

Respuesta del cortisol salival durante el salto de paracaídas automático y manual

J. M. García Manso¹, F. Ortega Santana², J. L. Trigueros³

Med Mil (Esp) 1999; 55 (3): 148-152

RESUMEN

Está ampliamente demostrado que la práctica deportiva es causa de elevados niveles de estrés en muchos individuos, especialmente cuando el deporte practicado supone un riesgo físico elevado para su practicante. Como consecuencia, numerosos sistemas del organismo sufren alteraciones funcionales. Dentro de estas alteraciones, la alteración de los centros vegetativos (sistemas simpático-adrenérgico y hipofisario-adrenocortical) tienen una especial relevancia. El motivo del presente estudio fue ver como responde el cortisol (medido a través de la concentración en saliva) en sujetos sometidos a una elevada situación de riesgo (salto en paracaídas) en dos de sus modalidades: durante el primer salto con apertura automática del paracaídas y cuando un nuevo factor de incertidumbre es incorporado a la actividad (apertura manual del paracaídas). Catorce sujetos sanos estudiantes de educación física (edad media 22,44±2,68 años), sin experiencia previa en la práctica de paracaidismo, participaron en el estudio. Se determinó el cortisol por RIA en saliva que se obtuvo antes y después del primer salto (apertura automática del paracaídas) y antes y después del último salto (apertura manual del paracaídas). Los resultados muestran que el estrés psicológico, motivado por la actividad propia del salto, conlleva un incremento en los niveles del cortisol salival, el cual llega a aumentar un 43,92%. Cuando un nuevo factor de riesgo fue introducido, se observó en los componentes de la muestra un comportamiento similar del cortisol en saliva antes de que el aterrizaje tuviera lugar. Después de llegar a tierra, tras el salto con apertura manual, los niveles de cortisol eran más elevados que en el caso anterior, de la misma forma que su evolución posterior fue de una disminución más rápida de los niveles de cortisol que los encontrados en el primer salto con apertura automática. Pensamos que los efectos propios del aprendizaje obtenido durante el experimento, ayudan a controlar la respuesta del sistema simpático-adrenal, pero cuando los efectos de la actividad son desconocidos o se incluye un factor nuevo a la tarea, la respuesta es similar que la manifestada entre sujetos sin experiencia.

INTRODUCCION

Los sujetos que participan en deportes que conllevan un elevado riesgo físico (paracaidismo, motorismo, automovilismo, etc.), sufren alteraciones funcionales que provocan, en ocasiones, profundas modificaciones del estado de la homeostasis del organismo. Una alteración que resulta especialmente importante y evidente, es la que resulta de la estimulación de los principales centros neurovegetativos, como es el caso de los sistemas simpático-adrenérgico y hipofisario-adrenocortical.

Esta situación ha sido descrita para diferentes actividades deportivas como el montañismo (Mace y Carroll, 1985), la gimnasia artística (Mace y Carroll, 1986; Kerr y Leith, 1993), el motocross (Collings y Doherty, 1993), el salto de trampolín (Palomino et al., 1996) y otros deportes en los que las situaciones de inseguridad respecto a la integridad física del ejecutante son de menor importancia que en los deportes antes mencionados.

Los trabajos de Cannon (1932) fueron el referente de partida para los estudios sobre la respuesta neuroendocrina en situaciones de alto estrés, comprobando una intensa estimulación del sistema nervioso vegetativo en animales en situaciones de elevado estrés. Posteriormente, el endocrinólogo canadiense Seyle define lo que denominó «la respuesta inespecífica del cuerpo a

cualquier exigencia» (Seyle, 1975), a la que llegó cuando observó que al lado de reacciones típicas, surgen, independientemente del carácter del estímulo actuante, unas reacciones atípicas, siempre las mismas, que aparecen paralelamente a las reacciones propias de cada enfermedad. De sus observaciones se desprende que es la glándula pituitaria (adenohipófisis) y la corteza suprarrenal las principales desencadenantes de lo que denominó *Síndrome General de Adaptación*.

