

435
2^{ej.}

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO**

**Parámetros de Normalidad de los Registros de la
Temperatura de la Piel en una Población de
Deportistas y una de Sedentarios**

Tesis que para obtener el grado de **LICENCIADO EN PSICOLOGIA**

PRESENTAN:

**Elizabeth ~~Salamano~~ Vleyra y
Sergio Edmundo Sanchezllanes Santacruz**

**Asesor: Jorge Julián Palacios Venegas
Director de la Facultad: Javier Urbina Soria**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO D. F. MARZO, 1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

RESUMEN	7
JUSTIFICACION	8
INTRODUCCION	9
ANTECEDENTES	12
CAPITULO I FISIOLOGIA DE LA TEMPERATURA	19
CAPITULO II LA EVALUACION FUNCIONAL EN LA EXPO CIENCIA Y DEPORTE UNAM ..	32
CAPITULO III METODO	35
DISCUSION Y CONCLUSIONES	44
ANEXOS	45
REFERENCIAS	46

PARAMETROS DE NORMALIDAD DE LOS REGISTROS DE LA TEMPERATURA DE LA PIEL: EN UNA POBLACION DE DEPORTISTAS Y UNA DE SEDENTARIOS

RESUMEN

En la literatura referente a la retroalimentación biológica, no se habían encontrado reportes sobre los estándares de normalidad de la temperatura periférica de la piel. Con este objetivo se midió esta respuesta en 909 personas (608 hombres y 301 mujeres), aparentemente sanas, antes y después de una evaluación funcional (EF). De los hombres, 281 fueron deportistas y 327 sedentarios y de las mujeres 104 fueron deportistas y 197 sedentarias. Se tomaron dos registros iguales de la temperatura periférica, de diez minutos cada uno, con un período de habituación de cinco minutos, a todos los sujetos. El sensor fue colocado entre el dedo pulgar e índice de la mano derecha. Los sujetos permanecieron 15 minutos, sentados cómodamente y con los ojos cerrados. Los primeros cinco minutos fueron de habituación. Los resultados que se obtuvieron mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < .01$), antes y después de realizar la EF, ya que todos incrementaron su temperatura después de la misma. Así mismo, se obtuvieron los valores máximos y mínimos promedio, antes y después de la EF. La significancia estadística de esta comparación se obtuvo por medio de la prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < .01$) en la comparación entre grupos: hombres y mujeres, deportistas y sedentarios, antes y después de la EF, el comportamiento de la variable es semejante en todos los grupos que se registraron. Para este análisis se usó la prueba para dos muestras independientes de Kolmogorov-Smirnov. Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación, aportan los promedios de la temperatura periférica máxima y mínima, antes y después de una actividad física que pueden servir como estándares de normalidad de esta respuesta fisiológica en el tratamiento e investigación de trastornos psicósomáticos con retroalimentación biológica.

JUSTIFICACION

El establecimiento de estándares de normalidad sobre los parámetros fisiológicos, tradicionalmente ha pertenecido a las disciplinas biomédicas. Dado que cuando se mide alguna respuesta natural del organismo (como la presión arterial, la temperatura corporal, EEG, EKG, etc), es con el fin de tener parámetros de normalidad y de anormalidad. Por otra parte también se obtienen estándares de dosis (letal, adecuada y máxima) para la administración de ciertos fármacos, de los que se ha demostrado su efectividad para ciertos padecimientos. En el caso de la retroalimentación biológica donde se utilizan mediciones psicofisiológicas se ha regido, desde sus inicios con la investigación básica, por los estándares fisiológicos ya establecidos. Posteriormente cuando la técnica de Retroalimentación Biológica (RB) se aplicó clínicamente se observaron excelentes resultados, en el tratamiento de trastornos psicosomáticos, sobre todo, con el control de la temperatura periférica, los criterios de medición del progreso de los pacientes tratados, se ha evaluado en términos de la disminución de los síntomas y no de una medida de temperatura periférica específica, por lo que la falta de parámetros de esta respuesta ha constituido un problema importante en la investigación y la práctica profesional. En la medida en que no siempre se dispone de un punto de referencia para establecer las condiciones iniciales de un sujeto y los cambios de esta respuesta después del tratamiento con RB.

La aportación de los parámetros de normalidad de la temperatura periférica, llena un hueco en el cuerpo de conocimientos sobre los valores de distribución de esta variable, por lo que se buscó un modelo natural, como es el ejercicio, que ya se sabe que modifica la temperatura periférica, para la determinación de valores mínimos y máximos. Además se midió la respuesta en condiciones lo más naturales posibles, es decir, los sujetos ignoraban el propósito de las mediciones, ya que estas formaban parte de la rutina de una evaluación funcional. Todos los sujetos se sometieron a las mismas condiciones de ejercicio. Se observó la variabilidad natural de la respuesta en sujetos "aparentemente sanos" y sin ningún tipo de intervención clínica. Es importante señalar que los parámetros de normalidad de las mediciones psicofisiológicas, como la temperatura de la piel no se habían establecido, en la población mexicana, a pesar de que la práctica de Retroalimentación Biológica (RB) en México, inició hace 20 años (Sánchez-Sosa y Palacios-Venegas, 1990).

