

# RITMO RESPIRATORIO Y CARDÍACO DEL ARQUERO EN SITUACIÓN DE TIRO

*Miquel Martínez.*

*Licenciado en Educación Física.*

*Direcció General de l'Esport.*

*Joan Riera.*

*Profesor INEFC - Barcelona.*

*Trabajo realizado gracias a la concesión de una ayuda a la investigación por parte del INEFC Barcelona.*

## Abstract

El practicante de tiro con arco tiene que concentrarse y encontrar el momento adecuado para disparar y para ello probablemente se ayuda de señales internas como la respiración y el ritmo cardíaco.

A siete arqueros de diferente nivel se les registró, mediante un polígrafo Bechmann R-611 y durante 6 series de 3 flechas, la FC, la evolución de la respiración, el momento de inicio del tensado y el momento de la dejada. Un ordenador HP-3000 y un programa específico de tratamiento de ondas ayudaron a la obtención de los resultados.

Los resultados de este estudio sugieren que:

- Hay una gran variabilidad interindividual en la evolución de la respiración, la FC y los tiempos de lanzamiento.
- Los arqueros tienen tendencia a repetir unos patrones respiratorios y cardíacos aunque presentan una mayor variabilidad en patrones temporales.

- En un análisis intraindividual no existe correlación entre la puntuación y alguna variable respiratoria, cardíaca o temporal. Sin embargo, no se descarta que esta correlación se pueda dar en otros arqueros.

## Introducción

Según los entrenadores de tiro con arco, la clave del éxito en la práctica de este deporte radica en que el arquero sea capaz de ejecutar un gesto, el de tiro, siempre de la misma manera, al igual que ocurre en otros deportes que podemos denominar de precisión. Además, en este deporte el practicante no tiene ninguna señal externa que le obligue a iniciar el movimiento en un momento dado. El arquero tiene que concentrarse y encontrar el momento adecuado para empezar el movimiento, y para ello probablemente se ayuda de señales internas como son la respiración y el ritmo cardíaco.

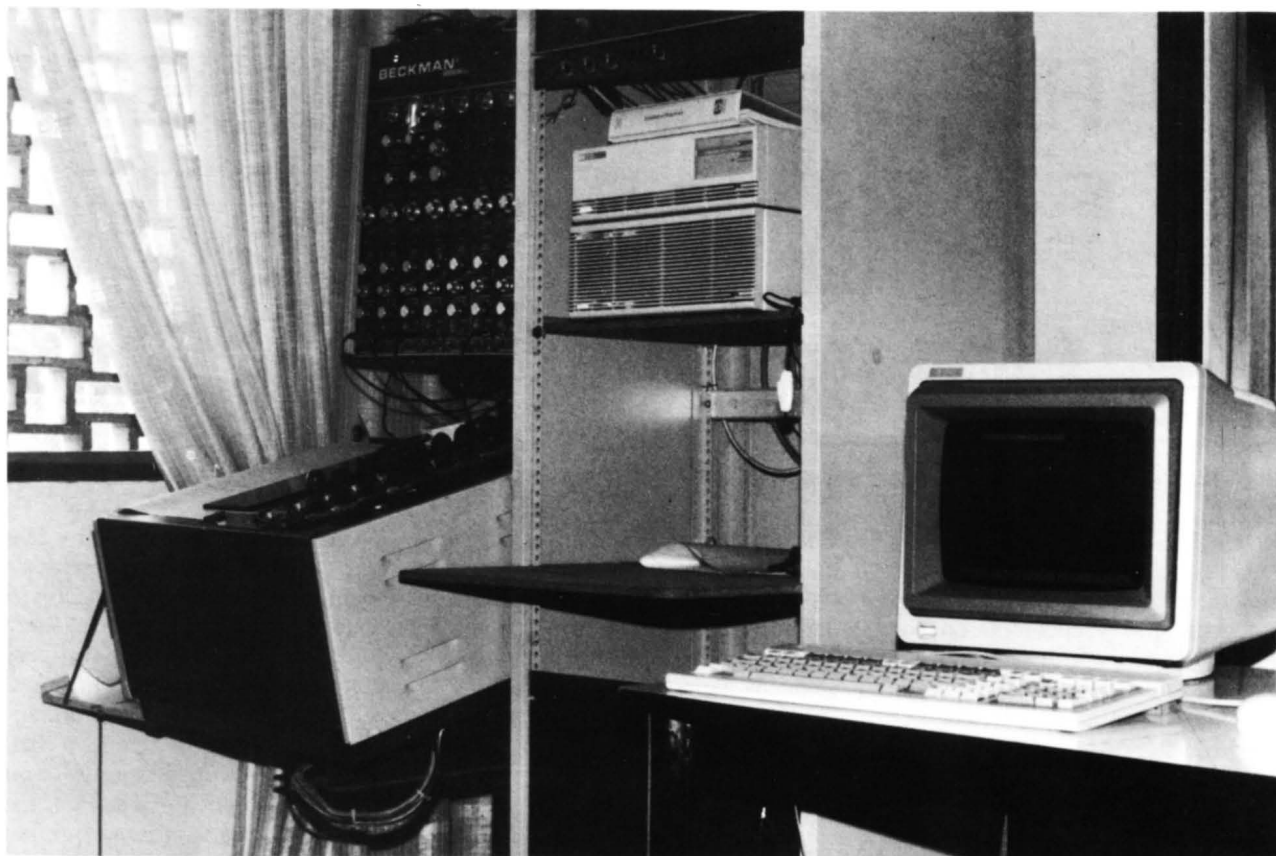
Por otra parte, existen indicios de una relación entre los movimientos de precisión y los ritmos cardíaco y respiratorio de los sujetos. Así, Riera y Gordillo (1982) en una investigación sobre el aprendizaje del lanzamiento de dardos hallaron que con la mejora del rendimiento se tiende a lanzar cerca del punto más bajo de la onda de la frecuencia cardíaca (FC). Estos mismos autores sugirieron que la relación entre el inicio del movimiento y la FC puede ser explicada por la respiración (Riera y Gordillo, 1983). Todo ello nos lleva a intentar encontrar relaciones entre los ritmos cardíaco y respiratorio y la eficacia en la práctica del tiro con arco.