Paralelamente, otro mecanismo importante que se activa es el mediado por las catecolaminas. La respuesta de los tejidos periféricos al incremento de catecolaminas depende de la interacción de estas hormonas con sus receptores localizados en la superficie de las células. Con la excepción de los receptores β_2 del lecho vascular que responden más intensamente a la adrenalina que no a la noradrenalina, la respuesta a ambas catecolaminas son agonistas potencialmente iguales para los receptores α y β adrenérgicos. Como ambos receptores se encuentran en la mayor parte de las células, la respuesta periférica a la estimulación simpático-adrenal está mediatizada por su existencia y comportamiento en cada tejido en particular, así como de diversos mediadores (hormonas, mediadores locales como las prostaglandinas, sustratos y otros factores).

Los niveles de respuesta al ejercicio, mostrada por el sistema nervioso vegetativo y el eje hipotalámico-adrenocortical, son ligeramente diferentes. La respuesta simpática ocurre inmediatamente, llegando al máximo con bajos niveles de intensidad del ejercicio, mientras que la otra vía, aunque tiene también una respuesta rápida, sus niveles de activación sufren cambios más lentos con el incremento de la carga y llegando a su límite máximo

¹ Departamento de Educación Física de la ULPGC.

² Departamento de Morfología de la ULPGC.

³ Base Aérea de Gando. Las Palmas.

Recibido: 10 de octubre de 1999.

Aceptado: 13 de diciembre de 1999.

cuando el ejercicio es muy intenso (Ostman, *et al.*, 1972; Hartley *et al.*, 1972; Young y Landsberg, 1983).

Parece demostrado, que existen diferentes vías neurales mediante las cuales los neurotransmisores actúan sobre el hipotálamo y directamente sobre la hipófisis para regular funciones endocrinas Schally (1978). Así mismo, Mason, *et al.* (1973) comprobaron como los niveles de catecolaminas (noradrenalina) aumentan en anticipación a la realización de esfuerzo físico, indicando que factores corticales son precursores de la respuesta simpática. Las funciones vitales del hipotálamo se producen a través de una combinación de nervios autónomos y somáticos, siendo también la región que actúa como interfase más importante entre la regulación nerviosa y endocrina, estando ésta última concentrada en el hipotálamo de los mamíferos.

Contrario al planteamiento de una respuesta inespecífica que siempre se desencadenará ante la aparición de un estímulo, se manifiestan otros investigadores, como es el caso de Miller (1969), el cual, basándose en el comportamiento de las respuestas automáticas, reclama una mayor prudencia a la hora de defender estos comportamientos funcionales.

El salto con paracaídas requiere un modesto compromiso metabólico durante su ejecución (Dal-Monte, *et al.*, 1989; Kopp *et al.*, 1978). Es una de las modalidades deportivas que implican mayor riesgo y precisan de un gran valor por parte de las personas que lo practican. Los niveles de estrés psicológico a los que ve sometido un sujeto a la hora de realizar un salto en paracaídas son enormes, especialmente cuando los niveles de experiencia previa son pequeños o nulos.

Una demostración del importante efecto que una actividad de estas característica tiene sobre el organismo, y más concretamente sobre el estrés emocional, son los trabajos de Wittels *et al.* (1994); López-Calbet y G.^a-Manso (1991); G.^a-Manso *et al.* (1997); Reid y Doerr (1970); Reid *et al.* (1971); Schane *et al.* (1967); Deroanne *et al.* (1975), Renemann *et al.* (1968), Sturdivant (1985), Vanuxem (1984), Garrard y Muramoto (1983), Konicke y Garrard (1982), McDonald y Kirkby (1990), Kopp *et al.* (1978), en los cuales todos ellos llegan a similares conclusiones. Wittels *et al.* (1994) encontraron que la frecuencia cardíaca, durante un salto nocturno de paracaídas, alcanzaba valores del 83-84.5% de la frecuencia cardíaca máxima medida en una prueba de esfuerzo en cicloergómetro, lo que concuerda con los datos encontrados en nuestra muestra. En el trabajo de G.^a-Manso *et al.* (1991), donde el salto fue realizado en óptimas condiciones ambientales y técnicas, pero con sujetos debutantes, la frecuencia cardíaca alcanzada durante el salto (monotorizada mediante cardiotaquímetro-Sport Tester Polar-4000) fue de 173 (+/-10,8) p/m, lo que representa un 87,3% (+/-7,6) de la reserva de frecuencia cardíaca.