INTRODUCCION

Hoy día la Retroalimentación Biológica (RB) ha cobrado gran importancia, debido al potencial de aplicaciones que posee. Es de las técnicas más eficientes que tiene la Psicología actualmente, para atender trastornos psicosomáticos.

Se utiliza también con gran éxito para la recuperación de funciones perdidas por el daño cerebral. Las enfermedades psicosomáticas o disfunciones psicofisiológicas relacionadas con altos niveles de tensión (estrés), comprenden una amplia variedad de enfermedades graves tales como: trastornos cardiovasculares, trastornos gastrointestinales (úlceras, colitis, gastritis, síndrome de irritabilidad), fatiga crónica, presión arterial alta, fumar en exceso, cefaleas vasculares y tensionales, problemas de alimentación (bulimia, anorexia, obesidad), ansiedad, alcoholismo, insomnio, agravamiento del asma, trastornos dermatológicos, trastornos menstruales, entre las más importantes (Anchor, 1983).

Es fácil deducir que estas enfermedades son un problema de salud importante en muchos países, ya que se estima, por ejemplo, que las enfermedades cardiovasculares representan el 12% de la pérdida del tiempo total de trabajo en los Estados Unidos. La cefalea afecta entre el 10% y 30% de la población de una forma lo suficientemente grave como para impedir un rendimiento laboral óptimo (Anchor, 1983).

El alcoholismo y la drogadicción, asociadas frecuentemente con el estrés, cuesta a los norteamericanos 30 billones de dolores anualmente. En general las enfermedades psicosomáticas, representan un alto costo tanto en los países industrializados como en los países en vías de desarrollo. El apoyo médico no ha sido suficiente ya que las causas principales de estas enfermedades son de origen psicológico (Blanchard y Andrasik, 1985. & Anchor, 1983).

Técnicamente de acuerdo con Birk (1973), " la Retroalimentación Biológica puede definirse como el empleo de instrumentos monitores, generalmente eléctricos, para detectar y amplificar procesos fisiológicos internos, con objeto de poner a disposición del sujeto esta información ordinariamente fuera de su alcance, haciendo posible de este modo su control y/o su modificación".

Según Schwartz (1982), "la Retroalimentación Biológica es una técnica terapéutica que requiere el uso de instrumentos electrónicos para medir, procesar e indicar la actividad inmediata

de varios procesos corporales de los que la persona normalmente no se da cuenta, de tal manera que el paciente, cliente o sujeto experimental tenga la oportunidad de cambiar y desarrollar un control benéfico sobre dichos procesos corporales. La información de la actividad de los procesos mencionados puede ser presentada en cualquier forma adecuada a una o más modalidades sensoriales. La retroalimentación de esa información puede guiar la atención de la persona hacia el sentimiento subjetivo concurrente y asociado a los procesos corporales de tal modo que pueda facilitar su control y así involucrarse activamente en el proceso de aprender su autorregulación".

La aportación principal de la Retroalimentación Biológica ha consistido en demostrar que cuando se facilita información al organismo sobre sus funciones fisiológicas de las cuales no se recibe conscientemente ninguna señal, es posible controlar y/o modificar voluntariamente funciones biológicas que se habían considerado autónomas o involuntarias, como el latido cardíaco, las secreciones gástricas, la actividad electroencefalográfica, la temperatura periférica de la piel, la tensión muscular, mejorar la respuesta del sistema inmunológico, mejorar la hipertensión arterial esencial, recuperar funciones perdidas por el daño cerebral, entre las más importantes (Carrolles y Godoy, 1985). La retroalimentación biológica está estrechamente relacionada con el uso de técnicas como la relajación y las terapias cognositivo conductuales, entre otras (Blanchard y Andrasik, 1985).

Entre los equipos que más se utilizan para asistir la retroalimentación biológica están: los electroencefalógrafos de retroalimentación, los electromiógrafos de retroalimentación, aparatos para medición de la respuesta galvánica de la piel y los baumanómetros de retroalimentación, los termómetros de retroalimentación, entre otros.