## Método

Los sujetos fueron 7 arqueros de diferente nivel con un mínimo de un año de práctica en competición. Cada sujeto, después de un período



Figura 1. POLÍGRAFO BECHMANN Y ORDENADOR HP-3000



de adaptación de un máximo de 10 min. con 6 tiros de prueba, realizó 3 disparos en menos de 2,5 min. y a una distancia de 30 m. (condiciones similares a las de competición). Después de un descanso, también igual al de competición, disparó otra serie de 3 flechas en las mismas condiciones señaladas y así sucesivamente hasta completar las 6 series de 3 flechas.

En cada serie se anotaron las puntuaciones obtenidas, al mismo tiempo que a través de un polígrafo Bechmann R-611 (Figura 1) se registraron

la FC instantánea, la evolución de la respiración, el momento en que el arquero empieza a tensar el arco y el momento de la dejada. La FC se registró mediante 3 pequeños electrodos colocados en el pecho, la evolución de la respiración se obtuvo mediante un pequeño termistor introducido en un orificio nasal (Figura 2), mientras que los momentos de inicio y final del lanzamiento se registraron manualmente con un pulsador.

Todas las variables fueron introducidas en un ordenador Hewlett-Packard

(HP-3000) y mediante un software específico de tratamiento de ondas (Gordillo y Riera, 1984) se pudieron obtener para cada una de las 6 series de cada sujeto los datos que se especifican a continuación.

### Resultados y discusión

En las tablas 1 y 2 se presentan la media, desviación estándar, máximo, mínimo y coeficiente de variación de los 18 tiros registrados a cada sujeto

para las siguientes variables: puntuación en diana, tiempo de lanzamiento en segundos (entre el inicio del tensado y la dejada), tiempo de descanso entre lanzamientos en segundos (entre el final de un lanzamiento y el inicio del siguiente, dentro de la misma serie), valor de la FC en pulsaciones/min. al inicio del lanzamiento, valor de la FC al final del lanzamiento, incremento de la FC durante el lanzamiento y variación de la FC durante la serie.

Según las puntuaciones obtenidas podríamos clasificar a los arqueros de este estudio en tres categorías, de mejor a peor: A (sujetos 1 y 2), B (sujetos 3, 4, 5 y 6) y C (sujeto 7).

Si comparamos los resultados entre los sujetos observamos una gran variación en la mayoría de las variables analizadas. Los valores medios oscilan entre 4.2 y 9.2 segundos para el tiempo de lanzamiento; 18.2 y 37.1 segundos para el descanso entre lanzamientos; 6.3 y 33.1 pulsaciones/min. para el incremento de la FC durante el lanzamiento; 74 y 111.6 pulsaciones/min. para la FC al inicio del lanzamiento; 91.3 y 137.4 pulsaciones/min. para la FC al final del lanzamiento, y entre 38.3 y 57.5 pulsaciones/min. para la variación de la FC durante la serie.

