

RITME RESPIRATORI I CARDÍAC DE L'ARQUER EN SITUACIÓ DE TIR

Miquel Martínez.

Llicenciat en Educació Física,

Direcció General de l'Esport.

Joan Riera.

Professor INEFC-Barcelona.

Treball realitzat gràcies a la concessió d'un ajut a la investigació per part de l'INEFC - Barcelona.

Resum

El practicant de tir amb arc ha de concentrar-se i trobar el moment adient per disparar i per això probablement s'ajuda de senyals interns com són la respiració i el ritme cardíac.

A set arquers de diferent nivell se'ls va enregistrar, mitjançant un polígraf Bechmann R-611 i durant 6 sèries de 3 fletxes, la FC, l'evolució de la respiració, el moment d'inici del tensat i el moment de deixada. Un ordinador HP-3000 i un programa específic de tractament d'ones van col·laborar per a l'obtenció dels resultats.

Els resultats d'aquest estudi suggereixen que:

- Hi ha una gran variabilitat interindividual en l'evolució de la respiració, la FC i els temps de llançament.
- Els arquers tenen tendència a repetir uns patrons respiratoris i cardíacs tot i que presenten una més gran variabilitat en patrons temporals.

- En una anàlisi intraindividual no existeix correlació entre la puntuació i cap variable respiratòria, cardíaca o temporal. No obstant, no es descarta que aquesta correlació es pugui donar en altres arquers.

Introducció

Segons els entrenadors de tir amb arc, la clau de l'èxit en la pràctica d'aquest esport radica en que l'arquer sigui capaç d'executar un gest, el de tir, sempre de la mateixa manera, com passa també en d'altres esports que podem anomenar de precisió. A més, en aquest esport el practicant no té cap senyal extern que l'obligui a iniciar el moviment en un moment concret. L'arquer ha de concentrar-se i trobar el moment adient per començar el moviment, i per això probablement es recolza en senyals interns com són la respiració i el ritme cardíac.

D'altra banda, existeixen indicis d'una relació entre els moviments de precisió i els ritmes cardíac i respiratori dels subjectes. Així, Riera i Gordillo (1982) en una investigació sobre l'aprenentatge del llançament de dards van trobar que amb la millora del rendiment es tendeix a llançar prop del punt més baix de l'ona de la freqüència cardíaca (FC). Aquests mateixos autors van suggerir que la relació entre l'inici del moviment i la FC pot ser explicada per la respiració (Riera i Gordillo, 1983).

