" era pequeño). De tal manera, una pelota golpeada una pulgada más o menos lejos del punto deseado en el cordaje podía acabar fácilmente en la red o fuera. Con esas viejas raquetas conseguir que la pelota cayera dentro de la pista de modo regular requería una zona de impacto en las cuerdas también consistente, lo que por otro lado sólo podía lograrse con un movimiento de raqueta controlado.

Con el movimiento rápido y de latigazo que usan muchos jugadores en la actualidad, es más complicado golpear la pelota en el

mismo punto del encordado cada vez que movemos la raqueta. Sin embargo, debido a las características de las raquetas modernas y al efecto liftado extremo empleado en los golpes, la trayectoria de la pelota es mucho menos sensible a la zona exacta de impacto en las cuerdas. (La raqueta tiene ahora un mayor "punto dulce"). Si existe una zona preferida para golpear la pelota (como puede ser el centro de las cuerdas), las nuevas raquetas confieren un mayor margen para errar en el punto de impacto, ya sea por contactar muy a la izquierda o a la derecha, o muy arriba o abajo del centro del encordado.

Debido a que las nuevas raquetas son mucho más anchas que las antiguas de madera, son también más estables ante las torsiones cuando la pelota no se impacta a lo largo del eje central. La propiedad física de la raqueta que produce este equilibrio se llama el momento de inercia polar. Cuanto mayor sea este momento, menor será la torsión de la raqueta en los golpes descentrados y menor será la pérdida de potencia de la pelota. Este momento de inercia es proporcional al peso de la raqueta y al cuadrado de la anchura de su cabeza. Una raqueta con una cabeza de 10 pulgadas (medida típica de una raqueta sobredimensionada) es un 25 % más ancha que las antiguas raquetas de marco de madera (que tienen una anchura de 8 pulgadas) con lo que poseen en comparación un momento de inercia superior al 50%.

Esto más que compensa la reducción del 25% del peso que tienen las raquetas nuevas. Este aumento del momento polar reduce la torsión de la raqueta en los impactos fuera del eje (y por tanto reduce el ángulo de desviación de la pelota debido a la torsión), y mantiene sin muchas variaciones la velocidad de la pelota en impactos descentrados. Estas dos consecuencias proporcionan al jugador un margen de zona de impacto mucho mayor al golpear la pelota. Además, el uso del efecto liftado proporciona al jugador una mayor "ventana" de ángulos aceptables en el impacto cuando el golpe va dentro de la cancha.

Cuando la potencia de la raqueta se mide en el laboratorio, se lanzan pelotas contra el marco y se mide la velocidad de rebote de la pelota en distintas zonas de impacto. Para una raqueta típica, la velocidad de rebote de la pelota es máxima cuando el impacto ocurre cerca del cuello de la raqueta, mientras que la velocidad disminuye cuanto más se aproxima el impacto al extremo superior de la raqueta. Por regla general, cuanto más se aleja el impacto del punto de equilibrio, menor es la velocidad de rebote de la pelota en el laboratorio. Además, las raquetas más rígidas tienden a tener más potencia que las raquetas flexibles, particularmente cerca de su extremo superior. Muchas de las nuevas raquetas son de cabeza pesada, lo que significa que su punto de equilibrio está más hacia arriba de la cabeza de la raqueta. Debido a esto, el punto de potencia máxima se desplaza hacia arriba, lejos del cuello. Cuanto más rígida es la raqueta, más se reduce la degradación de potencia cerca de su extremo superior. Estos resultados se refieren a una situación en la

que la raqueta no se mueve, sino que está estática en el laboratorio.

Cuando la raqueta se mueve, su extremo superior se mueve algo más rápido que su cuello y la relación entre ambas velocidades depende del tipo exacto de movimiento del brazo. Un movimiento realizado con la muñeca, como si fuera un látigo, tendrá una relación mayor en la velocidad del extremo-cuello que un movimiento clásico. Como el extremo se mueve más rápido que el cuello, el punto máximo de potencia asciende. Cuando los aspectos físicos de todos estos factores (la respuesta de la raqueta y el movimiento del brazo del jugador) se combinan para predecir las características reales de la raqueta, los nuevos marcos usados con un movimiento moderno muestran una respuesta de potencia uniforme en una mayor área de la cabeza de la raqueta. Por el contrario, en las raquetas antiguas movidas con un movimiento de brazo clásico, la pelota tiene que golpearse exactamente en el mismo sitio cada vez para conseguir una respuesta uniforme.

En este último caso, si la pelota se golpea por debajo del centro de la cabeza, se produce una pérdida de potencia y es posible que la pelota no pase la red. Si se golpea más cerca del cuello que del centro de la cabeza, el resultado es más potencia, y posiblemente el golpe iría fuera de la línea de fondo. Con las raquetas modernas y el estilo moderno, estas variaciones en el impacto producirán variaciones muy insignificantes en la velocidad resultante de la pelota, comparadas con la que se obtiene si se golpea en el centro de la cabeza. Esto significa que si la pelota se golpea una o dos pulgadas fuera del centro de la cabeza de la raqueta, el resultado será aún un buen golpe.