Una de las modalidades fisiológicas más utilizadas en el entrenamiento en relajación y retroalimentación biológica, es la medición de la temperatura de la piel como indicador de la respuesta de relajación. Un incremento en la temperatura de las extremidades (usualmente en la mano) está relacionado o asociado a la sensación subjetiva o el estado de relajación y por el contrario la disminución o el decremento en la temperatura es comúnmente asociado a la tensión y a la ansiedad. Por esto la temperatura de la mano ha permitido la detección o distinción clínica entre los pacientes ansiosos y los que no lo son (Blanchard y Andrasik, 1985).

El control de la temperatura de la piel ha sido extensamente estudiada a través de la

técnica de retroalimentación térmica. Esta técnica enseña a los individuos a cambiar voluntaria y conscientemente la temperatura de la piel, sin el uso de medicamentos o la aplicación de calor externo (Anchor, 1983).

En los últimos 20 años se han reportado efectos importantes de la aplicación de la RB de la temperatura de la piel (RBTP) para el tratamiento de la migraña y la cefalea tensional (Blanchard y cols, 1989), como una medida muy útil para asistir los tratamientos en los que se utiliza la relajación sistémica como estrategia conductual para el tratamiento del dolor crónico (Melzack y Perry, 1975), las crisis de ansiedad (Weiman y Semchuck, 1983), el dolor en los casos de cáncer terminal, (Bammer y Newberry, 1981), el tratamiento de la hipertensión arterial (Blanchard y cols. 1979), como estrategia de afrontamiento en los casos de ansiedad anticipatoria (Weiman y Semchuk, 1983) de la misma forma la RBTP ha sido empleada en un gran número de tratamientos para asistir las estrategias de relajación sistémica en las que han sido identificados una serie de correlatos inmunológicos y neuroendócrinos. Tal es el caso de un decremento en el factor reumatoide (Bradley y cols., 1985), un incremento en la respuesta fitohemaglutinina, incremento en los niveles de concavalina-A, incremento en los niveles de células matadoras naturales, incremento en los niveles de concentración de heritrocitos en roseta (Gruver y cols., 1988), de la misma manera se ha reportado un incremento de la actividad fagocitaria (Peavy y col., 1985). La autorregulación fisiológica; ya sea por ejercicios de relajación y/o entrenamiento en retroalimentación, se ha convertido rápidamente en un método de condicionamiento físico y mental en las diferentes disciplinas deportivas. Algunos deportes en los que las técnicas de autorregulación térmica, se han encontrado útiles son: el buceo, la natación, el velleo y el tiro entre otras; pero en general ayuda a lograr una mejor ejecución en la situación de competencia. (Kappes & Chapman, 1984).

Sin embargo en todos ellos los criterios de medición del progreso de los pacientes tratados siempre ha sido evaluado en términos de la disminución de los síntomas y no de una medida de temperatura de la piel (TP) específica. De hecho los reportes de los resultados se discuten solamente en términos de los cambios observados y los beneficios obtenidos pero no de las diferentes mediciones obtenidas durante la evolución del tratamiento.

ANTECEDENTES

Desde los orígenes de la Psicofisiología que se remontan a la primera mitad del siglo XIX, se han desarrollado técnicas cada vez más sofisticadas para investigar el funcionamiento del cuerpo humano y las complejas conductas que se le asocian. La Retroalimentación Biológica, como técnica terapéutica, es el resultado de muchos años de investigación y de esfuerzo conjunto.

Los estudios sobre la temperatura periférica de la piel, usualmente medida en las manos, comenzaron en los 70s. con el estudio de Taub y Emurian en 1972; en este estudio se reportó un alto nivel de aprendizaje en el control de la temperatura del dedo índice, la retroalimentación fue a través de diversas intensidades de luz. Sargent, Walters y Green (1973), fueron los pioneros en el uso de termómetros en retroalimentación, para mejorar respuestas somáticas, que tenían lugar durante el entrenamiento autogénico. Con esto se concluyó que el incremento en la temperatura de las manos se correlaciona con el incremento en la relajación somática. Keefe (1975), trabajó sobre cambios condicionados en la temperatura de la piel. Encontró que los sujetos eran capaces de producir cambios de temperatura en una dirección determinada. Estos cambios diferenciales en la temperatura de la piel estaban altamente correlacionados con cambios en la temperatura de los dedos. Muchos clínicos usaron la retroalimentación térmica para mejorar la relajación somática general; Legalos (1973), Gaarder & Montgomery (1977) y Fuller (1977). Fuller, estableció que el incremento en la temperatura de la mano estaba directamente relacionado con la sensación subjetiva de relajación, investigación que años más tarde, Lawrence Onoda (1983), catalogara como efecto placebo en sujetos normales. Este investigador hizo un estudio con el propósito de determinar si el alterar (subir o bajar) la temperatura de la mano estaba directamente relacionado con la sensación subjetiva de relajación de la persona, y si el incremento en la temperatura de la mano se asocia más con una mayor sensación de relajación que con las manos frías.