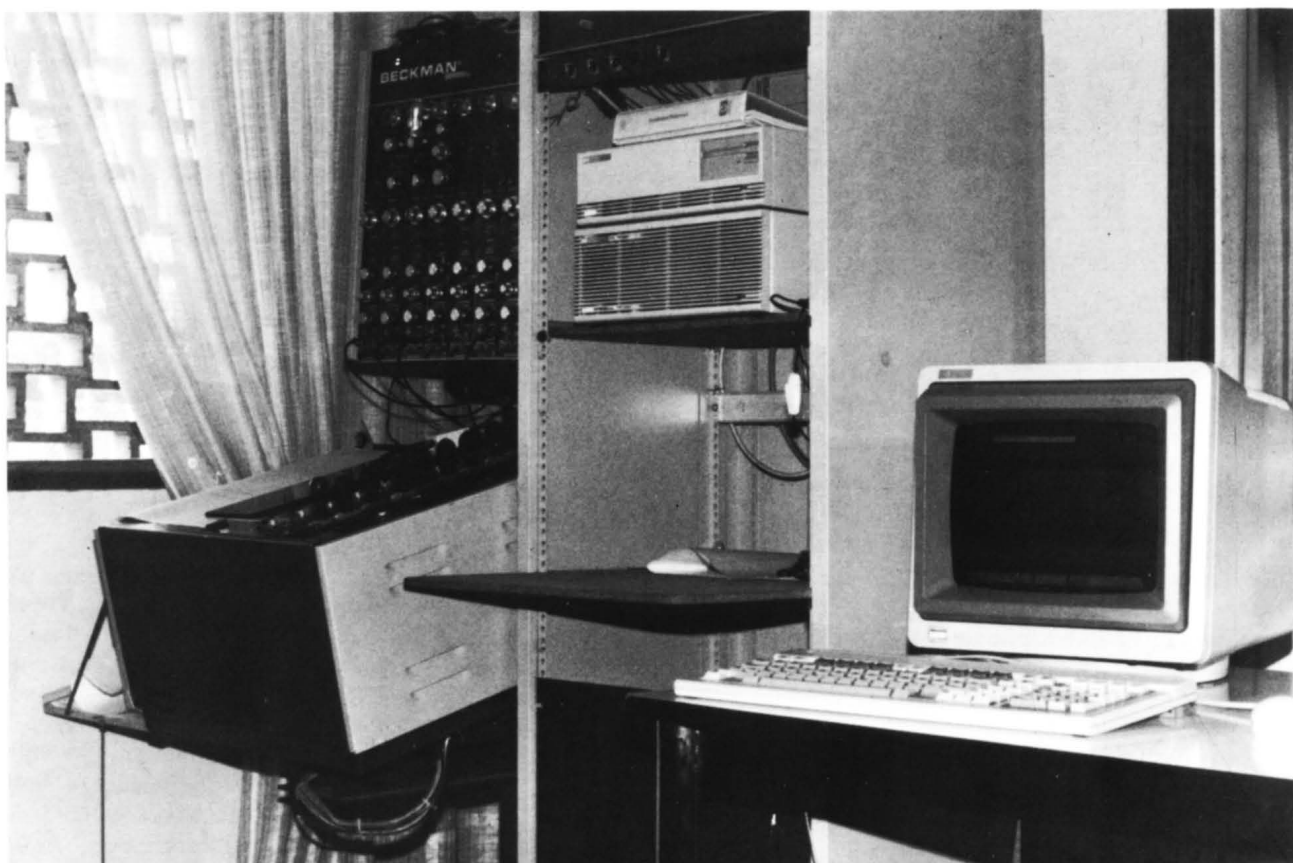
Tot això ens du a intentar trobar relacions entre els ritmes cardíac i respiratori i l'eficàcia en la pràctica del tir amb arc.

Mètode

Els subjectes van ser 7 arquers de diferent nivell amb un mínim d'un any de pràctica en competició.



Figura 1. POLÍGRAF BECHMANN I ORDINADOR HP-3000



Cadascun dels subjectes, després d'un període d'adaptació d'un màxim de 10 minuts amb 6 tirs de prova, va realitzar 3 llançaments en menys de 2,5 minuts i a una distància de 30 m. (condicions similars a les de competició). Després d'un descans, també igual al de competició, van disparar una altra sèrie de 3 fletxes en les mateixes condicions assenyalades fins a completar 6 sèries de 3 fletxes.

En cada sèrie es van anotar les puntuacions obtingudes alhora que a tra-

vés d'un polígraf Bechmann R-611 (fig. 1) es van enregistrar la FC instantània, l'evolució de la respiració, el moment en què l'arquer comença a tibar l'arc i el moment que el deixa anar. La FC es va enregistrar mitjançant 3 petits electrodos col·locats al pit, l'evolució de la respiració es va obtenir mitjançant un petit termistor introduït en un odifíci nasal (fig. 2), mentre que els moments d'inici i final del llançament es van enregistrar manualment amb un polsador.

Totes les variables foren introduïdes

en un ordinador Hewlett-Packard (HP-3000) i mitjançant un software específic de tractament d'ones (Gordillo i Riera, 1984) es va poder obtenir per a cadascuna de les 6 sèries de cada subjecte les dades que s'especifiquen a continuació.