Si un jugador tiene la habilidad física de realizar un movimiento moderno con una raqueta antigua pesada, cualquier pequeño impacto descentrado hará que la pelota se des controle. Las raquetas modernas, debido a su naturaleza inocua y a su menor peso, han permitido a los jugadores adoptar un nuevo estilo en sus movimientos de brazo y al mismo tiempo hacer que la pelota entre en la zona de la cancha que ellos desean.

He aquí una segunda razón por la cual los golpes jugados con empuñaduras oeste y semi-oeste se observan más frecuentemente en la actualidad que hace 30 años. Desde el principio del tenis, el juego se jugaba en hierba, una superficie rápida de bote bajo. Tres de los cuatro torneos del "Grand Slam" se jugaban en hierba, así como otros muchos torneos. (Por ejemplo el torneo de la USTA se conocía como USLTA, pues la L significaba "hierba" (lawn en inglés). Las empuñaduras oeste y semi-oeste no son las mejores para superficies rápidas y de bote bajo sino que son las mejores para superficies medias o lentas y de bote alto. Hoy en día, el circuito profesional sobre hierba dura como mucho un mes, por lo que la mayoría de los jugadores aprenden, entrenan y juegan bien sobre canchas duras o sobre canchas de arcilla. Consecuentemente, las nuevas empuñaduras y los nuevos tipos de golpes han evolucionado junto con la nueva tecnología de las raquetas para adaptarse a las superficies predominantes.

# biomecánica del movimiento en el tenis

Por el Dr. E. Paul Roetert, Director Ejecutivo ASEP, EEUU. y Todd S. Ellenbecker, Director Clínico de Physiotherapy Associates, EEUU.

Al investigar la biomecánica de los movimientos del tenis, una de las primeras cosas que hay que hacer es comprender los patrones de movimiento de este deporte, especialmente cómo se relacionan con las distintas superficies. Una vez se han entendido los patrones podemos diseñar programas de entrenamiento que se adapten a las necesidades individuales de nuestros jugadores. El famoso entrenador de tenis alemán Richard Schönborn asegura que todo el potencial de movimiento de un tenista viene determinado por la preparación física y por las habilidades de coordinación, y por esa razón dichas habilidades deben incluirse continuamente en la técnica de este deporte (Schönborn, 1998).

## Efectos de las superficies sobre el movimiento en la cancha

El tenis es el único gran deporte que se juega sobre una amplia variedad de tipos de superficies, incluido también el más alto nivel. Afortunadamente, con alrededor de tres cuartos de millón de canchas repartidas por 200 países de todo el mundo, pocos discutirán que la libertad que el tenis ha permitido en cuanto a la construcción de canchas ha tenido una gran influencia en la popularidad y crecimiento del tenis en todo el mundo (Coe & Miley, 2001).

Un reciente estudio de O'Donoghue & Ingram (2001) investigó la estrategia de los tenistas de élite y el efecto que tiene tanto la superficie de la cancha como el sexo del jugador. Estos autores tomaron el tiempo de los peloteos durante los cuatro torneos de Grand Slam, estudiando 252 partidos individuales con un sistema de análisis informático. Los resultados de la investigación mostraron que los peloteos de los partidos femeninos (promedio de 7.1 segundos por peloteo) eran significativamente más largos que los de los masculinos (5.2 segundos por peloteo). A su vez, los peloteos medidos en Roland Garros duraban considerablemente más que los cualquier otro torneo del Gran Slam, siendo los de Wimbledon con diferencia los más cortos.

Además, midieron la proporción de peloteos desde el fondo de cancha en cada superficie. Los resultados tienen influencias importantes sobre la dinámica y la mecánica del movimiento en cancha. La proporción de peloteos desde el fondo para cada torneo era la siguiente: en Roland Garros el 51% de los puntos, en el Open de Australia el 46%, en el Open USA el 35%, y en Wimbledon el 19%. Estos números

ilustran con claridad las distintas exigencias y estrategias que emplean los jugadores según compitan en una u otra de las 4 superficies empleadas en los torneos del Grand Slam.

Los estudios realizados por Grosser, Kraft y Schönborn (2000) demuestran también que en los torneos, según sea la superficie de la cancha, de un cuarto a un tercio de los golpes se golpean bajo presión de tiempo (es decir, al menos un golpe por punto). Por lo tanto, la influencia de los diferentes tipos de velocidad en el resultado final de los partidos es evidente.