Vemos, por lo tanto, como el paracaidismo ofrece unas características óptimas para el estudio de la respuesta al estrés psico-fisiológico del ser humano. En nuestro trabajo se analizó el comportamiento de dos hormonas como son el cortisol y la testosterona, aunque para el análisis del estrés sólo se utilizó la primera de ellas, la cual es un indicador fiable y de gran utilidad para comprender este complejo proceso.

La cinética del cortisol se realizó a partir de sus concentraciones en saliva. Los niveles de cortisol en saliva también ha sido

reconocido como un test válido de valoración de la respuesta hormonal (Katz, 1964; Shannon, 1959; Shannon, 1966a,b; Walker, 1978; Umeda, 1980; Bonnin, 1985; Vining, 1983; O'Connor, 1987; McCracken, 1989; Port, 1991), constituyendo un medio no invasivo y con menor riesgo dadas las características del trabajo realizado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Catorce estudiantes de educación física de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria de 22,44±2,68 años de edad, 69,4 kilos de peso, 8,53%±1,32 de porcentaje graso y 174,92±6,03 centímetros de estatura, participaron en el estudio. Ninguno de ellos había tenido previamente experiencias relacionadas con la práctica del paracaidismo, aceptando todos por escrito su voluntad de participar libremente en el estudio, una vez que los motivos y características del mismo le habían sido explicados. Previamente a la ejecución de los saltos, todos los participantes asistieron durante dos meses (dos días por semana) a un intenso curso donde aprendieron los aspectos teóricos y prácticos de esta modalidad deportiva, el cual fue impartido por profesorado altamente cualificado de la Brigada Paracaidista y del Ejército del Aire.

Muestras de saliva

Las concentraciones de cortisol en saliva fueron medidas mediante un equipo comercial de radioinmunoensayo (Stillwater MN 55082-0285), tomando como valores de referencia los niveles basales de cortisol de 20 sujetos sanos (18,9±7,8 nmol/L). Los errores Intra e Inter grupo fueron determinados en valores de un 6,8% y 9,4% respectivamente.

Se tomaron un total de 14 muestras de 5mm³ saliva, por cada uno de los sujetos de la muestra, durante el estudio, a lo largo del cual todos debieron respetar una serie de reglas de conducta básica, con el objeto de minimizar al máximo alteraciones artificiales de los niveles de cortisol. Estas normas fueron: 1) Buena hidratación el día previo a la obtención de la muestra; 2) Mantenimiento de los hábitos normales de vida; 3) Evitar esfuerzos de alta intensidad; 4) No mantener actividad sexual; 5) No tomar drogas ni alcohol; 6) No fumar durante tres horas previas a los controles; 7) No comer antes de realizar la primera toma, 8) No tomar ningún alimento tres horas antes a la obtención del resto de muestras.

A todos los sujetos se les tomó, cuatro días antes a la realización del primer salto, tres muestras de saliva en condiciones de reposo, a las 08.00 A.M., 16.00 P.M. y 20.00 P.M., con la finalidad de conocer la cinética del cortisol a lo largo del día.

El día del primer salto, se tomaron seis muestras de saliva con la siguiente secuencia: 1) Cuando el sujeto llegaba al aeropuerto (entre las 07:00-08:00 A.M.); 2) En el avión momentos después del despegue; 3) Inmediatamente después de que el sujeto llegaba a tierra; 4) 30 minutos después de tomar tierra; 5) 60 minutos después de tomar tierra; 6) 90 minutos después de tomar tierra.

El día en que los sujetos tenían que realizar su séptimo salto (primero ejecutado con apertura manual), se repitió la secuencia de obtención de muestras, excepto en el caso de la sexta y última toma.

Ejecución de los saltos

El primer salto fue realizado, igual que los cinco siguientes, a una altura entre 600-800 metros, empleando un sistema automático de apertura, reforzado con un dispositivo adicional regulado con un altímetro que abriría el paracaídas a 200 metros del suelo en caso de emergencia. El séptimo salto fue ejecutado a una altura entre 1200-1400 metros pero con un sistema manual de apertura, incorporando, por razones de seguridad el sistema auxiliar antes descrito.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El tratamiento estadístico de los datos se realizó empleando el paquete estadístico SPSS. El análisis de varianza para medidas repetidas fue utilizado para detectar el estrés relacionado con la respuesta del cortisol en saliva. El t-test de Student para datos apareados fue usado para evaluar otros parámetros. Valores de $p < 0,05$ fueron considerados como estadísticamente significativos.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra los niveles de cortisol en situación de reposo, durante el primer salto con apertura automática y en el salto con apertura manual. Podemos apreciar cómo los niveles de cortisol son más elevados por la mañana, descendiendo a lo largo del día. Existen diferencias significativas entre los valores de la mañana y los obtenidos a las 16.00 P.M. ($p = 0,002$) y a las 20:00 ($p = 0,000$) del mismo día, así como entre los valores de las 16:00 P.M. y las 20:00 P.M. ($p = 0,001$).

