

intensidad muy por encima o muy por debajo de lo sucedido en el computo global del mismo.

A. En relación al sexo

El análisis de la varianza para contrastar las diferencias entre la concentración de lactato y el sexo no resulta significativo ($F_{(1,22)} = 3,964$; $p=0,06$), pero el dato obtenido es muy cercano a la significación con medias (desviación típica) para el hombre de 3,87mM/l (2,19) y para la mujer de 2,42 (1,03), que muestran una gran variabilidad.

B. En relación a los diferentes grupos de nivel

El análisis de la varianza para contrastar las diferencias entre la concentración de lactato en los diferentes grupos (CIJ y CIA) no resulta significativo ($F_{(1,22)} = 0,371$; $p=0,54$), siendo las medias (desviación típica) similares para ambos grupos, 2,91 mM/l (1,6) para CIJ y 3,39 (2,06) para CIA. Tampoco se encuentra diferencia ($F_{(1,22)} = 3,135$; $p=0,09$) en relación al resultado, es decir que perder o ganar el partido no influye sobre la concentración de lactato o viceversa.

2. FRECUENCIA CARDÍACA

En el análisis de la frecuencia cardiaca (Fc) se ha diferenciado entre Fc máxima, media y el tanto por ciento que representa ésta sobre la Fc máxima obtenida en el partido. Aunque todas ellas están relacionadas, el estudio individual de cada una nos permite profundizar en el análisis de las relaciones que individualmente se establecen con otras variables motivo de estudio.

El análisis de los datos totales, de manera general, nos obliga a destacar los valores elevados en la Fc máxima con una media (desviación típica) de 191,9 ppm (8,8), valor máximo de 208 ppm y mínimo de 164. Al igual que en la Fc media con 173,6 ppm (10,1) y valor máximo y mínimo de 194 ppm y 146 ppm, respectivamente. Los resultados obtenidos son muy similares a los encontrados en todos los estudios sobre frecuencia

cardíaca (Abe, 1990; Alvero, 1995; Ghosh, 1993 ..), siendo en la mayor parte de los sujetos muy cercanos a su frecuencia cardíaca máxima teórica (220 - edad).

El estudio de la frecuencia cardíaca en ejercicios intermitentes de alta intensidad, nos indica que al final de las acciones de esfuerzo (jugadas - tiempo de actuación) alcanzamos valores de Fc muy elevados, cercanos a la máxima. La repetición de estos esfuerzos a lo largo de un período de tiempo elevado, donde la recuperación es parcial y la reducción de la Fc pequeña, conlleva incrementos considerables de la Fc media, que mantenida durante períodos de tiempo que oscilan desde los 20 a los 55 minutos, implican un volumen elevado de trabajo cardiovascular con elevada intensidad (Bangsbo, 1996; Tabata y cols, 1997). Esta observación viene reforzada por el hecho de que el porcentaje de Fc media en relación a la Fc máxima obtenida, de 90,4% \pm 2,59% y un máximo y mínimo de 95,2% y 84,2%, respectivamente. Estos datos son semejantes a los encontrados por Salmoni y cols (1991), cercanos también al 90% de la máxima obtenida, o los alcanzados por Liddle y cols (1996) en su estudio comparativo entre individual y dobles, con una media en Fc máxima de 192,6 \pm 7,5 ppm para ambas modalidades, aunque con una Fc media del 89% en la modalidad individual y del 79% en la de dobles.

Otro aspecto destacado es el contraste entre la baja producción de ácido láctico, con una media de todas las muestras inferior a 3.2 mmol/l, y las altas intensidades reflejadas, tanto en la Fc máxima (191 ppm), como en la Fc media (173 ppm), que no tiene una explicación clara. Aunque podría deberse a la ansiedad que provocan las características tan estresantes del propio deporte (acciones continuas de máxima velocidad y mínimo tiempo de decisión) y al estrés competitivo (emocional). En este sentido Ming-Kai Chin y cols (1995) explican que las frecuencias cardíacas tan altas pueden deberse a factores neurofisiológicos que afectan al corazón. Así, el sistema nervioso vegetativo y más concretamente el sistema nervioso simpático, podría aumentar la frecuencia de latidos del corazón actuando sobre el nódulo sinoauricular. Se sabe que el principal neurotransmisor liberado por las fibras postganglionares del sistema simpático durante el ejercicio físico suele ser la adrenalina, que a través de las órdenes que el sistema nervioso manda al corazón, aumenta la Fc hasta los límites necesarios requeridos por la propia actividad. El bádminton posee unas características en su juego (velocidad en todos sus aspectos, reflejos, precisión, alta capacidad de concentración,..), los cuales provocan un alto nivel de estrés, que podría propiciar una secreción de adrenalina adicional a nivel de las glándulas suprarrenales, además de la ya requerida por el sistema nervioso. Esto podría hacer que el corazón se acelerase más de lo que el esfuerzo real provoca (Coad y cols, 1979; Docherty, 1982 en Hughes, 1994).