## Efectos de las pelotas de tenis sobre el movimiento en la cancha

Recientemente se han presentado nuevas investigaciones sobre los efectos de la pelota tipo III (más grande) en el movimiento en la cancha. Se empleó una muestra de jugadores amateurs para estudiar los golpes de derecha durante los peloteos, observando con mayor énfasis el lugar de la cancha desde el cual los golpeaban. Los resultados del estudio mostraron que con la pelota tipo III (más grande) se golpeaban más pelotas desde una posición más cercana a la red, siempre en comparación con las derechas jugadas con la pelota de tamaño tradicional. Por tanto, este estudio sugería que se requiere una mayor cantidad de movimientos hacia adelante cuando los jugadores amateurs juegan con la pelota del tipo III. Sería conveniente realizar otro estudio para examinar otras características y respuestas del jugador cuando se juega con esta pelota tipo III.

## Efecto de la técnica moderna sobre el movimiento en la cancha

Cuando los autores eran jóvenes, se les enseñó a llevar la raqueta atrás pronto durante la preparación para los golpes de fondo. En muchos casos, los entrenadores les decían a los jugadores que fueran dirigiendo con la raqueta, a medida que rotaban el cuerpo en una dirección, hasta situarse de lado con respecto a la red. De hecho, Bill Tilden, en su libro, *Match Play and the Spin of the Ball* (1925) aseguraba que todo jugador debería: "Esperar la pelota de cara a la red, con el cuerpo en paralelo a ella. Jugar todos los golpes con los ángulos adecuados (de lado) con respecto a la red. Esto es cierto para el saque, los golpes de fondo, la dejada, la volea, el remate, el bote pronto y el globo".

De nuevo, los últimos estudios realizados por científicos del deporte y

entrenadores han mostrado mediante el análisis con cámaras de alta velocidad que este pensamiento tradicional de movimiento anticipado de la raqueta y de posición lateral a la red, es contrario a los patrones de movimiento modernos de los tenistas de élite. Las observaciones de estos jugadores han mostrado que la rotación del cuerpo se inicia en realidad con la rotación de hombros, en concreto se centra en el movimiento del hombro dominante que se desplaza hacia atrás alejándose de la dirección en la cual viene la pelota, todo ello bastante antes de que tenga lugar el movimiento de la raqueta. El movimiento temprano en el golpe de fondo se produce en el tren inferior, y con las fases iniciales de la rotación del hombro sin que se produzca un movimiento de raqueta sustancial. Esta rotación inicial permite que el jugador comience la rotación de tronco y de hombros sin tener la raqueta en una posición descolgada o poco preparada, lo que podría interferir con el movimiento en la cancha. Los jugadores iniciantes intentarán correr o moverse hacia la pelota con el brazo y la raqueta ya extendidos y colocados tras la espalda en un intento por preparar ese golpe de fondo. Otro punto clave que debe ser analizado en detalle y que resulta importante para entrenadores y jugadores es el observar el inicio de la rotación del jugador (Saviano, 2000).

## Características del movimiento en la cancha

Se ha dicho repetidamente en la literatura del tenis que la colocación depende de la habilidad del jugador para moverse rápido en todas las direcciones, cambiar a menudo de dirección, parar y salir, manteniendo siempre el equilibrio y el control para golpear la pelota con eficacia. La naturaleza misma del tenis con salidas bruscas, paradas, flexiones, etc., supone que los huesos, ligamentos y músculos tengan que absorber las fuerzas que producen estas cargas repetidas (Chandler, 1995). Por ello, para prevenir lesiones es fundamental realizar los ejercicios adecuados, incluyendo siempre el entrenamiento de fuerza y flexibilidad entre ellos.

Además, para mejorar su rendimiento, los jugadores tienen que estar en la posición correcta que les dará una base sólida desde la cual golpear la pelota. Y esto requiere agilidad, velocidad y equilibrio. Más en concreto, para tener éxito en cada golpe, lo importante es el equilibrio dinámico, o la habilidad para mantener el centro de gravedad sobre la



base de sustentación mientras el cuerpo se está moviendo. Al mover el centro de gravedad hacia el borde de la base de sustentación, será cuando se inicie el movimiento en esa dirección. Cuando se responde el golpe de un contrario, el centro de gravedad no puede salirse mucho de la base de sustentación, porque si no el jugador se desequilibra (Chu & Rolley, 2001). En el tenis, el movimiento preparatorio anterior a un cambio rápido de dirección es: el “split step”.

### Mecánica del “Split Step”

Con los continuos cambios en el juego y con el predominio de peloteos potentes desde el fondo de la cancha durante los puntos, los tenistas tienen cada vez menos tiempo de preparación para los golpes de fondo. Las primeras descripciones del “split step” desde la línea de fondo durante la preparación de un golpe de fondo comentaban que ambos pies caían al suelo tras el salto simultáneamente. Este movimiento capacitaba al jugador para empezar a moverse tanto a la derecha como a la izquierda para ejecutar un nuevo golpe.

Sin embargo, estudios más actuales del movimiento de preparación desde la línea de fondo han demostrado que esas descripciones de este movimiento eran inexactas. Los tenistas de élite caen y colocan los pies de manera específica en el “split step” desde el fondo de cancha. Esta información la descubrieron científicos deportivos al grabar a tenistas de élite en competición con cámaras de video digitales de alta velocidad.