El resultado demostró que las diferencias en los cambios de temperatura no se correlacionan directamente con la sensación subjetiva de relajación. Taub (1977) (1978), trabajó sobre la autorregulación de la temperatura y aspectos de tipo metodológico en el entrenamiento en retroalimentación térmica. Otros, como Surwit, Shapiro y Feld (1976), trabajaron con la autorregulación de la temperatura digital asociada con los cambios cardiovasculares. Willerman,

Skeen y Simpson (1976), trabajaron con la retención del aprendizaje de los cambios en la temperatura durante la solución de problemas.

A finales de la década, Kappes y Mechaud (1978), realizaron estudios más complicados como medir los efectos de la retroalimentación electromiográfica contingente y no contingente, en relación con la temperatura de la mano, la ansiedad y el locus de control. Este trabajo ejemplifica claramente el principio de la retroalimentación biológica; el grupo al que se le dió retroalimentación contingente obtuvo menores lecturas en la EMG (una media de 5.78 mV vs. el grupo de RB no contingente que obtuvo una media de 6.55 mV), mayor temperatura (el grupo de RB contingente obtuvo 90.65 F° de promedio vs. el grupo de RB no contingente que obtuvo un promedio de 89.16 F°) y puntajes menores en el test de ansiedad (Anxiety Behavior Scale (STABS) (Suinn, 1979). Solbach y Sargent (1983), dan un informe preliminar de un estudio de cinco años de duración iniciado en 1975, sobre retroalimentación térmica en el tratamiento de las migrañas. Durante este período estudiaron una muestra de 136 personas (114 mujeres y 22 hombres) la mayoría diagnosticados con migraña común. Los sujetos se asignaron al azar a cuatro grupos de 34 personas cada grupo: 1) sin tratamiento, 2) con frases autogénicas, 3) con retroalimentación biológica EMG frontal, y 4) con retroalimentación térmica (temperatura de la mano derecha). Participaron en 22 sesiones de laboratorio (2 sesiones quincenales de línea base, durante cuatro semanas; 8 sesiones semanales de entrenamiento, durante 8 semanas; y 12 sesiones quincenales de seguimiento durante un período de 24 semanas). A todos los sujetos se les tomaron registros de temperatura. Los resultados de la línea base mostraron un promedio de 29.2°C y la temperatura más alta que lograron alcanzar los sujetos de los cuatro grupos fué de 32.2°C en promedio. Durante el período de estabilización alcanzaron 33.2°C en promedio. Se logró un aumento en la temperatura de la mano después de aplicar la retroalimentación y la mayor parte de los 34 sujetos en cada uno de los 4 grupos lograron aumentar la temperatura de la mano .83°C en un minuto o menos durante el período de estabilización de la línea base. Aunque del grupo con retroalimentación térmica 30 sujetos (el 88%) lograron calentar su mano .83°C. Fué el grupo en donde más sujetos lo lograron.

La década de los 80s, en cuanto a estudios sobre la autorregulación de la temperatura se refiere, estuvo matizada por investigaciones como la permanencia de aprendizaje con retroalimen-

tación térmica a través del tiempo. Para ilustrar esto están los estudios de Hayduk (1980), donde se usa el entrenamiento en retroalimentación térmica, para incrementar la eficiencia de la mano medida en términos de destreza de los dedos, disminución del dolor por el frío, incremento de la fuerza de la mano y sensibilidad táctil, cuando se somete a bajas temperaturas. El entrenamiento fué para lograr una vasodilatación en la mano con un condicionamiento clásico complementado con retroalimentación biológica. Se observó que éste procedimiento es efectivo para incrementar la temperatura de las manos en ambientes de clima frío, por lo que se recomendó para personas que trabajan a la intemperie bajo estas condiciones. Un año después se hizo un seguimiento a los mismos sujetos que participaron en esta investigación, y se observó que el aprendizaje del control voluntario de la temperatura de la mano en ambientes fríos se mantuvo. Los voluntarios reportaron que este entrenamiento, principalmente lo usaron para disminuir el dolor provocado por el frío. Esto sugiere que los cambios obtenidos con entrenamiento en retroalimentación biológica permanece a pesar del tiempo. (Hayduk, 1982).