Profundizando en el análisis interindividual, podríamos pensar que estas variaciones señaladas tienen relación con el nivel del arquero (puntuación). En cambio, analizando los resultados de las tablas 1 y 2 vemos que no es posible observar una tendencia que relacione la puntuación media de los arqueros con alguna de las variables presentadas. Únicamente el sujeto 7 (categoría C) presenta unas diferencias respecto a los otros sujetos (cate-

Figura 2. DETALLES EN LA COLOCACIÓN DE LOS ELECTRODOS (REGISTRO DE LA FC) Y DEL TERMISTOR (REGISTRO DE LA RESPIRACIÓN)

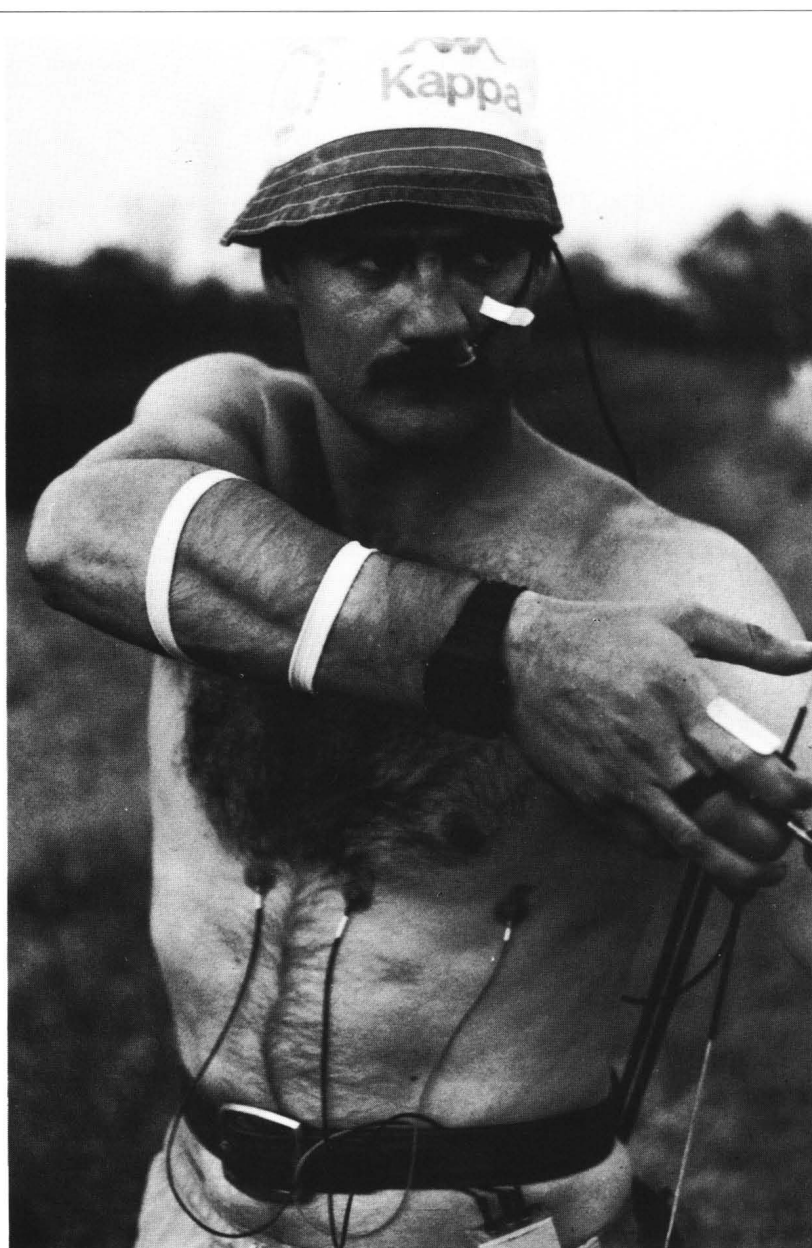




Tabla 1.

	PUNTUACIÓN					TIEMPOS DE LANZAMIENTO					DESCANSO ENTRE LANZAMIENTOS				
	x	sd	máx	mín	CV	x	sd	máx	mín	CV	x	sd	máx	mín	CV
sujeto - 1	9.6	0.5	10	9	5.2	6.1	0.9	7.7	4.8	14.5	22.1	3.0	28.5	17.0	13.6
sujeto - 2	9.1	0.9	10	7	10.2	9.2	1.8	12.3	6.4	19.1	37.1	3.0	41.4	32.9	8.0
sujeto - 3	8.9	1.1	10	7	11.8	4.8	0.6	6.0	3.8	11.8	29.5	1.8	32.7	26.7	6.2
sujeto - 4	8.8	1.0	10	7	10.8	7.4	1.1	9.6	5.2	14.9	18.2	4.5	26.9	13.6	24.8
sujeto - 5	8.4	1.1	10	6	13.5	4.2	0.9	6.0	3.1	21.4	31.5	3.1	39.1	27.3	10.0
sujeto - 6	8.3	1.1	10	6	13.0	5.8	0.7	7.2	4.5	12.8	25.6	3.6	34.8	21.4	14.0
sujeto - 7	7.3	1.5	9	4	20.9	5.6	1.2	7.5	3.8	21.0	33.3	8.7	51.7	23.5	26.1

Tabla 2.