Resultats i discussió

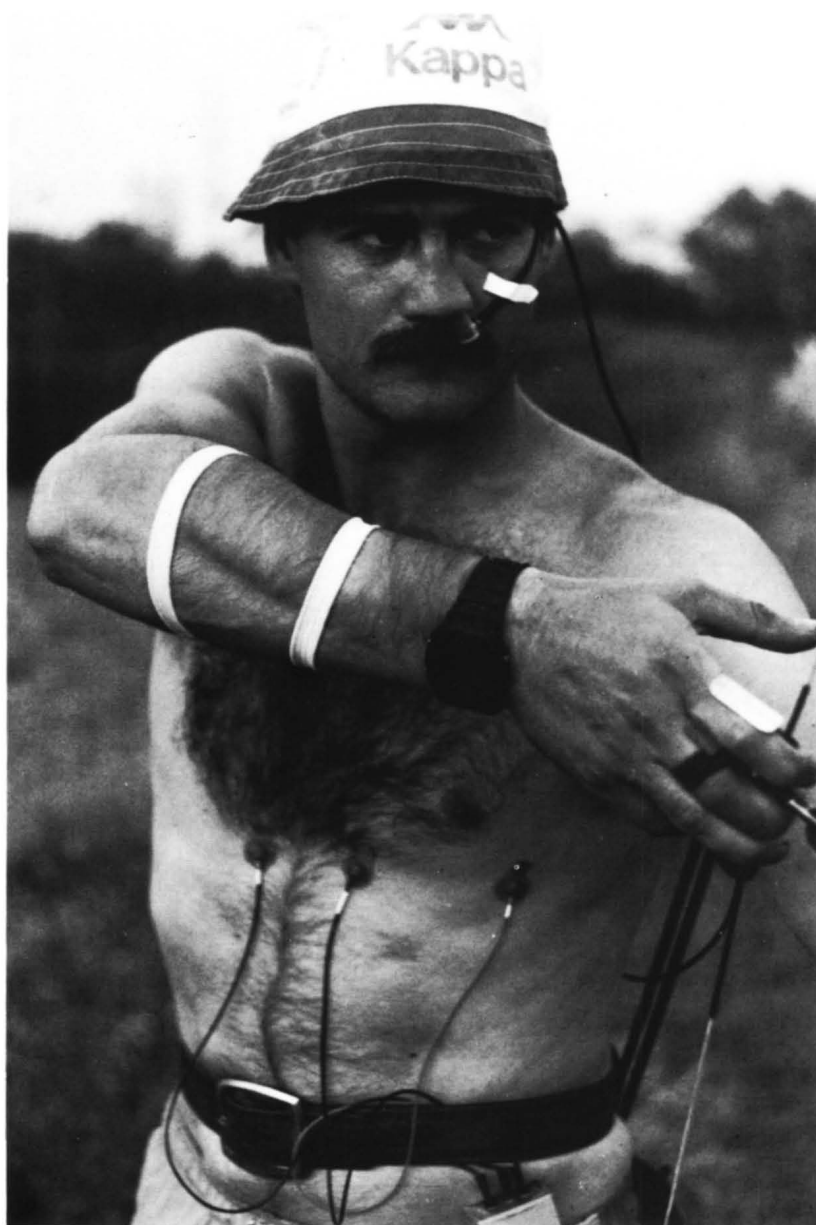
A les taules 1 i 2 es presenten la mitjana, desviació estàndard, màxim, mínim i coeficient de variació dels 18

llançaments enregistrats a cada subjecte per a les següents variables: puntuació en diana, temps de llançament en segons (entre l'inici del tensat i la deixada), temps de descans entre llançaments en segons (entre el final d'un llançament i l'inici del següent, dins de la mateixa sèrie), valor de la FC en pulsacions/min. a l'inici del llançament, valor de la FC al final del llançament, increment de la FC durant el llançament i variació de la FC durant la sèrie.

Segons les puntuacions obtingudes podríem classificar als arquers d'aquest estudi en tres categories, de millor a pitjor: A (subjectes 1 i 2), B (subjectes 3, 4, 5 i 6) i C (subjecte 7). Si comparem els resultats entre els subjectes observem una gran variació en la major part de les variables analitzades. Els valors medis oscil·len entre 4,2 i 9,2 segons per al temps de llançament, 18,2 i 37,1 segons per al descans entre llançaments, 6,3 i 33,1 pulsacions/min. per a l'increment de la FC durant el llançament, 74 i 111,6 pulsacions/min. per a la FC a l'inici del llançament, 91,3 i 137,4 pulsacions/min. per a la FC després del llançament, i entre 38,3 i 57,5 pulsacions/min. per a la variació de la FC durant la sèrie.