Kappes y Champman (1984), estudiaron los efectos del entrenamiento con retroalimentación térmica en interiores vs. exteriores, en deportes de clima frío (como el esquí, hockey, montañismo, etc.) practicados al aire libre. La muestra estuvo conformada por 25 estudiantes voluntarios (14 hombres y 11 mujeres) que se distribuyeron al azar en tres grupos: 1) sujetos a los que se les entrenó con RB térmico en el interior y sus prácticas las hicieron también en el interior; 2) sujetos a los que se les entrenó con RB térmico en el exterior y que sus prácticas las realizaron en el exterior exclusivamente y 3) grupo control al que no se le dió ningún entrenamiento. A todos los grupos se les tomaron tres mediciones previas (de línea base, de 20 minutos cada sesión) y un registro posterior, que se realizó cuatro semanas después de haber terminado el entrenamiento en RB. El registro se tomó al aire libre en una tienda de campaña, sin calefacción, la puerta permaneció abierta durante el registro. Ambos grupos recibieron un total de 8 sesiones experimentales de RB térmica y 40 sesiones de práctica en casa. Los resultados obtenidos, mostraron que los sujetos entrenados en el exterior obtuvieron una temperatura en la línea base de 72.61°F y a los que se les entrenó en el interior obtuvieron una temperatura de 73.24°F y el grupo control una temperatura de 70.14°F. En todos los casos las mediciones se hicieron en el exterior. Los registros que se obtuvieron después del entrenamiento con RB de

temperatura (que se registraron en el exterior) fueron: para el grupo entrenado en el interior de 79.36°F. Para el grupo entrenado en el exterior: de 79.18°F. El grupo control obtuvo: 73.83°F. Se puede concluir que el grupo que fué entrenado en el exterior logró un incremento de temperatura superior con respecto al grupo que se entrenó en el interior y al grupo control. El grupo que se entrenó en el interior solamente fué capaz de mantener su temperatura mientras que el grupo control fué perdiendo temperatura. Freedman y Ianni (1983), observan también los efectos de la transferencia del entrenamiento en retroalimentación térmica dentro y fuera del laboratorio y la medición de algunos factores fisiológicos, como: ritmo cardíaco, respiración temperatura digital y electromiografía frontal (EMG). Los resultados que se obtuvieron fueron: temperatura digital durante la línea base: 30.5°C, en promedio. Durante el tratamiento 30.2°C en promedio y después del tratamiento: 29.6°C. Se hizo una prueba después del entrenamiento, para observar el control voluntario y se obtuvo: en la línea base: 31.2°C, durante el control voluntario: 31.7°C y después de esto: 31.9°C. Se observó que podían incrementar su temperatura dentro y fuera del laboratorio. También se realizaron estudios sobre los efectos psicofisiológicos y bioquímicos que se observan durante el entrenamiento con retroalimentación. Se puede ilustrar con los trabajos de Moss, Hamner y Sanders (1984), quienes estudiaron los efectos fisiológicos del cigarro y sus implicaciones en las investigaciones psicofisiológicas. Estos autores consideraron de gran importancia el hecho de tener en cuenta que el fumar conlleva a cambios fisiológicos importantes entre otros alteraciones en la temperatura de la piel. Si se pretende trabajar con retroalimentación térmica, los resultados podrían estar contaminados por éste fenómeno. En su trabajo con fumadores y no fumadores, Moss y cols; tomaron registros fisiológicos como la temperatura del dedo, niveles de monóxido de carbono alveolar, resistencia de la piel y ritmo cardíaco. Se obtuvo una línea base (antes de fumar), luego un registro mientras fumaban y otro registro después de fumar. Encontraron diferencias estadísticamente significativas, entre la línea base, durante el acto de fumar y después de fumar, al comparar al grupo de fumadores con el grupo de no fumadores: por lo que recomiendan que en las investigaciones psicofisiológicas con retroalimentación térmica se controle el período entre el acto de fumar y el registro de la temperatura, que deberá ser de por lo menos una hora después de fumar. McCoy, Blanchard y cols. (1988), observaron los cambios bioquímicos asociados con el uso de la