Tabla 1. Niveles de cortisol en saliva en los tres temas. Valores expresados en nmol/L.

| Toma | Basal | Apertura automática | Apertura manual |
|--------------------------|-------------|---------------------|-----------------|
| 16:00 p.m. | 10,62±3,23 | | |
| 20:00 p.m. | 6,79±2,86 | | |
| 8:00 a.m. | 22,99±13,25 | 26,74±11,25 | 29,49±10,82 |
| Avión | | 18,26±7,67 | 26,46±6,46 |
| Aterrizaje | | 32,56±10,82 | 35,59±15,36 |
| 30' después de aterrizar | | 29,37±13,09 | 23,37±12,24 |
| 60' después de aterrizar | | 19,90±11,08 | 16,19±8,04 |
| 90' después de aterrizar | | 17,31±10,01 | |

Cuando fueron analizados los niveles de cortisol en saliva durante el primer salto (apertura automática) (Tabla 2), se ve cómo el cortisol de la muestra realizada al llegar al aeropuerto se había incrementado en un 14,02% con respecto al día de control (26,74 nmol/L). Una vez en vuelo, los niveles de cortisol habían disminuido (18,26 nmol/L). Durante el salto la respuesta hormonal se había disparado, mostrando en el momento de llegar a tierra incrementos de un 43,92% (32,56 nmol/L) ($p = 0,001$), comportamiento que se repitió en todos los sujetos de la muestra excepto uno que apenas incrementó sus valores (35,50 nmol/L), el cual al llegar al aeropuerto (08:00 AM) tenía una concentración de cortisol en saliva muy elevada (31,30 nmol /L vs valores medio de 26,74 nmol/L).

Tabla 2. Valores P para el T-test para datos apareados observados en cada fase del salto con apertura automática (*=diferencia significativa)

| | Basal | Avión | Aterrizaje | 30' Aterrizaje |
|--------------------------|---------|--------|------------|----------------|
| Avión | 0,043 * | | | |
| Aterrizaje | 0,236 | 0,001* | | |
| 30' después de aterrizar | 0,576 | 0,034* | 0,442 | |
| 60' después de aterrizar | 0,125 | 0,734 | 0,007* | 0,007* |

Treinta minutos después de que los sujetos habían aterrizado, los niveles de cortisol seguían elevadas, pero mostrando una ligera tendencia a disminuir. Sin embargo, a los 60' y 90' la disminución ya mostraba valores estadísticamente significativos ($p = 0,007$ y $p = 0,004$ respectivamente).

Durante el último salto, realizado a mayor altura y con apertura manual, los datos muestran que los niveles de cortisol al llegar al aeropuerto eran ligeramente más altos (29,49 nmol/L). Estos niveles se mantuvieron durante la maniobra de despegue y ya en vuelo (26,46 nmol/L). Durante el salto, la respuesta hormonal fue todavía más elevada que la encontrada durante el primer salto (35,59 nmol/L vs 32,36 nmol/L). Sin embargo, esta respuesta fue seguida por una recuperación más rápida de los niveles de cortisol en saliva a los 30' (23,37 nmol/L) y 60' después de aterrizar (16,19 nmol/L) ($p = 0,000$).

Sin embargo, cuando se realizó el análisis de la varianza (one-way), reveló que ambos saltos son similares. De hecho, sólo existen diferencias significativas de los niveles de cortisol en saliva cuando los sujetos están en el avión ($p = 0,006$).