	INCREMENTO FC DURANTE EL LANZAMIENTO					FC INICIO LANZAMIENTO					FC FINAL LANZAMIENTO					VARIACIÓN FC DURANTE LA SERIE				
	x	sd	máx	mín	CV	x	sd	máx	mín	CV	x	sd	máx	mín	CV	x	sd	máx	mín	CV
sujeto -1	15.8	5.3	23	4	33.4	95.2	7.0	109	83	7.4	111	4.6	120	103	4.1	38.8	4.3	43	32	11.1
sujeto -1	33.1	4.7	40	21	14.2	77.0	4.4	84	71	5.6	110.1	4.9	117	101	4.4	46.8	2.4	51	44	5.1
sujeto -1	6.3	6.9	18	-7		85.0	5.8	96	77	6.8	91.3	5.2	102	82	6.7	50.2	1.5	52	48	2.9
sujeto -1	16.9	5.4	24	6	31.8	74.6	9.7	98	65	13.0	91.4	7.3	104	79	8.0	41.5	3.6	46	38	8.6
sujeto -1	20.3	6.6	32	8	32.5	90.6	9.0	107	73	9.9	110.7	6.6	121	99	6.0	47.5	5.3	53	40	11.2
sujeto -1	18.1	7.8	36	1	43.6	80.1	5.5	90	67	6.9	98.1	5.7	109	88	5.8	39.3	3.0	43	36	7.7
sujeto -1	25.9	6.9	44	15	26.7	111.6	9.8	127	90	8.8	137.4	5.4	147	130	3.9	57.5	8.2	74	52	14.3

**rendimiento y  
entrenamiento**

Tabla 3.

**PATRONES EN RELACION A LA RESPIRACION**

**SUJETO 1**

- Empieza a tensar el arco durante la inspiración. (17 veces de 18 casos posibles = 94% de las veces).
- Durante el tensado hay ligeras inspiraciones. (15/18 = 83%)
- Cuando finaliza la acción de tiro realiza una espiración. (100%)

**SUJETO 2**

- Empieza a tensar el arco al inicio de la inspiración o como máximo 1 segundo después. (94%)
- Durante el tensado del arco:
  - a) No respira (35%)
  - b) Realiza ligeras inspiraciones (65%)
- Una vez efectuado el disparo mantiene brevemente la misma estructura respiratoria y a continuación realiza una espiración. (81%)

**SUJETO 3**

- SUJETO IRREGULAR.
- NO SE OBSERVAN PATRONES RESPIRATORIOS.

**SUJETO 4**

- El inicio del tensado coincide con el inicio de la inspiración (+1 segundo). (94%)
- Durante el lanzamiento, después de llegar a la máxima inspiración realiza una ligera espiración y a continuación sigue inspirando. (89%)
- Inmediatamente después del disparo realiza una espiración. (100%)

**SUJETO 5**

- Empieza a tensar el arco al inicio de la inspiración o como máximo 1 segundo después. (83%)
- Durante el tensado hay ligeras inspiraciones. (83%)
- Una vez efectuado el disparo se mantiene la misma estructura respiratoria del tensado hasta un máximo de 1 segundo y a continuación realiza una espiración. (89%)

**SUJETO 6**

- Cuando se inicia el tensado el arquero se encuentra en inspiración. (94%)
- Durante el tensado, después de llegar a la máxima inspiración, realiza una lenta espiración. (89%)
- Realiza una ligera inspiración al finalizar el disparo y a continuación una espiración. (100%)

**SUJETO 7**

- SUJETO IRREGULAR.
- NO SE OBSERVAN PATRONES RESPIRATORIOS.

**PATRONES EN RELACION A LA FRECUENCIA CARDIACA**

- FC es superior al final que al inicio del lanzamiento. (100%)
- Al inicio del lanzamiento la FC se encuentra cerca de un mínimo (+1 latido). (72%)
- Paulatino incremento de la FC sin puntos de inflexión durante el lanzamiento. (72%)
- Al final del lanzamiento (disparo) la FC coincide con un máximo (+1 latido). (83%)

- FC es superior al final que al inicio del lanzamiento. (100%)
- Al inicio del lanzamiento la FC se encuentra cerca de un mínimo (+1 latido). (100%)
- Paulatino incremento de la FC sin puntos de inflexión durante el lanzamiento. (64%)
- Al final del lanzamiento (disparo) la FC coincide con un máximo (+1 latido). (82%)