Aprofundint en l'anàlisi interindividual, podríem pensar que aquestes variacions assenyalades tenen relació amb el nivell de l'arquer (puntuació). En canvi, analitzant els resultats de les taules 1 i 2 veiem que no és possible observar una tendència que relacioni la puntuació mitja dels arquers amb cap de les variables presentades. Només el subjecte 7 (categoria C) presenta unes diferències respecte als altres subjectes (categories A i B).

Figura 2. DETALLS EN LA COL·LOCACIÓ DELS ELÈCTRODES (ENREGISTRAMENT DE LA FC) I DEL TERMISTOR (ENREGISTRAMENT DE LA RESPIRACIÓ)





Taula 1.

	PUNTUACIÓ					TEMPS DE LLANÇAMENT					DESCANS ENTRE LLANÇAMENTS				
	x	sd	màx	mín	CV	x	sd	màx	mín	CV	x	sd	màx	mín	CV
subjecte - 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
subjecte - 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
subjecte - 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
subjecte - 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
subjecte - 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
subjecte - 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
subjecte - 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

Taula 2.

	INCREMENT FC DURANT EL LLANÇAMENT					FC INICI LLANÇAMENT					FC FINAL LLANÇAMENT					VARIACIÓ FC DURANT LA SÈRIE				
	x	sd	màx	mín	CV	x	sd	màx	mín	CV	x	sd	màx	mín	CV	x	sd	màx	mín	CV
Subj.-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
Subj.-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
Subj.-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
Subj.-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
Subj.-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
Subj.-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
Subj.-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

Taula 3.

PATRONS EN RELACIÓ A LA RESPIRACIÓ

SUBJECTE 1

- Comença a tensar l'arc durant la inspiració. (17 vegades de 18 casos possibles 94% de les vegades).
- Durant el tensat hi ha lleugeres inspiracions. (15/18 = 83%)
- Quan finalitza l'acció de tir realitza una espiració. (100%)

SUBJECTE 2

- Comença a tensar l'arc a l'inici de la inspiració o com a màxim 1 segon després. (94%)
- Durant el tensat de l'arc:
 - a) No respira (35%)
 - b) Realitza lleugeres inspiracions (65%)
- Un cop efectuat el llançament manté breument la mateixa estructura respiratòria i a continuació realitza una espiració. (81%)

SUBJECTE 3

- SUBJECTE IRREGULAR.
- NO S'OBSERVEN PATRONS RESPIRATORIS.

SUBJECTE 4

- L'inici del tensat coincideix amb l'inici de la inspiració (+1 segon). (94%)
- Durant el llançament després d'arribar a la màxima respiració realitza una lleugera espiració i a continuació segueix inspirat. (89%)
- Immediatament després del llançament realitza una espiració. (100%)

SUBJECTE 5

- Comença a tensar l'arc a l'inici de la inspiració o com a màxim 1 segon després. (83%)
- Durant el tensat hi ha lleugeres inspiracions. (83%)
- Un cop efectuat el llançament es manté la mateixa estructura respiratòria del tensat fins un màxim de 1 segon i a continuació realitza una espiració. (89%)

SUBJECTE 6

- Quan s'inicia el tensat l'arquer es troba en inspiració. (94%)
- Durant el tensat, després d'arribar a la màxima inspiració, realitza una lenta espiració. (89%)
- Realitza una lleugera inspiració en finalitzar el llançament i a continuació una espiració (100%)

SUBJECTE 7

- NO S'OBSERVEN PATRONS RESPIRATORIS.

PATRONS EN RELACIÓ A LA FREQUÈNCIA CARDÍACA

- FC és superior al final que a l'inici del llançament. (100%)
- A l'inici del llançament la FC es troba prop d'un mínim (+1 batec). (72%)
- Pausat increment de la FC sense punts d'inflexió durant el llançament. (72%)
- Al final del llançament la FC coincideix amb un màxim (+1 batec). (83%)

- FC és superior al final que a l'inici del llançament. (100%)
- A l'inici del llançament la FC es troba prop d'un mínim (+1 batec). (100%)
- Pausat increment de la FC sense punts d'inflexió durant el llançament. (64%)
- Al final del llançament la FC coincideix amb un màxim (+1 batec). (82%)