2.1. FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA

En el estudio de correlaciones bivariadas, además de la relación evidente entre Fc máxima y media, hay que señalar la correlación negativa encontrada entre Fc máxima y golpes ganadores (GG) totales ($r = -0,291$; $p=0,04$; $n=47$), que desaparece al realizar una correlación parcial controlando el sexo, número de jugadas o ambos. Igualmente hay que destacar la correlación positiva encontrada entre la Fc máxima y las acciones máximas totales ($r = 0,607$; $p=0,02$; $n=41$) en el análisis correlacional parcial controlando el número de jugadas, pero que en el análisis bivariado no se da, lo que puede explicarse por la incidencia que tiene el número de jugadas en el número de acciones máximas totales, es decir no es lo mismo realizar 100 acciones máximas en 50 jugadas que realizarlas en 20. Esto supone, además, una activación cardiovascular mayor, ya que es muy diferente, desde el punto de vista de la exigencia cardiaca, realizar jugadas con 2 acciones máximas que con 5, lo que justifica igualmente la correlación positiva encontrada entre la Fc máxima y la concentración de lactato que analizamos en el apartado anterior. Sin embargo no existe relación, en ningún caso, entre la Fc máxima y el número de acciones máximas por jugada.

A. En relación al sexo

El análisis de la varianza para contrastar las diferencias entre la Fc máxima y el sexo no resulta significativo ($F_{(1,53)} = 1,192$; $p=0,28$), aunque los datos obtenidos muestran una pequeña diferencia, con medias (desviación típica) para el hombre de 190,7 ppm (8,67) y para la mujer de 193,3 (9,02), que estaría dentro de la diferencia normal existente en esta variable entre hombres y mujeres (Anstrand y Rodahl, 1986). Los datos obtenidos por Carlson y cols (1985) tampoco muestran diferencias entre hombres y mujeres de la selección absoluta australiana de bádminton, con una Fc máxima igual a 186 ppm. En este estudio la muestra fue muy pequeña, sólo 6 hombres y 4 mujeres.

Estos datos son muy similares a los encontrados en otros deportes de raqueta con Fc máximas durante los partidos muy cercanas a las máximas reales obtenidos para hombres y mujeres (Salmoni y cols, 1991), exceptuando el caso del tenis donde las Fc máximas son relativamente inferiores, 178-180 ppm (Galiano y cols, 1996).

B. En relación a los diferentes grupos de nivel

El análisis de la varianza para contrastar las diferencias entre la Fc máxima en los diferentes grupos resulta significativo ($F_{(1,53)} = 3,430$; $p=0,02$). Al realizar la prueba post hoc (estadístico de Tukey) para determinar exactamente entre que grupos se dan esas diferencias, los datos muestran una cierta diferencia entre los grupos de más nivel CIA y CIJ (188,1 y 187,6 ppm, respectivamente) con el de menor nivel CEJ (196,1 ppm), $F_{(1,53)} = 3,117$; $p=0,1$ y $F_{(1,53)} = 3,117$; $p=0,05$ (significativo), respectivamente, lo que nos permite afirmar que en aproximadamente el 90 % de los casos, los jugadores de menor nivel obtienen Fc máximas más elevadas que los de mayor nivel durante un partido de bádminton, que unido a la menor edad media del grupo de menor nivel podría justificar las diferencias, en base a la fórmula teórica de la Fc máxima = $220 - \text{edad}$ (Anstrand y Rodahl, 1986). Algunos estudios realizados por Carlson y cols (1985) y Alvero (1995) en relación a los valores de frecuencia cardíaca (Fc) obtenidos durante competición en jóvenes deportistas, pueden corroborarlo, con resultados en Fc máxima, Fc media y Fc mínima muy elevados, con datos de Fc máxima, en adolescentes de la selección australiana de 197 ppm, muy cercana a la Fc máxima teórica.

Los datos de Fc máxima en relación al sexo y los diferentes grupos de nivel, difiere considerablemente, siendo la Fc máxima mayor para el caso de los hombres en CIA (190,5 y 186,7 ppm en mujeres), menor en CIJ y CEJ (186,4 y 193,1 ppm; 191 y 198,5 ppm en mujeres, respectivamente), e igual para hombres y mujeres en MN (192,6 ppm).