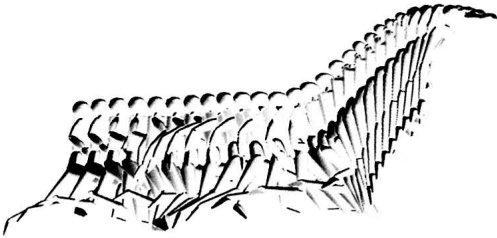
- En la mitad del tensado se produce un máximo de la FC. (100%)
- Tanto al inicio como al final del lanzamiento la FC se encuentra en un mínimo (+1 latido). (83%)

- FC es superior al final que al inicio del lanzamiento. (100%)
- Al inicio del lanzamiento la FC se encuentra cerca de un mínimo (+1 latido). (89%)
- El incremento de la FC durante el lanzamiento no es paulatino existiendo puntos de inflexión (72%)
- Al final del lanzamiento (disparo) la FC se encuentra en un máximo (+1 latido). (100%)
- Únicamente el primer lanzamiento de cada serie no se inicia con un mínimo de la FC situado cerca de la mínima FC de la serie.

- FC es superior al final que al inicio del lanzamiento. (100%)
- Al inicio del lanzamiento la FC se encuentra cerca de una mínimo (+1 latido). (72%)
- Paulatino incremento de la FC sin puntos de inflexión durante el lanzamiento. (66%)
- Al final del lanzamiento (disparo) la FC coincide con un máximo (+1 latido). (83%)

- FC es superior al final que al inicio del lanzamiento. (100%)
- Durante el lanzamiento se produce:
  - a) Descenso + incremento de la FC. (56%)
  - b) Paulatino incremento de la FC. (44%)
- Al final del lanzamiento la FC se encuentra cerca de un máximo (+1 latido). (56%)

- FC es superior al final que al inicio del lanzamiento. (100%)
- El incremento de la FC durante el lanzamiento no es paulatino existiendo puntos de inflexión. (83%)
- Al final del lanzamiento existe un brusco incremento de la FC superior al doble de la tendencia de incremento. (100%)



gorias A y B). Estas diferencias son:

a) Los coeficientes de variación de los tiempos de lanzamiento y descanso entre lanzamientos son mayores en el peor arquero, lo que nos hace suponer que se requiere una cierta consistencia en patrones temporales para obtener unas buenas puntuaciones en tiro con arco.

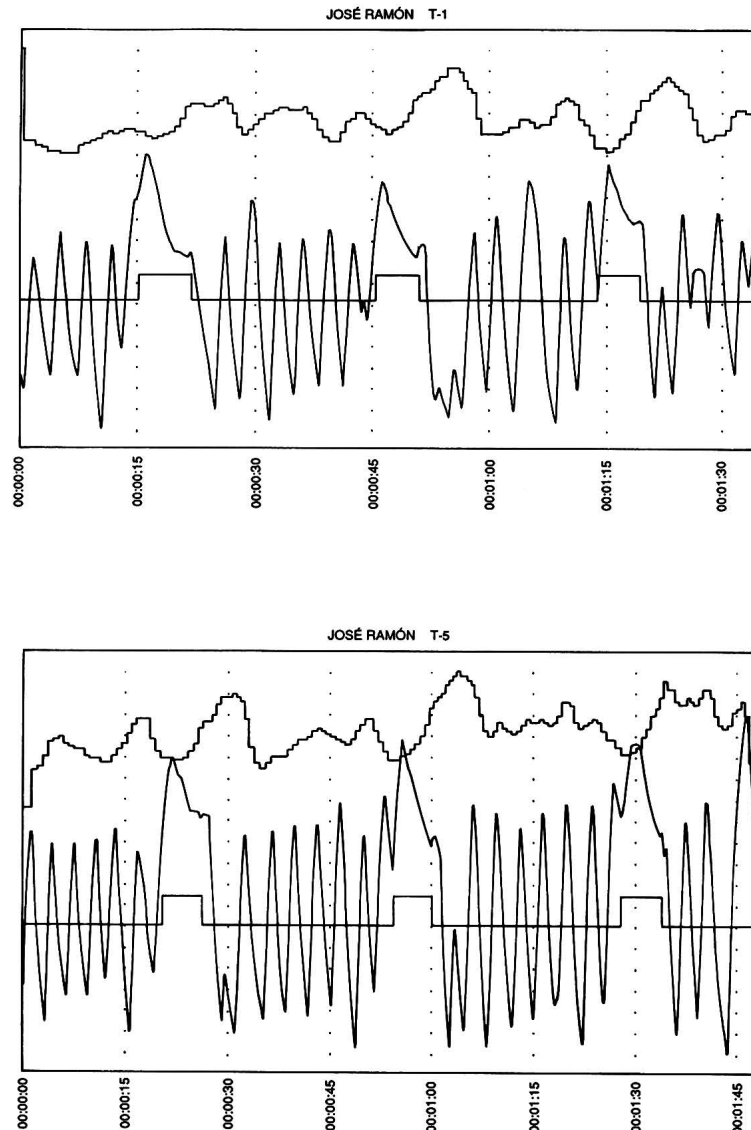
b) Los valores de la FC tanto al inicio como al final del lanzamiento así como los valores de la variación de la FC durante la serie son muy superiores en el sujeto de categoría C, respecto a los demás sujetos, lo que podría estar relacionado con la falta de autocontrol y/o preparación física.