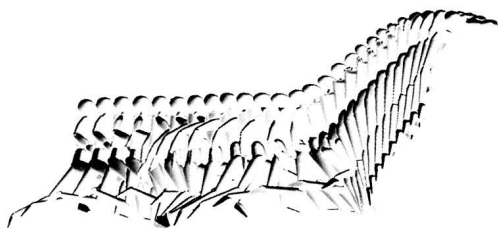
- A la meitat del tensat es produeix un màxim de la FC (100%)
- Tant a l'inici com al final del llançament la FC es troba en un mínim (+1 batec). (83%)

- La FC es superior al final que a l'inici del llançament. (100%)
- A l'inici del llançament la FC es troba prop d'un mínim (+1 batec). (89%)
- L'increment de la FC durant el llançament no es pausat existint punts d'inflexió. (72%)
- Al final del llançament la FC es troba en un màxim (+1 batec). (100%)
- Només el primer llançament de cada sèrie no s'inicia a un mínim de la FC situat prop de la mínima FC de la sèrie.

- FC és superior al final que a l'inici del llançament. (100%)
- A l'inici del llançament la FC es troba prop d'un mínim (+1 batec). (72%)
- Pausat increment de la FC sense punts d'inflexió durant el llançament. (66%)
- Al final del llançament la FC coincideix amb un màxim (+1 batec). (83%)

- FC es superior al final que a l'inici del llançament. (100%)
- Durant el llançament es produeix:
 - a) Descens + increment de la FC. (56%)
 - b) Pausat increment de la FC. (44%)
- Al final del llançament la FC es troba prop d'un màxim (+1 batec). (56%)

- FC és superior al final que a l'inici del llançament. (100%)
- L'increment de la FC durant el llançament no és pausat existint punts d'inflexió. (83%)
- Al final del llançament existeix un brusc increment de la FC superior al doble de la tendència d'increment. (100%)



Aquestes diferències són:

a) Els coeficients de variació dels temps de llançament i descans entre llançaments són més grans en el pitjor arquer, el que ens fa suposar que es requereix una certa consistència en patrons temporals per obtenir unes bones puntuacions en tir amb arc.

b) Els valors de la FC tant a l'inici com al final del llançament així com els valors de la variació de la FC durant la sèrie són molt superiors en el subjecte de categoria C respecte a la resta de subjectes, el que podria estar relacionat amb la manca d'autocontrol i/o preparació física.

Fent una anàlisi intraindividual, en cap subjecte s'ha trobat alguna correlació entre la puntuació i cap de les variables respiratòria, cardíaca o temporal.

Analitzant gràficament les 6 sèries d'un mateix arquer es pot identificar un patró propi per a cadascun d'ells en la majoria dels llançaments. Aquest patró és diferent per a cada arquer. Com a exemple, observem la figura 3 on es representen gràficament 2 sèries diferents per a un mateix subjecte; la línia trencada correspon a l'evolució de la FC, la línia contínua assenyalava l'evolució de la respiració i la discontinuïtat de la línia recta indica l'inici i final dels 3 llançaments de la sèrie. Visualment podem comprovar l'existència d'un cert patró al llarg dels llançaments de les dues sèries. La figura 4 correspon a un altre arquer i aquí podem veure com també es manté un cert patró al llarg dels llançaments, però diferent al del subjecte anterior.

Hem intentat quantificar aquests patrons, i així a la taula 3 es presenten per a cada subjecte la identificació i el percentatge de vegades que es donen

Figura 3. SUBJECTE 5 - SÈRIES 1 I 5. EVOLUCIÓ DE LA FC (LÍNIA TALLADA) I DE LA RESPIRACIÓ (LÍNIA CONTÍNUA) AL LLARG DELS TRES LLANÇAMENTS DE CADA SÈRIE (DISCONTINUÏTAT DE LA LÍNIA RECTA). EL TRAÇ ASCENDENT DE LA RESPIRACIÓ CORRESPON A LA INSPIRACIÓ I EL DESCENDENT A L'ESPIRACIÓ