2.2. FRECUENCIA CARDIACA MEDIA

En el estudio de correlaciones bivariadas, además de la relación señalada entre Fc máxima y media, hay que señalar la correlación negativa encontrada entre Fc media y golpes ganadores (GG) totales ($r = -0,367$; $p=0,01$; $n=47$), que desaparece al realizar una correlación parcial controlando el sexo, número de jugadas o ambas. Esto puede ser explicado porque la correlación solamente existe entre los hombres ($r=-0,599$; $p=0,01$; $n=18$), y por el mayor número de jugadas en individual masculino que femenino. Del mismo modo que ocurría con la Fc máxima, hay que señalar la correlación positiva encontrada entre la Fc máxima y las acciones máximas totales solamente en el análisis

correlacional parcial controlando el número de jugadas ($r = 0,527$; $p=0,05$; $n=41$), o controlando éste y el sexo ($r = 0,593$; $p=0,03$), no existiendo para el análisis bivariado. Esto puede ser explicado con el ejemplo expuesto para la Fc máxima y por la correlación señalada entre la Fc máxima y la Fc media. Sin embargo no existe relación, en ningún caso, entre la Fc media y el número de acciones máximas por jugada.

La correlación negativa encontrada entre la Fc media y el número de jugadas a lo largo de un partido ($r = -0,368$; $p=0,00$; $n=49$), puede explicarse porque a menor número de jugadas mayor intensidad en las acciones, ya que en partidos de muchas jugadas que se prolongan en el tiempo, los intervalos de pausa al final de los mismos cada vez comienzan a ser mayores, al ser necesario más tiempo para conseguir la recuperación que cada vez se hace más difícil por la fatiga acumulada. Sin embargo esta relación desaparece al realizar el análisis parcial controlando el sexo, que podría explicarse porque al realizar la correlación de sólo hombres y sólo mujeres la muestra se reduce y la baja correlación existente desaparece.

A. En relación al sexo

No se encuentra diferencias significativas al realizar el análisis de la varianza entre la Fc media y el sexo ($F_{(1,53)} = 2,142$; $p=0,14$), aunque los datos obtenidos muestran una pequeña diferencia, con medias (desviación típica) para el hombre de 171,6 ppm (9,99) y para la mujer de 175,7 ppm (10,14), que al existir la correlación entre Fc máxima y media, se puede justificar igualmente, por la diferencia normal existente en esta variable entre hombres y mujeres (Anstrand y Rodahl, 1986).

B. En relación a los diferentes grupos de nivel

El análisis de la varianza para contrastar las diferencias entre la Fc media en los diferentes grupos resulta significativo ($F_{(1,53)} = 4,545$; $p=0,00$). A través de la prueba post hoc (Tukey) se ha comprobado que las diferencias significativas se dan entre el grupo CEJ y el CIA ($F_{(1,53)} = 3,484$; $p=0,01$), es decir entre el de menos y más nivel de los 4 grupos analizados, con valores de Fc media (desviación típica) de 179,5 ppm (7,97) y 168,1 ppm (8,57), respectivamente, justificada en base a la explicación dada para la Fc máxima. Datos muy similares han sido encontrados por estudios en muestras nacionales de diferente nivel, con Fc media de 175,8 ppm en jugadores de

nivel medio alto (Cabello y cols, 1997) y de 173,4 ppm en jugadores de máximo nivel nacional (Cabello y cols, 2000), es decir, jugadores con menor nivel tienen Fc medias más elevadas que los de mayor nivel, lo que en un partido se relacionaría con el mayor esfuerzo global que un jugador más flojo ha tenido que realizar para intentar superar a un jugador de mayor nivel.

Los datos de Fc media en relación al sexo y los diferentes grupos de nivel, muestran una mayor Fc media en las mujeres entre todos los grupos analizados a excepción del MN, donde los valores son mayores para los hombres en tan sólo 1,5 ppm, siendo los niveles de Fc media muy dispares entre hombres y mujeres en el CIJ (167,1 ppm y 179 ppm, respectivamente), que puede deberse en gran medida a la mayor número de partidos jugados a tres sets en individual masculino (3 casos), por ninguno en individual femenino, lo que estaría explicado por la correlación negativa encontrada entre la Fc media y el número total de jugadas de un partido, descrita anteriormente.

2.3. RELACIÓN FRECUENCIA CARDIACA MEDIA Y MÁXIMA

En el estudio de correlaciones la relación entre la Fc media y la máxima, expresada en el porcentaje de la primera en relación a la segunda, expresó una correlación negativa con el número total de jugadas ($r = -0,343$; $p=0,01$), correlación esperada conociendo que esta variable es otra forma de expresión de la Fc media, y que entre la Fc media y el número de jugadas ya se ha descrito una correlación negativa también.