Tabla 3. Valores P para el T-test para datos apareados observados en cada fase del salto realizado con apertura manual (*=diferencia significativa)

| | Basal | Aeroplane | Aterrizaje | 30' Aterrizaje |
|----------------|--------|-----------|------------|----------------|
| Avión | 0,343 | | | |
| Aterrizaje | 0,143 | 0,028* | | |
| 30' Aterrizaje | 0,166 | 0,459 | 0,007* | |
| 60' Aterrizaje | 0,002* | 0,006* | 0,000* | 0,003* |

DISCUSIÓN

Saltos con apertura automática

Nuestros datos muestran con claridad cómo el estrés psicológico es un importante inductor del incremento de los niveles de cortisol. De acuerdo a lo visto en nuestros resultados, la ansiedad de los sujetos es suficiente para disparar los mecanismos descritos en el Síndrome General de Adaptación. La llegada al aeropuerto del primer día suponía un incremento del 14.02% con respecto a los valores obtenidos en reposo. No parece muy claro que los valores desciendan durante el despegue o durante el vuelo, lo que podría estar motivado por el entorno y las palabras de ánimo que, habitualmente, utilizaban los preparadores antes del salto.

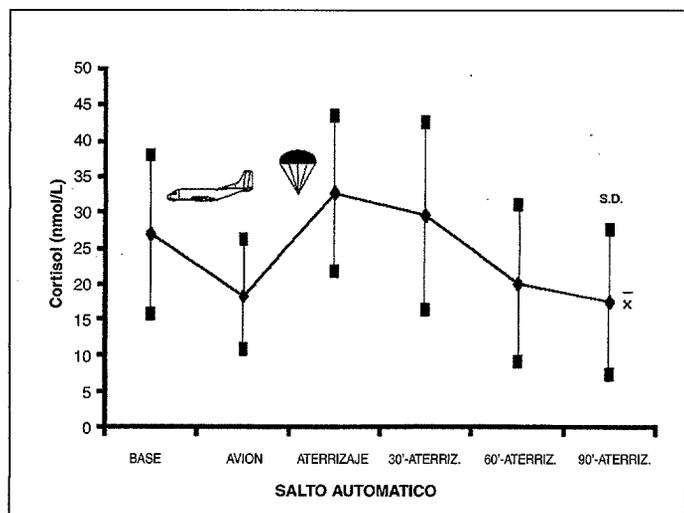


Figura 1. Evolución del cortisol en saliva durante un salto de apertura automática.

Coinciden los máximos valores de respuesta de cortisol con los momentos más peligrosos de la actividad (salto y vuelo). Un grupo de sujetos sometidos a un programa de desintoxicación por drogas que incluía, entre otras actividades de riesgo, la práctica del paracaidismo, señalaron que en el tiempo que transcurre entre el momento del salto y el de apertura del paracaídas, les proporcionaba sensaciones muy similares a las que tenían cuando consumían droga (Zuckerman, 1979).

Después de la llegada a tierra, la recuperación es constante, pero más importante conforme se incrementa el tiempo de estancia en tierra (30' y 60'). Estos datos coinciden con los mostrados por Davis (1981), Scavo *et al.* (1988) y Rudolph y McAuley (1995), quienes explicaron el comportamiento del cortisol en saliva como una consecuencia del estrés psicológico generado durante la práctica de una actividad deportiva.

Saltos con apertura manual

Rudolph y McAuley (1995) y Mathur *et al.* (1986), señalan que la ejecución de un entrenamiento o aprendizaje previo conduce a menores respuestas del sistema simpático-adrenal en situaciones psicológicas adversas, a la vez que a una disminución más rápida de los niveles de cortisol. Sin embargo, no dis-

ponemos de mucha información sobre lo que ocurre cuando un deportista entrenado es sometido a nuevas situaciones de riesgo. En este sentido, el séptimo salto de nuestro estudio (ejecutado con apertura manual) supuso un nuevo nivel de incertidumbre para los sujetos de nuestra muestra, lo cual quedó reflejado desde el momento de su llegada al aeropuerto para ejecutar esta nueva modalidad de salto. A primeras horas de la mañana, los niveles de cortisol eran ligeramente más altas que las encontradas durante el primer salto (29,49 nmol/L vs 26,74 nmol/L) y, lógicamente, que las que presentaron en situaciones de reposo. De forma similar, durante las fases de despegue y vuelo, los niveles de cortisol mostraban valores muy elevados, pudiéndose especular que el hecho de ser conscientes del nuevo reto que debían afrontar, supondría un estímulo muy fuerte que desencadenaría una respuesta general adaptativa superior a la observada hasta el momento, impidiendo que el sujeto pudiera relajarse suficientemente antes del salto. Algunos autores señalan que cuando los niveles de estrés ascienden por encima de unos valores determinados, la calidad de la respuesta del sujeto se ve seriamente comprometida (Powell y Verner, 1982; Gutiérrez y González de Martos, 1995), lo que puede suponer un riesgo añadido a la ejecución del salto.