Haciendo un análisis intraindividual, en ningún sujeto se ha encontrado alguna correlación entre la puntuación y alguna variable respiratoria, cardíaca o temporal.

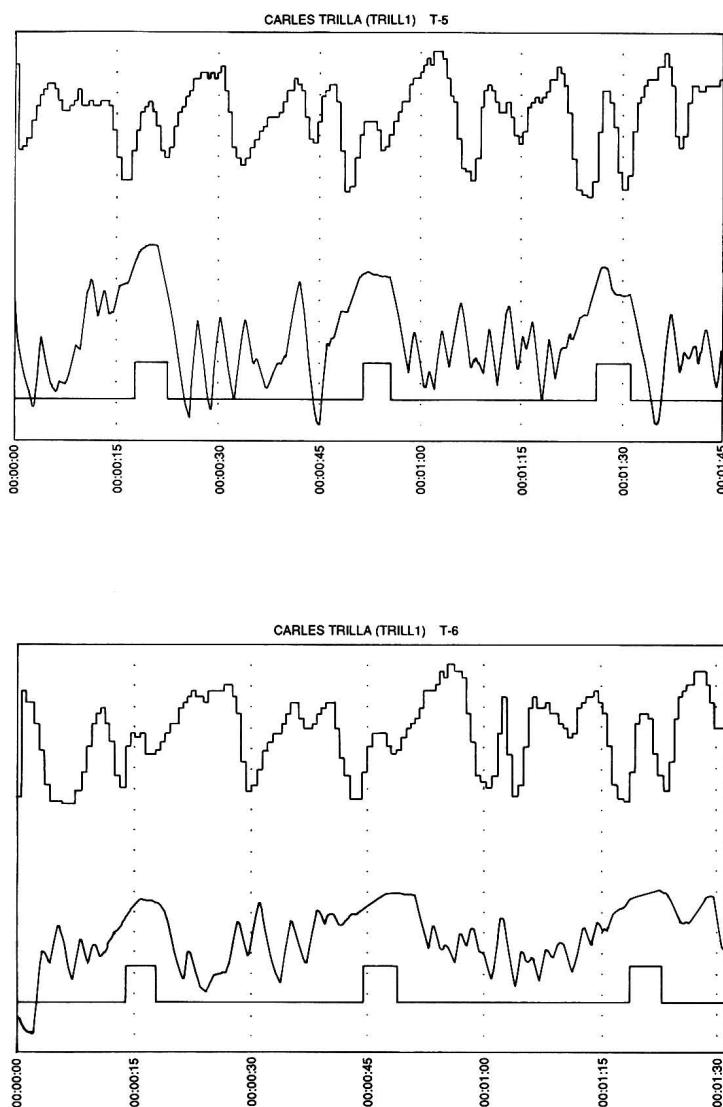
Analizando gráficamente las 6 series de un mismo arquero se puede identificar un patrón propio para cada uno de ellos en la mayoría de los tiros. A su vez este patrón es diferente para cada arquero. Como ejemplo, observamos la figura 3 en donde se representan gráficamente 2 series diferentes para un mismo sujeto; la línea quebrada corresponde a la evolución de la FC, la línea continua señala la evolución de la respiración y la discontinuidad de la línea recta indica el inicio y el final de los 3 lanzamientos de la serie. Visualmente podemos comprobar la existencia de un cierto patrón a lo largo de los lanzamientos de las dos series. La figura 4, corresponde a otro arquero y aquí podemos ver como también se mantiene un cierto patrón a lo largo de los lanzamientos, pero diferente al del sujeto anterior.