Empleando el ejemplo de un jugador diestro que se prepara para pegar una derecha, veamos cuál sería el mecanismo de este “split step”. Mientras están en el aire o cayendo del saltito o movimiento hacia arriba realizado durante el inicio del “split step”, los jugadores comienzan a preparar su caída para tocar el suelo primero con el pie más alejado de la pelota que les llega, cerca de medio segundo antes que con el otro pie. Un jugador

diestro que se prepara para dar una derecha caería entonces con el pie izquierdo primero. Cuando el pie derecho se prepara para tocar el suelo, los grandes jugadores empiezan ya a girarlo hacia la dirección en la que pretenden salir a por la pelota. Esto en un tenista diestro supondría concretamente apuntar ese pie derecho hacia fuera. Este patrón de movimiento se lleva a cabo sin un aparente pensamiento consciente, entre otras cosas porque ni entrenadores ni jugadores eran conocedores hasta hace poco de que esta respuesta o patrón tenía lugar. Por ello se piensa que este preciso mecanismo o secuencia potencia la habilidad de un jugador para realizar un desplazamiento lateral o de lado y además puede iniciar la rotación del cuerpo hacia el lado hacia el que se pretende mover.

El examen de las consecuencias que la posición de caída “hacia fuera” del pié más cercano a la pelota tiene en la ejecución general del golpe nos facilita una mayor comprensión de la importancia de esta secuencia de acciones. La posición y caída de la extremidad inferior en un movimiento de rotación externa (pie hacia fuera) sirve para girar hacia fuera los huesos de la parte inferior de la piernas (tibia y peroné), con lo que consecuentemente se gira hacia fuera también el de la parte superior (fémur). Esta rotación hacia fuera produce finalmente la rotación o apertura de la pelvis en dirección al movimiento. Esta secuencia de movimientos de rotación es común en casi todos los patrones motrices humanos y se denomina “principio de la cadena cinética”. Esta activación secuencial y la serie predecible de movimientos confirma lo que los científicos del deporte han descrito en la biomecánica del deporte durante muchos años. Claramente, una gran parte de este movimiento se produce en una fracción de segundo y puede ser difícil de detectar para el ojo humano. Por ello los entrenadores y los científicos han de utilizar el análisis mediante video para ayudar a los jugadores a corregir sus fallos y mejorar su rendimiento.

### Mecánica del pie y del tobillo durante los movimientos en la cancha

Del análisis de la mecánica específica del pie y del tobillo se puede obtener información adicional a cerca de la mecánica del movimiento en el tenis. Un mito muy extendido en el deporte del tenis es que el tenista juega sobre la punta de los pies. Cuando se camina, se corre, o se juega al tenis, se pone una tremenda carga sobre la punta de los pies y lógicamente al examinar los pies de cualquier tenista profesional se observan a menudo extensas formaciones callosas en los dedos y en la parte delantera de la planta. No obstante, el análisis en video a cámara lenta muestra con claridad que, para moverse en la cancha, los tenistas emplean la misma progresión desde el talón hasta las puntas que utilizan los corredores u otros atletas.

Otros análisis del movimiento del pie y del tobillo durante el juego también

explican los patrones de las lesiones y los del calzado deportivo. Cuando se impulsa contra el suelo, el pie está en una posición supinada. Supinación es un término utilizado para describir la posición del pie en la que tanto este como el talón están doblados hacia dentro, formando un arco relativamente alto. Al caer, el pie prona o se coloca plano inmediatamente (pie y tobillo se doblan hacia fuera haciendo desaparecer el arco). Esta pronación es necesaria por varias razones. La primera es que sirve para absorber el impacto y lograr atenuarlo para proteger así al cuerpo del impacto que sigue al golpe del talón. La segunda es que permite que el pie se adapte a la superficie de la cancha o a posiciones desiguales, tanto sobre tierra como sobre hierba.

Tras la pronación y mientras el pie está plano sobre la superficie, este y el tobillo vuelven a supinar antes de empujar contra el suelo. Este es otro de los aspectos mecánicos importantes, ya que si se hace mal esa resupinación antes de empujar contra la superficie de la cancha se pueden crear lesiones y el impulso puede ser ineficiente. Aquellos jugadores que tienen pies muy planos o pronados acaban muchas veces lesionándose por sobrecarga, por ejemplo con fascitis plantar, tendinitis en el tendón de Aquiles, periostitis, etc, debido a que la repetitiva mecánica de su pie y tobillo no es la ideal. Por otra parte, para minimizar el riesgo de lesiones por el movimiento en cancha y para potenciar el rendimiento del jugador hay que asegurarse de que los jugadores llevan siempre un calzado adecuado y que lo cambian cuando es necesario, así como que utilizan artículos ortopédicos (plantillas, etc.) si los requieren.