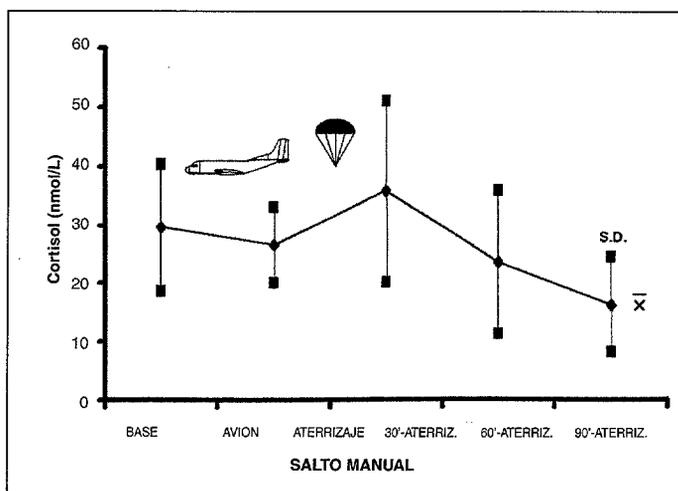


Figura 2. Evolución del cortisol en saliva durante un salto de apertura manual.

A pesar de esta respuesta acentuada, que se incrementa aún más durante el salto, la recuperación hacia los niveles de equilibrio (homeostasis) se hace más rápida, coincidiendo con lo observado por Rudolph y McAuley (1995) y Mathur *et al.* (1986). Los niveles descendieron desde 23.37 nmol/L a los 30' a 16.19 nmol/L a los 90' después de llegar a tierra.

Estos datos sugieren que la repetición de una actividad o situación estresante, permite una mejor respuesta del sistema simpático-adrenal. Sin embargo, cuando aparece una nueva situación de riesgo desconocida, el estrés psicológico induce a la estimulación de la respuesta adrenal, la cual se expresa a través de valores más altos de cortisol en saliva. El posible efecto positivo del entrenamiento (seis primeros saltos) se manifestó en la mejor recuperación una vez que el deportista llega a tierra.

En conclusión, este estudio muestra que el paracaidismo induce a un alto estrés psicológico, la cual conduce a una esti-

mulación muy elevada del eje hipotalámico-hipofisario-cortico-suprarrenal, que se expresa por un incremento del cortisol salival. Este comportamiento es similar al obtenido cuando, después de un proceso de aprendizaje y entrenamiento, aparece una nueva situación estresante en la tarea, que en nuestro caso se corresponde con la modificación del sistema de apertura del paracaídas.