Hemos intentado cuantificar estos pa-

**Figura 3. SUJETO 5 – SERIES 1 y 5. EVOLUCIÓN DE LA FC (LÍNEA QUEBRADA) Y DE LA RESPIRACIÓN (LÍNEA CONTINUA) A LO LARGO DE LOS TRES TIROS DE CADA SERIE (DISCONTINUIDAD DE LA LÍNEA RECTA). EL TRAZO ASCENDENTE DE LA RESPIRACIÓN CORRESPONDE A LA INSPIRACIÓN Y EL DESCENDENTE A LA ESPIRACIÓN**



**Figura 4. SUJETO 3 - SERIES 5 y 6. EVOLUCIÓN DE LA FC (LÍNEA QUEBRADA) Y DE LA RESPIRACIÓN (LÍNEA CONTINUA) A LO LARGO DE LOS TRES TIROS DE CADA SERIE (DISCONTINUIDAD DE LA LÍNEA RECTA). EL TRAZO ASCENDENTE DE LA RESPIRACIÓN CORRESPONDE A LA INSPIRACIÓN Y EL DESCENDENTE A LA ESPIRACIÓN**



trones, y así en la tabla 3 se presentan para cada sujeto la identificación y el porcentaje de veces que aparecen estos patrones tanto en relación a la evolución de la respiración como a la evolución de la FC durante el lanzamiento.

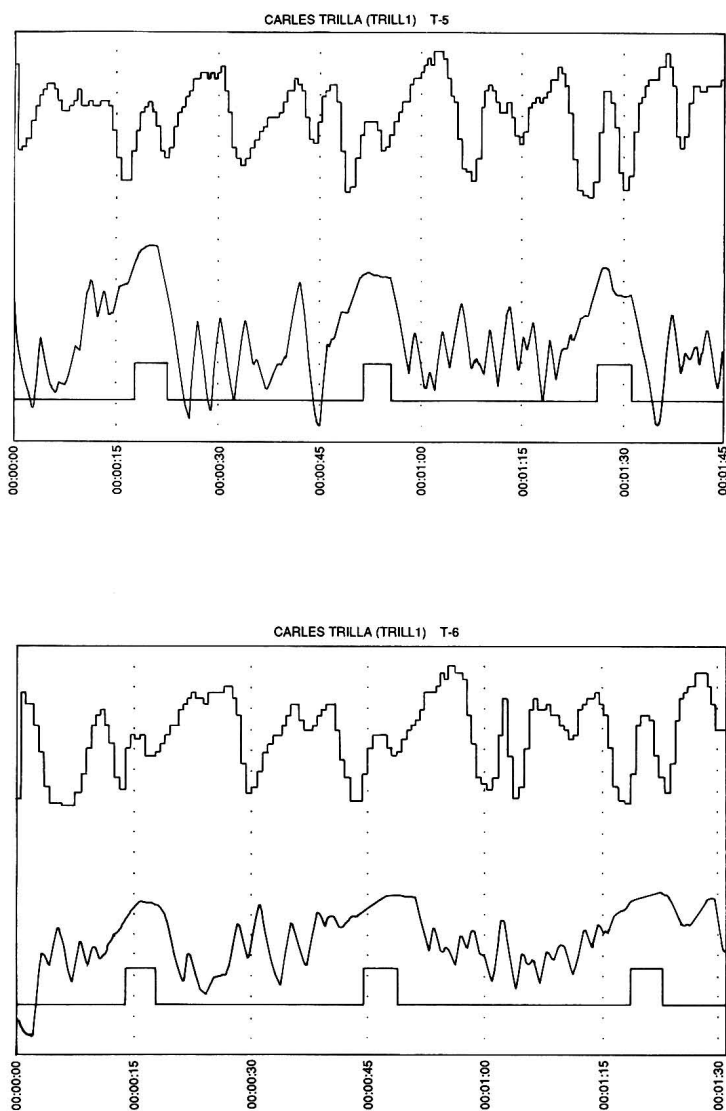
Analizando la tabla 3 podemos deducir que:

- Todos los sujetos, a excepción de los 2 que no presentan ningún tipo de patrón respiratorio, empiezan a tensar el arco al inicio de la inspiración o durante ella, y cuando finalizan la acción de tiro realizan una espiración. Es curioso notar que durante el tensado del arco la mayoría de los sujetos, después de llegar a la máxima inspiración, realizan ligeras inspiraciones no manteniendo una apnea, como generalmente se cree.
- A excepción de un sujeto, la FC de los arqueros es superior al final que al inicio de los lanzamientos.
- 5 de los 7 arqueros tienen como patrón iniciar la acción de tiro cerca de un mínimo de su FC y a continuación se produce un incremento de ésta que es paulatino (sin puntos de inflexión) en tres de ellos.
- Al final del lanzamiento (disparo) la FC se encuentra en un máximo para 6 de los 7 arqueros. Únicamente un sujeto presenta otro patrón consistente en que tanto al inicio como al final del lanzamiento la FC se encuentra en un mínimo. Es curioso resaltar que el peor arquero presenta al final del lanzamiento un incremento brusco de la FC.