A. En relación al sexo

La t de student para contrastar las diferencias entre el porcentaje de la Fc media en relación a la máxima y el sexo no resulta significativa ($t_{(1,53)} = -1,198$; $p=0,23$), ya que los datos obtenidos muestran una gran similitud con medias (desviación típica) para el hombre de 90% (2,89) y para la mujer de 90,8% (2,2), valores muy similares a los encontrados por Cabello y cols (2000) en el estudio de jugadores españoles de máximo nivel (91%). Sin embargo el análisis de 6 partidos de jugadores de élite australianos resultó con un porcentaje de 84%, mientras que 5

partidos de individual femenino el porcentaje fue del 80%. No obstante habría que conocer los detalles de los partidos (tiempo real de juego, características de las acciones, descansos o interrupciones, ..), para poder conocer el porqué de las diferencias expuestas.

B. En relación a los diferentes grupos de nivel

El análisis de la varianza para contrastar las diferencias en el porcentaje de Fc media en relación a la Fc máxima obtenida entre los diferentes grupos sí que es significativo ($F_{(1,53)} = 3,430$; $p=0,03$). Al aplicar la prueba post hoc (Tukey) para conocer entre que grupos existe esa diferencia, ésta sólo es significativa entre el CEJ y el MN ($F_{(1,53)} = 0,893$; $p<0,05$), con valores de 91,5% y 89,2% respectivamente.

Los datos del porcentaje de Fc media respecto a la máxima en relación al sexo y los diferentes grupos de nivel muestran un equilibrio entre los hombre y mujeres, ya que cada grupo tiene un mayor porcentaje en dos de los grupos analizados, lo que vuelve a justificar la no existencia de diferencias significativas en relación al sexo.

El resumen de la distribución de la Fc a lo largo del partido en todos los casos analizados muestra cómo más del 50% (53,1%) del tiempo (31 min. 5 seg.) se está por encima de 190 ppm, datos semejantes a los obtenidos por Cabello y cols (1995) en una muestra de 3 jugadores españoles del máximo nivel con el 54% por encima de 190 ppm y del 80% por encima de 180 ppm, para una duración media de 35 minutos.

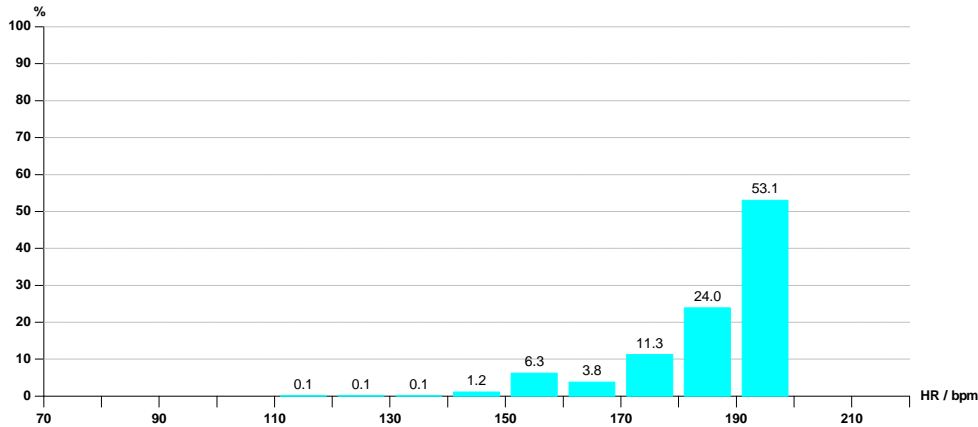


Figura 4.1. Representación gráfica del porcentaje de distribución del tiempo en un partido, en relación a los intervalos de frecuencia cardíaca

3. TIEMPO DE JUEGO

Uno de los factores de análisis de las características en el juego de competición de cualquier deporte es el volumen total de trabajo que tiene esa actividad o competición, normalmente reflejado en los juegos deportivos a través del *tiempo total (TT)* de actividad (Blanco y cols, 1993; Galiano y cols, 1996; Christmass, 1994), complementado con el dato del volumen de trabajo real, a través del *tiempo real de juego (TR)*, es decir el tiempo durante el cual el jugador está en movimiento. La relación entre el tiempo total y el tiempo real nos da un coeficiente que indica la razón entre el tiempo de trabajo y el de descanso, lo que nos permite conocer el grado de recuperación o fatiga que se puede ir acumulando a lo largo de un partido.

Las posibles correlaciones existentes entre los diversos parámetros relacionados con el tiempo de juego, *tiempo total de juego, tiempo real de juego, intervalo medio de trabajo y descanso*, pueden explicar la importancia de los acontecimientos que se suceden en el desarrollo de un partido de bádminton, deporte de adversario donde las diferencias individuales y la dinámica del juego pueden diferir en gran medida de un partido a otro. Sin embargo la bibliografía no se ha centrado en el estudio de estos parámetros, habiendo sido el principal motivo de estudio en la mayoría de las investigaciones temporales, el tiempo de las jugadas.