Agradecimientos: Nuestro sincero agradecimiento al Mando Aéreo de Canarias, la Base Aérea de Gando, la Brigada Paracaidista, los Doctores Navarro y López-Calbet y los alumnos participantes en la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Adelcreutz, H., Harkonen, M., Kouppasalmi, K., Kusonen, H., Naveri, H., Rehnun, S. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *International Journal of Sports Medicine* 7: 27-29 (1986).
- Cannon, WB. The window of the body. Norton. New York. (1932).
- Collings, D., Doherty, M. Performance enhancement in motocross: A case study of the sport science team in action. *The Sport Psychologist* 7(3): 290-297 (1993).
- Dal-Monte, A., Gallozzi, C., Faina, M., Tranquilli, C., Biffi, A., Menchinelli, C., Fiaccarini, L. Fisiologia degli sport aviatori. (Physiology of aeronautical sports). *Rivista-di-cultura-sportiva* 8 (16): 39-44 (1989).
- Davis, H., Gass, G., Bassett, J. Serum cortisol response to incremental work in experienced and naive subjects. *Psychosomatic Medicine* 43: 127-132 (1981).
- Deroanne, R., Cession-Fossion, A., Juchmes, J., Servais, J.C. Petit, J.M. Telemetric control of heart rate adaptation during automatic and free-fall parachute jumps. *Aviation Space Environ. Medicine* 46: 128-131 (1975).
- G.^a-Manso, J.M., Ortega, F., Trigueros, J.L. Comparación entre la respuesta de la frecuencia cardíaca del salto en paracaídas y la respuesta cardíaca en una prueba de esfuerzo ejecutada en cicloergómetro. *Medicina Militar* 53 (1): 15-17 (1997).
- Garrard, W.L., Muramoto, K.K. Calculated and experimental stress distribution in a ribbon parachute canopy. *Journal of Aircraft* 19 (12): 1095-1097 (1985).
- Gutiérrez, M., González, M. Deportes de riesgo y aventura: una perspectiva psicosocial del paracaidismo. *Rev Esp E F* Vol. 2. 3: 30-39 (1995).
- Harhonen, N., Kuoppasalmi, K., Naveri, H., Tikkanen, H., Icen, A., Adelcreutz, H., Karvonen, J. Biochemical indicators in diagnosis of overstrain condition in athletes. *Sport Med. Science. Proceedings of Olympic Scientific Congress, Eugene, Oregon* (1984).
- Hartley, L.H., Mason, J.W., Hogan, R.P., Jones, L.G., Kotchen, T.A., Mougey, E.H., Wherry, F.E., Pennington, L.L., Ricketts, P.T. Multiple hormonal responses to prolonged exercise in relation to physical training. *Journal Applied Physiology* 33: 607-610 (1972).
- Katz, F.H., Shannon, I.L. Identification and significance of parotid fluid corticosteroids. *Acta Endocrinology* 46: 393-403 (1964).
- Kerr, G., Leith, L. Stress management and athletic performance. *Sport psychologist* (Champaign, Ill.) 7 (3), sept. 221-231 (1993).
- Konike, T.A., Garrard, W.L. Stress measurement in a ribbon parachute canopy. *Journal of Aircraft* 19 (7): 590-600 (1982).
- Kopp, K.H., Huber, G., Keul, J. Heart rate and metabolic parameters in the blood of sport parachutists. *Deutsche-Zeitschrift-fuer-sportmedizin* (Abstract). 29 (2): 44-49 (1978).
- López-Calbet, J.A., G.^a-Manso, J.M. Evolution of the heart rate response to parachute jumping during the learning process. *Atenas. 17 Congress of the Latin and Mediterranean Group of Sports Medicine* (1991).
- Mace, R.D.; Carroll, D. The control of anxiety in sport: stress inoculation training prior to Abseiling. *International journal of sport psychology* (Rome) 16 (3): 165-175 (1985).
- Mace, R., Carroll, D. Effects of stress inoculation training on self-reported stress, observer's ratings of stress, heart-rate and gymnastics performance. *Comunicación en la Conferencia Anual de la Asociación Británica de Ciencias del Deporte. Universidad de Birmingham, septiembre* (1986).
- Mason, J.W., Hartley, L.H., Kotchen, T.A., Mougey, E.H., Ricketts, P.T., Jones, L.G. Plasma cortisol and norepinephrine responses in anticipation of muscular exercise. *Psychosom. Medicine* 35: 406-414 (1973).
- Mathur, D.N; Toriola, A.L; Dada, O. Serum cortisol and testosterone levels in conditioned male distance runners and nonathletes after maximal exercise. *Journal of sports medicine and physical fitness* (Torino, Italy) 26 (3): 245-250 (1986).
- McCracken, J.T, Poland, R.E. Saliva and serum cortisol dynamics following intravenous dexamethasone in normal volunteers. *Life Science* 45: 1781-1785 (1989).