### Referencias

- Chandler, J. (1995). Exercise Training for Tennis. *Clinics in Sports Medicine*.
- Chu, D. & Rolley, L. (2001). Improving Footwork and Conditioning. In Roetert, P. & Groppe, J. (Eds.) *World Class Tennis Technique*, Human Kinetics, Champaign, Illinois.
- Coe, A. & Miley, D. (2001). Adjusting to Different Court Surfaces. In Roetert, P. & Groppe, J. (Eds.) *World Class Tennis Technique*, Human Kinetics, Champaign, Illinois.
- Grosser, M., Kraft, H. & Schönborn, R. (2000). *Speed Training for Tennis*. Meyer & Meyer Verlag, Aachen, Germany.
- Knudson, D. (2001). *Presentation on the Effects of the Type III Tennis Ball*. United States Tennis Association Annual Meeting, April 2001, Tucson, Arizona.
- O'Donohue, P. & Ingram, B. (2001). A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19, 107-115.
- Saviano, N. (2000). *Dispelling Technical Myths: The Split Step and Racket Preparation*. High Performance Coaching.
- Schonborn, R. (1998). *Advanced training techniques for competitive players*. Meyer & Meyer Verlag, Aachen, Germany.
- Tilden, W. (1925). *Match Play and the Spin of the Ball*. Kennikat Press, New York.



# Mini-Tenis



## Planificación de Mini-Tenis (parte final)

Por la Federación Francesa de Tenis

### MÓDULO 2 – El peloteo

Esta situación de referencia comprende dos partes. La primera tiene lugar en una cancha de 8m. x 6m., la red es de 0.5 m. de alto y los niños usan raquetas del tipo nº1 y una pelota de mini-tenis. El objetivo es conseguir el peloteo más largo posible con un mínimo de 15 golpes con bote.

En la segunda parte, el objetivo y el criterio de éxito sigue siendo el mismo. La cancha es más grande y ahora mide 12m. x 6 m. Las raquetas que se utilizan son del tipo nº2, lo que significa que son más grandes y pesadas.

Después de realizar ejercicios de familiarización y utilizar el equipamiento y las áreas de juego sin limitaciones, en esta fase es fundamental desarrollar habilidades de mayor utilidad que permitan al niño lograr sus intenciones. Además, incluso si los ejercicios se realizan durante el juego, el profesor ahora se asegurará de que se lleven a cabo con la máxima corrección posible, a la vez que ha de tener presente las características individualidades de los chicos que pueden ser muy específicas en estas edades.

### MÓDULO 2 – Poner la pelota en juego

Para esta situación de referencia las dimensiones de la cancha son 12 m. x 6 m., la red tiene 0.6 m. de altura, las pelotas son de mini-tenis y las raquetas del tipo nº2. El jugador va a golpear, sucesivamente, 3 saques a 4 metros de la red, 3 saques a 5 metros y otros 4 a 6 metros. El restador debe restar la pelota desde la otra mitad de cancha. El sacador

debe ganar al menos 5 puntos antes de cambiar.

Cuando el niño empieza a jugar tendrá que aprender cómo poner la pelota en juego. Puede aprender a utilizar el saque por debajo hasta que esté listo para dominar la técnica de saque por encima del hombro. Aunque ese saque sea difícil, el niño puede experimentar cierta satisfacción haciéndolo y el contacto entre pelota y raqueta, así como las trayectorias resultantes pueden ser más sencillas de enseñar. Apuntar a una zona y pegarle a dianas son indicadores del éxito a la vez que fuentes de motivación.

Tras los dos primeros módulos uno tiene la impresión de que el juego evoluciona gradualmente hacia una estructura real.

Pero más que el mismo juego, es la adquisición de habilidades lo que es esencial para los jóvenes. De hecho, en esta fase, los chicos son capaces de enlazar acciones. En el primer módulo, hemos visto por ejemplo que los niños prueban a realizar la actividad. En este segundo módulo, son capaces de entender lo que tienen que hacer y el por qué.

¿Qué pasa entonces con el tercer módulo?

Lo que cambia es que ahora los chicos tienen ciertas intenciones. Vamos a ofrecerles varios tipos de juegos, con lo que el joven adquirirá el estatus de un jugador de tenis.

Esto significa que en esta fase el juego se convierte en algo importante, en un momento privilegiado. Permite al profesor comprobar aquellas cosas que los niños han aprendido y aquellas que aún necesitan aprender. A partir de estas observaciones



el entrenador se formará sus conclusiones con las que más tarde definirá los nuevos objetivos y metas.

### MÓDULO 3 – El peloteo

Una vez se ha alcanzado esta fase, el niño debería ser capaz de jugar un partido de individuales, arbitrarse y cantar los puntos. Las dimensiones de la cancha son 12 m. x 6 m. y la red mide 0.6m., las pelotas de mini-tenis y las raquetas del tipo nº2.

El saque se realiza por debajo al cuadro contrario y cruzado y el alumno debe ganar 4 puntos para lograr un juego. Se pueden disputar varios juegos y, una vez que se acabe el partido, los jugadores y los árbitros intercambian papeles.