retroalimentación térmica en contraste con la relajación progresiva, en el tratamiento de la hipertensión. Se tomaron mediciones en plasma, de norepinefrina, aldosterona; en orina de sodio y potasio. Estas mediciones bioquímicas fueron tomadas antes y después del entrenamiento; la meditación permaneció constante. Los resultados mostraron una reducción significativa de la tensión arterial asociada a la reducción del tono simpático-periférico, así como de la secreción de norepinefrina, mientras que las otras mediciones permanecieron constantes en los sujetos que se les entrenó en retroalimentación térmica, en contraste con el grupo tratado con sólo relajación, que no obtuvieron cambios significativos en ninguna medición. Freedman y cols (1988), observaron los mecanismos fisiológicos en el entrenamiento en vasoconstricción. El entrenamiento en vasoconstricción con retroalimentación térmica es mediado a través de una vía eferente de nervios simpáticos en contraste con el entrenamiento en vasodilatación con retroalimentación térmica que es mediado a través de un mecanismo betaadrenérgico no neural. Freedman (1989), estudió los mecanismos cuantitativos del flujo sanguíneo digital durante los tratamientos conductuales de la enfermedad de Raynaud. Esta investigación complementa una que se hizo anteriormente (Freedman 1987), donde trabajó con retroalimentación térmica para aumentar el flujo sanguíneo digital, en personas con la enfermedad de Raynaud. Por cierto que esta enfermedad fué objeto de muchas investigaciones, sobre todo, de la aplicación de técnicas conductuales como la retroalimentación térmica (Freedman, Ianni y Wenig, 1983; Swrwit, y cols, 1978). Rose y Carlson (1987), en una revisión de estudios sobre el tratamiento de esta enfermedad, hacen notar que la retroalimentación térmica y el entrenamiento autogénico ofrecen algunas promesas para la autorregulación de la temperatura de la piel en general y para el tratamiento de la enfermedad de Raynaud en particular. Otras investigaciones a lo largo de la década fueron las de Herzfeld y Taub (1980), quienes estudiaron los efectos de diapositivas y audiocasetes en el entrenamiento de retroalimentación termal (RT). Los resultados sugieren que la temperatura promedio obtenida por el grupo con RT y métodos sugestivos fué significativamente mejor (.73), que el grupo de autorregulación sin métodos auto sugestivos, la diferencia fué de 1.28°F. Montgomery (1988), observó la variación de la temperatura digital durante el entrenamiento en Retroalimentación electromiográfica (REMG), en sujetos "normales". Se puede decir que la relación que guardan el entrenamiento en EMG frontal y la temperatura periférica

es inversamente proporcional ya que en la medida que la electromiografía (EMG) disminuye la temperatura aumenta; así como se observó también, que la REMG enseña habilidades discriminativas para disminuir la EMG frontal, fenómeno que no se observa en la temperatura de las manos. Blanchard y cols (1989), obtuvieron normas en la temperatura digital para sujetos con hipertensión, cólon irritable y dolor de cabeza. Estas normas se obtuvieron con los registros de línea base que se recabaron durante diez años. Se utilizó el mismo equipo y el mismo protocolo con todos los sujetos, para este propósito. Se logró obtener una muestra de 417 personas en total, divididos en: 221 sujetos con cefalea; 105, hipertensos; 45 con cólon irritable y 56 sujetos normales (sin ningún padecimiento) como control. En esta investigación usaron entrenamiento con retroalimentación térmica. Los resultados muestran temperaturas más bajas en los sujetos con migraña (85.56°F) o cefalea tensional (85.39°F), que los demás grupos (hipertensos, 88.87°F; colíticos, 86.34°F; control, 88.63°F). Este estudio es de los únicos que pretenden establecer normas de temperatura de las manos, en diferentes padecimientos tratados con retroalimentación biológica térmica. Mikulka, Thomas y Vannetti (1991), Estudiaron el potencial de los efectos de transferencia en el entrenamiento con temperatura de la mano, usando un diseño de dos grupos correlacionados. El primer grupo recibió tratamiento inicial para subir la temperatura seguido de un entrenamiento para bajarla, mientras que el segundo grupo fue entrenado al contrario. Fueron 43 sujetos, 34 mujeres y 9 hombres, cuyas edades fluctuaron en un rango de edad de entre 20 y 35 años. Se asignaron al azar en los dos grupos (calentar-enfriar y enfriar-calentar). Los sujetos de el grupo "calentar-enfriar", recibió tres días consecutivos, sesiones de 1 hr. de entrenamiento con retroalimentación biológica para aumentar la temperatura, seguido de tres días de entrenamiento para enfriar las manos. El grupo "enfriar-calentar", fue entrenado al contrario. Tuvieron un período de habituación al laboratorio de 15 a 30 minutos en un cuarto alterno y una línea base de 20 minutos, para permitir la estabilidad de la temperatura. La temperatura de las manos cambió durante los últimos cuatro minutos de la línea base, pero no más de .2°F (a excepción de algunos sujetos). Después de la línea base comenzó el entrenamiento. Los resultados mostraron una asimetría positiva del enfriar la mano hacia el calentar la mano. Además, el calentar la mano fue una tarea más difícil, los sujetos a los que se les entrenó primero a enfriar la mano, fueron capaces de producir un incremento de la

temperatura de la mano que excedió los niveles de la línea base, mientras que el grupo de referencia, durante la fase de entrenamiento fueron incapaces de conseguirlo. Sin embargo estas diferencias se dieron el primer día de entrenamiento pero después el grupo al que se le dió primero entrenamiento en calentar la mano, consiguió valores por arriba de la línea base. No hubo evidencia de alguna transferencia de calentar la mano hacia el enfriarla. Esto puede ser debido a que a la relativa facilidad con la que enfriaban las manos. Los sujetos eran capaces de producir una gran reducción de la temperatura durante el primer día, y esto se reprodujo en los siguientes dos días en relación con el grupo que se entrenó (Mikulka, Thomas y Vannetti, 1991).