- McDonald, D; Kirkby, R.J. Parachutists' pulse rates: first jumpers and instructors. Australian Sports Medicine Federation. *National Scientific Conference* (27th: 1990: Alice Springs, N. T.) (1990).
- Ostman, I., Sjostrand, N.O., Swedin, G. Cardiac noradrenaline turnover and urinary catecholamine excretion in trained and untrained rats during rest and exercise. *Acta Physiologica Scandinavica* 86: 299-308 (1980).
- Palomino, A., G.^a-Manso, J.M., Ortega, F., Ruiz, J.A., Santana, A. Relación entre ansiedad y condición física en los saltos de plataforma. *Pendiente de publicación* (1997).
- Port, K. Serum and saliva cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing. *International Journal Sports Medicine* 12: 490-494 (1991).
- Powell, F.M., Verner, J.P. Anxiety and performance relationships in first time parachutists. *Journal Sport Psychol* 4: 184-188 (1982).
- Reid, D.H., Doerr, J.E. Physiological studies of military parachutists via FM/FM telemetry: The data acquisition system and heart rate response. *Aerospace Medicine* 41: 1292-1297 (1970).
- Reid, D.H., Doerr, J.E., Doshier, H.D., Ellerton, D.G. Heart rate and respiration rate response to parachuting: Physiological studies of military parachutists via FM/FM telemetry. *Aerospace Medicine* 42: 1200-1207 (1971).
- Renemann, H., Bechove, P.H., Roskamm, H. Heart frequency during parachute jumps. *Wehrdients und Gesundheit. Freiburg University, Freiburg im Breisgau. Germany* 15: 48-53 (1968).
- Rudolph, D.L., McAuley, E. Self-efficacy and salivary cortisol responses to acute exercise in physically active and less active adults. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 17: 206-213 (1995).
- Scavo, D., Barletta, C., Vagiri, D. Letizia, C. Adrenocorticotrophic hormone, beta-endorphin, cortisol, growth hormone and prolactin circulating levels in nineteen athletes before and after half-marathon and marathon. *Journal of Sports Medicine and Physical fitness* 31: 401-406 (1988).
- Schally, A. Aspects of hipotalamic regulation of the pituitary gland. *Science*: 202 (4363): 18-27 (1978).
- Schane, W.P., Slinde, K.E. Continuous EKG recording during free-fall parachuting. *USAARU. Aerospace Med* 39: 597-608 (1968).
- Seyle, H. Asyndrom produced by diverse noxious agents. *Nature London*. 138.32 (1936).
- Seyle, H. Stress in health and disease. Butterworths Co., Reading; Massachusetts (1975).
- Shannon I.L., Beering, S.C., Jenson, R.L. Dexamethasone suppression tests employing parotid fluid. *Journal Clinic Endocrinology Metab* 26. 967-970 (1966).
- Hannon I.L., Beering, S.C., Katz, F.H. Parotid fluid steroid response to ACTH in surgically confirmed cases of Cushing's syndrome. *Journal Clinic Endocrinology Metab* 26: 11-13 (1966).
- Shannon, I.L., Prigmore, J.R., Brooks, R.A., Feller, R.P. 17-hydroxycorticoids of parotid fluid, serum and urine following intramuscular administration of repository corticotropin. *Journal Clinic Endocrinology Metab* 19: 1477-1480 (1959).
- Sturtivant, P. Discipline in sport parachuting: stress and the overlearned response. *Sport parachutist* (Leicester, Eng.) 22 (3): 32-33 (1985).
- Umeda, T., Hiramatsu, R., Iwaoka, T., Shimada, T., Miura, F., Sato, T. Use of saliva for monitoring unbound free cortisol levels in serum. *Clinica Chimica Acta* 110: 245-253 (1981).
- Vining, R.F., McGinley, R.A., Maksvyntis, J.J., Ho, K.Y. Salivary cortisol: a better measure of adrenal cortisol function than serum cortisol. *Ann. Clin Biochem* 20: 329-335 (1983).
- Vanuxem, P. Le stress du parachutiste. *En Pathologie du parachutisme. Paris. Maloine*: 79-82 (1984).
- Walker, R.F., Fahmy, D.R., Llewelyn, D.E.H. A direct radioimmunoassay for cortisol in parotid fluid and saliva. *Journal Endocrinology* 77: 26-27 (1979).
- Wittels, P., Rosenmayer, G., Bischof, B., Hartter, E., Haber, P. Aerobic fitness and sympatho-adrenal response to short-term psycho-emotional stress under field conditions. *Eur Journ Appl Physiol* 68 (5): 418-424 (1994).
- Young, J.B., Landsberg, L. The sympathoadrenal system and exercise: Potential metabolic role in the trained and untrained states. *En Borer, Edington y White. Frontiers of Exercise Biology. Human Kinetics. Vol. 13, 152-172* (1983).
- Zuckerman, M. Sensation seeking: Beyond the optimal level of arousal. *Hillsdale, NJ. Erlbaum*. (1979).