Además de ser divertido, el juego se convierte en una forma de entrenar las habilidades adquiridas. Enseñar el juego es enseñar cómo dirigir mejor la pelota, colocarla donde no está el rival, cubrir la propia cancha y ganar los puntos ante el contrario.

Cambiando las dimensiones de la cancha y de la red y extendiendo las situaciones de aprendizaje, el profesor desarrollará un cierto grado de adaptabilidad en el niño.

Al darle a los niños la oportunidad de cambiar frecuentemente de compañeros durante las lecciones y los partidos, se les ofrece la ventaja de mantener su interés y concentración y les ayuda a adaptarse ellos mismos a diferenciar los distintos tipos de juegos y hacerles frente.

El profesor necesitará establecer las organizaciones específicas en cancha. En este caso en particular, los chicos siempre rotan en la misma dirección. Es una organización simple y al azar.

Dependiendo de los objetivos establecidos por el entrenador, pueden ser factibles otras organizaciones.

En este segundo ejemplo, la cancha se divide en dos zonas: la zona del ganador y la zona del perdedor. Después del partido, los chicos que han ganado se mueven una cancha hacia la zona de los ganadores y los perdedores una hacia la de los perdedores. La ventaja de este tipo de rotación es que tras cierto

tiempo el mejor jugador se enfrentará contra cada uno de los otros de la zona de ganadores y de la zona de perdedores. Esta organización específica permitirá al profesor establecer los niveles de habilidad dentro del mismo grupo.

### MÓDULO 3 – Poner la pelota en juego

Esta situación de referencia coloca juntos al sacador y al restador.

El papel del sacador es sacar 10 pelotas apuntando a las zonas exterior e interior del mismo cuadro de servicio y de forma alternativa.

El papel del restador es devolver la pelota a la media cancha azul cuando cae dentro de la zona exterior y a la media cancha roja cuando la pelota cae dentro de la zona interior. El propósito de esta situación es sugerir una intención táctica para el sacador y el restador.

En estos momentos el joven domina la acción global del saque. Para realizar mayores progresos el chico intentará golpear la pelota con más precisión, potencia y consistencia. El profesor intentará ayudar a que el jugador perfeccione el movimiento a la vez que lo simplifica, gira los pies hacia una zona y situaciones propuestas que aseguren el éxito del niño, p.e. más cerca o más lejos de la red.

### CONCLUSIÓN

El propósito de planificación antes de la fase de iniciación es dar muchas ideas para el profesor. El objetivo ahora se ha alcanzado. El chico ya puede jugar al tenis. Lo que se necesita recordar ahora es mejorar los movimientos y dar un toque personal al juego propio. Y se debe también ayudar al jugador a que encuentre su propia personalidad.

Después de todo lo que hemos visto sobre mini-tenis parece que hay material para mucho más. Esta es la base, el punto de inicio. Nosotros debemos ahora aplicar todas esas cosas en una cancha de tenis con todos los entrenadores. Y como no, ir todavía más allá.



# libros y videos recomendados

## libros

**Técnica del Tenis Avanzado** (World-Class Tennis Technique). E. Paul Roetert and Jack L. Groppe (Eds.). Año: 2001. Idioma: Inglés. Este libro está escrito por expertos mundiales en las ciencias del deporte, el entrenamiento y la enseñanza del tenis. Entre los autores se incluyen antiguos campeones mundiales, entrenadores nacionales y capitanes de Copa Davis. Estos expertos presentan un análisis detallado de la técnica óptima de todos los golpes esenciales. Además de los golpes, el libro contempla distintos aspectos del tenis ya que relaciona la técnica con las raquetas, el material, las canchas y el entrenamiento físico y psicológico. Cada capítulo está escrito por un experto junto con un entrenador de alto nivel de los países con mejor tenis del mundo. Los autores son: Ron Woods y Mary Joe Fernandez, Howard Brody y Stan Smith, Andrew Coe y David Miley, Todd Ellenbecker y Craig Tiley, Donald Chu y Lynne Rolley, Ben Kibler y Dennis van der Meer, Richard Herbst y Patrick McEnroe, Jim Loehr y Tom Gullikson, Miguel Crespo y Jose Higuera, Vic Braden y Jack Kramer, Frank van Fraayenhoven y Michiel Schapers, Bruce Elliott y Nick Saviano, Paul Dent y Patrice Hagelauer, y Duane Knudson y Pam Shriver. Para más información contactar con: Human Kinetics, P.O. Box 5076, Champaign, Il. 61825-5076. USA. [www.humankinetics.com](http://www.humankinetics.com).