En conclusión, los resultados de este estudio sugieren que:

- En tiro con arco hay una gran variabilidad interindividual en la evolución de la respiración, la FC y los

**Figura 4. SUJETO 3 - SERIES 5 y 6. EVOLUCIÓN DE LA FC (LÍNEA QUEBRADA) Y DE LA RESPIRACIÓN (LÍNEA CONTINUA) A LO LARGO DE LOS TRES TIROS DE CADA SERIE (DISCONTINUIDAD DE LA LÍNEA RECTA). EL TRAZO ASCENDENTE DE LA RESPIRACIÓN CORRESPONDE A LA INSPIRACIÓN Y EL DESCENDENTE A LA ESPIRACIÓN**



trones, y así en la tabla 3 se presentan para cada sujeto la identificación y el porcentaje de veces que aparecen estos patrones tanto en relación a la evolución de la respiración como a la evolución de la FC durante el lanzamiento.

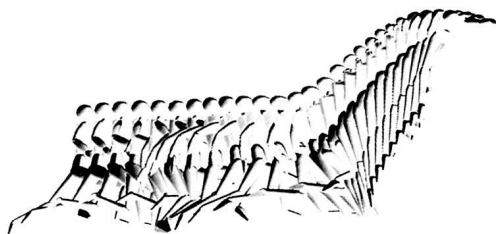
Analizando la tabla 3 podemos deducir que:

- Todos los sujetos, a excepción de los 2 que no presentan ningún tipo de patrón respiratorio, empiezan a tensar el arco al inicio de la inspiración o durante ella, y cuando finalizan la acción de tiro realizan una espiración. Es curioso notar que durante el tensado del arco la mayoría de los sujetos, después de llegar a la máxima inspiración, realizan ligeras inspiraciones no manteniendo una apnea, como generalmente se cree.
- A excepción de un sujeto, la FC de los arqueros es superior al final que al inicio de los lanzamientos.
- 5 de los 7 arqueros tienen como patrón iniciar la acción de tiro cerca de un mínimo de su FC y a continuación se produce un incremento de ésta que es paulatino (sin puntos de inflexión) en tres de ellos.
- Al final del lanzamiento (disparo) la FC se encuentra en un máximo para 6 de los 7 arqueros. Únicamente un sujeto presenta otro patrón consistente en que tanto al inicio como al final del lanzamiento la FC se encuentra en un mínimo. Es curioso resaltar que el peor arquero presenta al final del lanzamiento un incremento brusco de la FC.

En conclusión, los resultados de este estudio sugieren que:

- En tiro con arco hay una gran variabilidad interindividual en la evolución de la respiración, la FC y los





tiempos de lanzamiento. A parecidas conclusiones llegaron Riera, Gordillo, Salvador y Vidal (1987) en un estudio sobre el lanzamiento de tiros libres en baloncesto.

- Los arqueros tienen tendencia a repetir unos patrones respiratorios y cardíacos aunque presentan un gran coeficiente de variación en patrones temporales (tiempo de lanzamiento y descanso entre lanzamientos).

- En un análisis intraindividual no existe correlación entre la puntuación y alguna variable respiratoria, cardíaca o temporal. Sin embargo, no descartamos que estudiando a más arqueros pudiéramos encontrar a alguien que sus puntuaciones correlacionaran con alguna variable estudiada, como ocurre en un reciente estudio de Dong-sung et al. (1989) quien encontró que 5 de los

16 arqueros estudiados puntuaban mejor cuando su FC se hallaba a un cierto nivel. Todo ello nos apunta el gran valor que puede tener el control de parámetros respiratorios, cardíacos y temporales, al igual que otros cinemáticos y dinámicos, en el aprendizaje del tiro con arco por medio de feed-back individual.

## BIBLIOGRAFÍA

DONG-SUNG, S.; BYUNG-HYUN, K.; BYUNG-KI, L. y HAN-KYU, L., *The Optimal Arousal Level of the Archery Performance*. Comunicación presentada en el "7th World Congress in Sport Psychology", Singapur, 1989.

GORDILLO, A. y RIERA, J., *Anàlisi mitjançant ordinador dels ritmes biològics en l'entrenament de precisió*. Comunicación presentada en las "II Jornades de l'Activitat Física i l'Esport", Barcelona, 1984.

RIERA, J. y GORDILLO, A., "Relación entre la frecuencia cardíaca y el inicio del movimiento durante el aprendizaje y ante el estrés", *Apunts d'Educació Física i Medicina Esportiva*, 19, 1982, pp. 49-59.

RIERA, J. y GORDILLO, A., "Relacions observades en l'aprenentatge d'un llançament de precisió", *Apunts d'Educació Física i Medicina Esportiva*, 20, 1983, pp. 99-105.

RIERA, J.; GORDILLO, A.; SALVADOR, L. y VIDAL, M., "Influencia del esfuerzo físico en los ritmos respiratorios y cardíacos y en la eficacia del lanzamiento a canasta", *Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y el Deporte*, 5, 1987, pp. 102-111.