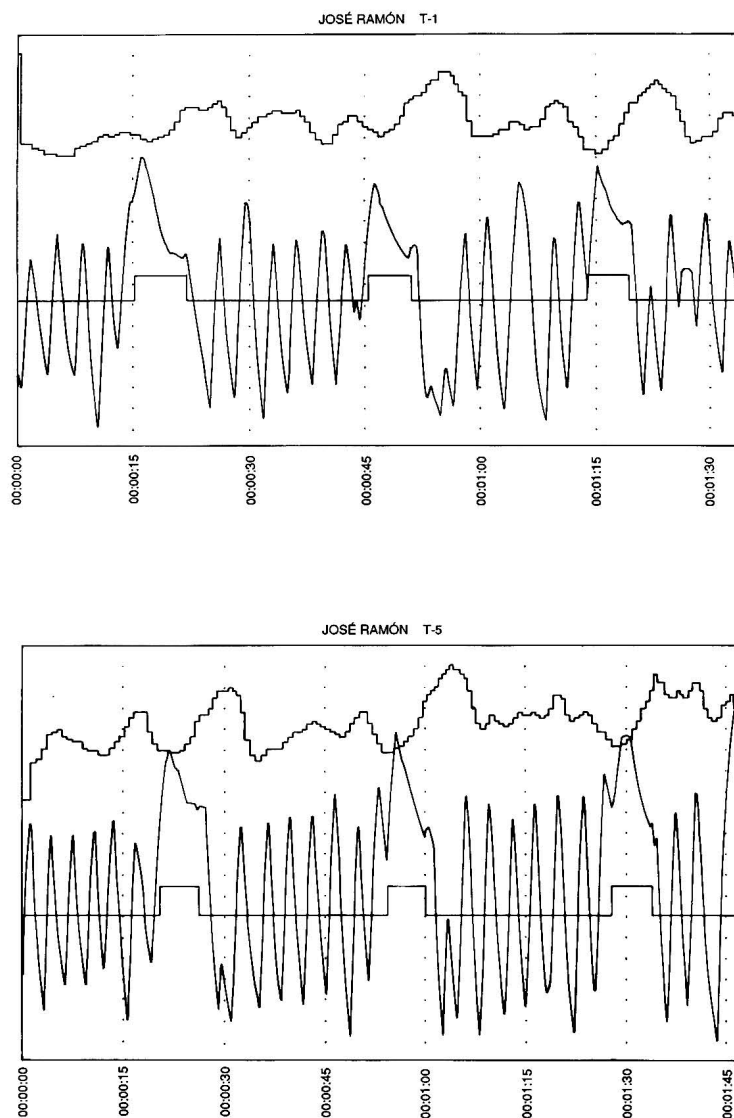
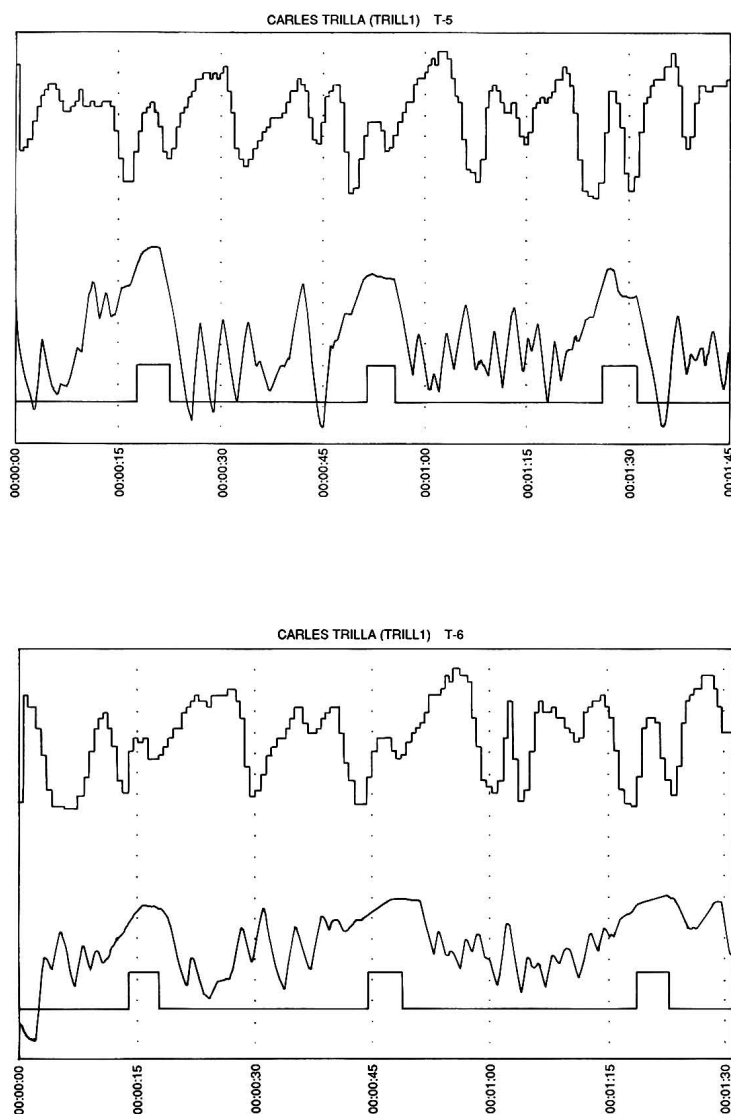