**Guía de supervivencia para la mujer atleta.** (The athletic woman's survival guide). Por la Dra. Carol L. Otis y Roger Goldingay. Año: 2000. Páginas: 264. Idioma: Inglés. Nivel: Todos los niveles. Este libro se centra en la problemática de la triada de la deportista femenina. La Dra. Otis es una experta en el tenis femenino y en publicaciones de salud. Es miembro de la Comisión Médica y de Ciencias del Deporte de la ITF, del Comité de Ciencias del Deporte de la USTA y es la directora médica titular del Sanex WTA Tour. Los contenidos de este libro incluyen lo siguiente: Desarrollo de una imagen corporal positiva, desórdenes de alimentación, ansiedad nerviosa, bulimia nerviosa, amenorrea, osteoporosis, trabajo en equipo para alcanzar el éxito y prevención de la

triada. Precio: US\$17.95. Para más información contactar: Human Kinetics, P.O. Box 5076, Champaign, Il. 61825-5076. USA. [www.humankinetics.com](http://www.humankinetics.com).

**El Tenis de la A a la Y.** (Tennis de A a Y). Por Jean Brechbühl et al. Asociación Suiza de Entrenadores de Tenis. Año: 2000. Páginas: 213. Idioma: Francés. Nivel: Todos los niveles. Se divide en cinco partes: **1. Introducción.** **2. Las bases teóricas:** la evolución de los métodos, las características del comportamiento humano, las acciones del tenis, los factores de aprendizaje, los aspectos objetivos del juego, las acciones específicas del tenis, la técnica del tenis, planificación, conducción y evaluación del entrenamiento, enseñanza de jugadores junior y senior, estrés y enseñanza del tenis. **3. Tenis para principiantes:** Principiantes con y sin experiencia deportiva, objetivos y contenidos del proceso de enseñanza, ejercicios y juegos, análisis y evaluación del entrenamiento. **4. Tenis para jugadores intermedios:** Jugadores con y sin posibilidades de mejora, objetivos y contenidos de enseñanza, ejercicios y entrenamientos, análisis y evaluación. **5. Tenis para jugadores avanzados:** Objetivos y contenidos de enseñanza, ejercicios y entrenamientos, análisis y evaluación,

tenis femenino, jugadores de calibre internacional. Bibliografía. Para más información contactar con: Asociación Suiza de Profesores de Tenis, ASPT, Talackerstrasse 5 CH-8152. Glattbrugg. Tel: 41 01 809 44 00. Fax: 41 01 809 44 01.

**Iniciación jugada a la técnica y a la táctica del tenis.** Por Juan Pedro Fuentes y Narcís Gusí. Año: 1996. Páginas: 116. Idioma: Español. Nivel: Principiantes. Los contenidos incluyen 15 sesiones en las que se inicia a los principiantes en los contenidos técnicos y tácticos del tenis.

**Enseñanza y entrenamiento del tenis.** Por Juan Pedro Fuentes (Autor). Año: 1999. Páginas: 250. Idioma: Español. Nivel: Todos los niveles. Los contenidos incluyen: Metodología del entrenamiento, fundamentos científicos del entrenamiento deportivo, tenis preuniversitario, preparación física para el tenis, aprendizaje motriz aplicado al tenis y tenis en silla de ruedas.

**Entrenamiento en tenis.** Por Juan Pedro Fuentes. Año: 2000. Páginas: 300. Idioma: Español. Nivel: Avanzado. Los contenidos incluyen: Metodología de la enseñanza, análisis y estructura del tenis y entrenamiento del tenis. Para más información contactar con: Universidad de Extremadura, I.C.E. Tel. 00 34 927 25 74 60.

## Suscripción a "ITF Coaching & Sport Science Review"

ITF Coaching & Sport Science Review se publica 3 veces al año en Abril, Agosto y Diciembre. La suscripción puede hacerse durante uno o dos años y el coste (incluyendo el correo) será el siguiente:

Suscripción por 1 año £9.00 (£3.00 por copia) = US\$ 12.60 (\$4.20)\*  
Suscripción por 2 años £15.00 (£2.50 por copia) = US\$ 21 (\$3.50)\*.

\* cambio en US\$ equivalente en Noviembre de 2000.

En caso de que se suscriba a mitad del año, recibirá los números atrasados desde el inicio del año en cuestión y los números futuros que resten.

Si desea suscribirse, por favor envíe un fax al Departamento de Desarrollo de la ITF al número **44 20 8392 4742** para conseguir los formularios de Datos Personales y de Pago con Tarjeta de Crédito. Tras rellenarlos, puede enviarlos de nuevo por fax al mismo número.

Queremos informarle que las siguientes personas están exentas del pago y puede abonarse a Coaching & Sport Science Review sin costo alguno:

- Asociaciones Nacionales y Regionales
- Todos los entrenadores que asistieron a alguno de los siguientes workshops:
  - Workshops Regionales ITF o ETA en 2000
  - Worldwide Coaches Workshop de Marruecos en 1999
  - Tennis Participation Coaches Workshop de Bath en 2000.

Recuerde que ITF Coaching & Sport Science Review puede accederse en nuestra página de internet [www.itftennis.com](http://www.itftennis.com) - coaches news - development en la sub sección "Educational Materials".