La investigación sobre las aplicaciones de la RB térmica, han demostrado la efectividad de la técnica en el tratamiento de los diversos trastornos psicósomáticos debidos al estrés. Además de cómo es posible controlar funciones que tradicionalmente se les ha denominado "autónomas" y el desarrollo de la tecnología necesaria para las mediciones psicofisiológicas más utilizadas (EMG, temperatura periférica, EEG, pulso, frecuencia cardíaca, EKG, etc), modelos de atención clínica asistida con RB y estudios tan sofisticados como los de psiconeuroinmunología. Sin embargo también se hace evidente la carencia de estándares en población no clínica, y cual sería la variabilidad natural de esta respuesta fisiológica. Consideramos importante abordar aspectos fisiológicos de la temperatura y su regulación durante el ejercicio. El capítulo I, lo hemos dedicado para hablar sobre que es la temperatura corporal y la periférica, los mecanismos reguladores, y algo sobre fisiología de la temperatura durante el ejercicio. En el capítulo II, explicamos brevemente dónde se realizó la investigación (Expo- Ciencia y Deporte), y en qué consistió la evaluación funcional o examen médico deportivo. En el capítulo III, explicamos el método y el análisis estadístico que utilizamos y finalmente el capítulo IV, se dedicó a la descripción de los resultados y su discusión.

CAPITULO I

FISIOLOGIA DE LA TEMPERATURA

DEFINICION

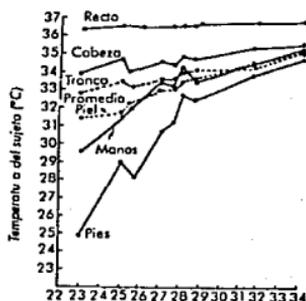
Temperatura, viene del latín "Temperatura", y se le define como el grado sensible de calor o frío. La temperatura absoluta, es la que se mide desde el cero absoluto, esto es, -273°C . La temperatura es variable para cada especie animal.

TEMPERATURA NORMAL DEL CUERPO

En los animales homeotermos la temperatura real a la que se mantiene el cuerpo varía de especie a especie y, en menor grado, de individuo a individuo.

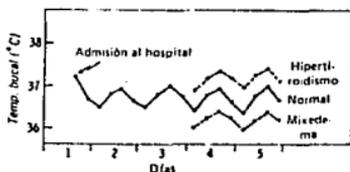
En el hombre, la cifra tradicional normal para la temperatura bucal es de 37°C ; pero en una larga serie de estudios en adultos jóvenes normales la temperatura matinal fué en promedio 36.7°C , con una desviación estándar de 0.2°C . Por lo tanto, debe esperarse que 95% de todos los adultos jóvenes tengan una temperatura bucal matinal de 36.3 a 37.1°C . Varias partes del cuerpo se encuentran a diferentes temperaturas. Las extremidades están generalmente más frías que el resto del cuerpo. La temperatura del escroto es cuidadosamente regulada a 32°C . La temperatura rectal es representativa de la temperatura interna corporal y varía muy poco con los cambios de temperatura ambiente. La temperatura de la boca es normalmente 0.5°C más baja que la rectal; pero es afectada por muchos factores, incluyendo la ingestión de líquidos fríos o calientes, la masticación de chicle, el fumar y la respiración bucal (ver gráfica A) (Ganong, 1990 y Morehouse, L. y Miller, A. 1986).

Gráfica A. Temperatura normal (tomada del Ganong)



La temperatura de la parte central del cuerpo humano normal experimenta una fluctuación circadiana regular de 0.5 a 0.7°C. En individuos que duermen durante la noche y están despiertos durante el día (aun cuando se encuentren hospitalizados reposando en cama), la temperatura es más baja cerca de la 6:00 a.m. y más alta en la noche. Es más baja durante el sueño, ligeramente mayor en estado de vigilia tranquila y sube con la actividad. En las mujeres también existe un ciclo mensual de variación de temperatura caracterizado por aumento de la temperatura basal en el tiempo de ovulación (Ganong, 1990).

La regulación de la temperatura es menos precisa en los niños pequeños y normalmente ellos pueden tener una temperatura que es aproximadamente 0.5°C mayor que la normal establecida en adultos. Durante el ejercicio, el calor producido por la contracción muscular se acumula en el cuerpo y la temperatura rectal normalmente sube hasta 40°C. Esta elevación es debida en parte a la incapacidad de los mecanismos disparadores de calor para enfrentarse a la cantidad grandemente incrementada de calor que es producida; pero hay pruebas de que además ocurre una elevación de la temperatura corporal a la cual los mecanismos disparadores de calor son activados durante el ejercicio. Ver la gráfica B. (tomada del Ganong, 1990).