Figura 4. SUBJECTE 3 - SÈRIES 5 I 6. EVOLUCIÓ DE LA FC (LÍNIA TALLADA) I DE LA RESPIRACIÓ (LÍNIA CONTÍNUA) AL LLARG DELS TRES LLANÇAMENTS DE CADA SÈRIE (DISCONTINUÏTAT DE LA LÍNIA RECTA). EL TRAÇ ASCENDENT DE LA RESPIRACIÓ CORRESPON A LA INSPIRACIÓ I EL DESCENDENT A L'ESPIRACIÓ



aquests patrons tant en relació a l'evolució de la respiració com a l'evolució de la FC durant el llançament.

Analitzant la taula 3 podem deduir que:

- Tots els subjectes, tret de dos que no presenten cap mena de patró respiratori, comencen a tibar l'arc a l'inici de la inspiració o durant aquesta, i quan finalitzen l'acció de tir realitzen una espiració. És curiós notar que durant el tensat de l'arc la majoria dels subjectes, després d'arribar a la màxima inspiració, fan lleugeres inspiracions no mantenint una apnea, com generalment es creu.
- A excepció d'un subjecte, la FC dels arquers és superior al final que a l'inici dels llançaments.
- 5 dels 7 arquers tenen com a patró iniciar l'acció de tir prop d'un mínim de llur FC i a continuació es produeix un increment d'aquesta que és pausat (sense punts d'inflexió) en tres arquers.
- Al final del llançament, la FC es troba en un màxim per a 6 dels 7 arquers. Només un subjecte presenta un altre patró consistent en que tant a l'inici com al final del llançament la FC es troba en un mínim. És curiós ressaltar que el pitjor arquer presenta al final del llançament un increment brusc de la FC.

En conclusió, els resultats d'aquest estudi suggereixen que:

- En tir amb arc hi ha una gran variabilitat interindividual en l'evolució de la respiració, la FC i els temps de llançament. A semblants conclusions van arribar Riera, Gordillo, Salvador i Vidal (1987) en un estudi sobre el llançament de tirs lliures en bàsquet.
- Els arquers tenen tendència a repetir uns patrons respiratoris i cardíacs encara que persenten un gran coefi-



cient de variació en patrons temporals (temps de llançament i descans entre llançaments).

- En una anàlisi intraindividual no existeix cap correlació entre la puntuació i cap variable respiratòria, cardíaca o temporal. No obstant, no des-

cartem que estudiant a més arquers poguéssim trobar algú les puntuacions del qual correlacionessin amb alguna variable estudiada, com passa a un estudi recent de Dong-Sung et al. (1989), qui va trobar que 5 dels 16 arquers estudiats puntuaven millor

quan la seva FC estava a un cert nivell. Tot això apunta el gran valor que pot tenir el control de paràmetres respiratoris, cardíacs i temporals, com també d'altres cinemàtics i dinàmics, en l'aprenentatge del tir amb arc mitjançant feed-back individual.

BIBLIOGRAFIA

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

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

RIERA, J. i 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. i 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. i 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.