En caso de que tenga alguna pregunta o duda, por favor contacte el Departamento de Desarrollo del Tenis mediante un fax al: 44 20 8392 4742 o un correo electrónico a [development@itftennis.com](mailto:development@itftennis.com)

# 12º SEMINARIO MUNDIAL DE LA ITF PARA ENTRENADORES

28 OCTUBRE-1 NOVIEMBRE 2001, BANGKOK, TAILANDIA

## PROGRAMA PRELIMINAR

DAY 1 Sunday 28/10/01 14 and under players	DAY 2 Monday 29/10/01 14 and under players	DAY 3 Tuesday 30/10/01 18 and under players	DAY 4 Wednesday 31/10/01 18U & Professional players	DAY 5 Thursday 01/11/01 18U & Professional players
08.30 – 09.00 Workshop Opening (LR) Ismail El Shafei (ITF), President ATF, President of LTAT	08.30 - 09.30 Tactics of 14U (OC) Mark Cox (GBR) & Mike Walker (GBR)	08.30 – 09.30 Caring for your top players at a Grand Slam (OC) Gavin Hopper (AUS)	08.30 – 09.30 The road to the top: from beginner to Davis Cup Champion (OC) Antonio Martínez (ESP)	08.30-09.30 Developing power in tennis strokes (OC) Bruce Elliott (AUS)
09.00 – 10.15 An overall vision of player development (LR) TBD	09.45-10.45 Important components of mental training for 14U (OC) Paul Lubbers (USA)	09.45 – 10.45 "Give me net or give me death" aggressive net play (OC) Pat Cash (AUS)	09.45-10.45 (Choose between) Special physical training on court with the racket: Eye speed reaction (OC) Stéphane Oberer & Olivier Bourquin (SUI) Or Nutrition for top performance (LR) Page Love (USA)	09.45-10.45 Training routines at a High Performance Centre (OC) Alvaro Margets (ESP)
10.15 – 10.45 Coffee-break	10.45 – 11.15 Coffee-break	10.45 – 11.15 Coffee-break	10.45 – 11.15 Coffee-break	10.45 – 11.15 Coffee-break
10.45 – 11.45 Elements/Competencies of player development for 14U (LR) Frank van Fraayenhoven (NED)	11.15 – 12.15 (Choose between) Working with female 14U players (LR) TBD Or Coaching on the road with juniors (OC) Ivan Molina (ITF) & Frank Zlesak (CZE)	11.15 – 12.15 Physical development of 18U (OC) Paul Roetert (USA)	11.15 – 12.15 Developing power in tennis strokes (LR) Bruce Elliott (AUS)	11.15 – 12.15 Issues in women's professional tennis (LR) Kathy Martin (WTA)
12.00 – 13.00 Tactics & technique of 12U (OC) Anne Marie Rouchon & Bernard Pestre (FRA)	Lunch, free time and films	12.30-13.30 Tactics under 18 (OC) Ivo van Aken (BEL)	Lunch, free time and films	Lunch, free time and films
Lunch, free time and films	15.00 – 16.00 ITF and Development (LR) Dave Miley (ITF) & Frank Couraud (ITF)	Lunch, free time and films	15.00 – 16.00 Practical applications of sports psychology for top junior and professional tennis (LR) Ann Quinn (AUS)	15.00 – 16.00 Doubles tactics of advanced players (LR) Louis Cayer (CAN)
15.00 – 16.00 (Choose between) Medical development of 14U (LR) Babette Pluim (NED) Or Player development in Thailand (OC) TBD	16.15-17.15 (Choose between) Technique for 14U (OC) Helmut Hauer (AUT) Or Psychological development 18U (LR) Jiri Sledr (CZE)	Free afternoon and evening	16.15-17.15 Physical training for top professional players (OC) Miguel Maeso (ESP)	16.15-17.15 The future of tennis (LR) Richard Schonborn (GER)
16.15-17.15 Physical development of 14U (OC) Paul Roetert (USA)	17.15 – 17.45 Coffee-break		17.15 – 17.45 Coffee-break	17.15 – 17.30 Coffee-break
17.15 – 17.45 Coffee-break	17.45-18.30 Questions (LR) All speakers of the day		17.45 – 18.45 Singles tactics of professional players (OC) Tom Gullikson & Doug MacCurdy (USA)	17.30-18.00 Questions (LR) Professional tennis speakers
17.45 – 18.30 Questions (LR) All speakers of the day			18.45 – 20.00 Display of Coaches' Education Material (LR) National Associations	18.00 Workshop wrap up and closing (LR) Dave Miley (ITF)
20.00 Opening Dinner				20.00 Closing Dinner



### International Tennis Federation

ITF Ltd, Bank Lane, Roehampton, London SW15 5XZ

Tel: 44 20 8878 6464 Fax: 44 20 8878 7799

E-mail: itf@itftennis.com Website: www.itftennis.com

Traducido por Sergio Guillem

Printed by Remous Ltd, Milborne Port, Sherborne, Dorset DT9 5EP