Gráfica B. Fluctuación de la temperatura. Gráfica C. Pacientes hospitalizados.

La temperatura corporal también sube ligeramente durante la excitación emocional, probablemente debida a la tensión inconsciente de los músculos. Cuando la tasa metabólica es alta la temperatura está elevada crónicamente hasta 0.5°C, como en el caso del hipertiroidismo, y cuando es baja la temperatura disminuye, como en el caso del mixe'dema (ver fig 3, arriba). Algunos adultos aparentemente normales tienen una temperatura constantemente por arriba del límite normal (hipertermia constitucional). Ver la gráfica C. (tomada del Ganong, 1990).

PRODUCCION DE CALOR CORPORAL

En el organismo el calor es producido por el ejercicio muscular, la asimilación de los alimentos y todos los procesos vitales que contribuyen a la tasa metabólica basal. Aunque todos los tejidos corporales producen calor, los que generan mayor cantidad son los de reacciones químicas rápidas. En estado de reposo, hígado, corazón, cerebro y casi todas las glándulas endócrinas producen mucho calor. Por ello tienen temperatura más alta que los demás tejidos. En el reposo, la cantidad de calor producido por los músculos estriados considerados individualmente no es muy grande, pero como la mitad de la masa corporal consta de músculos, la producción de calor por todos ellos explica aproximadamente el 30% del total, incluso en reposo (Ganong, 1990). El aumento o la disminución ligeros del tono muscular pueden modificar mucho la cantidad de calor producida. En el ejercicio intenso, el calor generado por los músculos puede ser 20 veces mayor del producido por todos los tejidos combinados. La ingestión de alimentos incrementa la producción de calor corporal a causa de su acción dinámica específica, pero la mayor fuente de calor es la contracción de los músculos esqueléticos. La producción de calor puede ser modificada por mecanismos endócrinos en ausencia de la ingestión de alimentos o del ejercicio muscular. La adrenalina y la noradrenalina producen un aumento rápido, pero de corta duración, en la producción de calor; las hormonas tiroideas producen un aumento prolongado, pero de lento desarrollo. Además, disminuye la descarga simpática durante el ayuno y aumenta con la alimentación. La acción de la hormona tiroidea en todas las células es semejante a la de la noradrenalina, excepto que sigue actuando incluso 4 a 8 semanas después de ser liberada por la tiroides, y no solo unos minutos. La hormona tiroidea secretada en gran cantidad puede aumentar el metabolismo incluso a 200% de lo normal; cuando falta por completo la secreción de esta glándula el metabolismo cae a cifras muy bajas del 50% de lo normal. Dicho de otra manera, desde la falta de hormona tiroidea hasta un exceso de la misma, esa sustancia puede aumentar el metabolismo hasta cuatro veces. Las demás hormonas, aparte de la noradrenalina y tiroxina, tienen efecto insignificante en el metabolismo global (Gaythorn, 1983).

METABOLISMO

La producción de calor corporal y el balance energético se lleva a cabo a través de varias reacciones químicas básicas que podríamos definir como metabolismo.

El metabolismo basal, es el gasto mínimo de energía que es necesario para mantener las funciones vegetativas, o sea el grado de calor expresado en calorías por hora y por metro cuadrado de superficie del cuerpo de un individuo en estado de reposo completo en una atmósfera de 16°C y sometido al ayuno desde las 16 horas antes. La medición se efectúa por medio de un calorímetro. El gasto metabólico de energía se mide en calorías (la caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1g de agua un grado) en las que también se expresan el valor energético de los alimentos en el individuo normal en reposo el metabolismo puede ser muy bajo incluso de 60 a 70 calorías por hora. Por otra parte, puede alcanzar a 1000 o 2000 calorías por hora durante unos minutos sucesivos o mantenerse en 200 a 300 calorías por hora muchas horas.

FACTORES QUE MODIFICAN EL METABOLISMO

La tasa metabólica es afectada por muchos factores, siendo el más importante el ejercicio muscular. El consumo de O^2 no sólo se eleva durante el ejercicio, sino además posteriormente por un tiempo tan largo como sea necesario para pagar la deuda de O^2 . Al contraerse los músculos, una gran cantidad de adenosin trifosfato (ATP) se convierte en adenosin difosfato (ADP), lo que aumenta la oxidación de los alimentos. Durante un ejercicio muy intenso de breve duración, el consumo metabólico puede alcanzar 40 veces el normal. La ingestión reciente de alimentos también aumenta la tasa metabólica debido a su acción dinámica específica (ADE). La ADE de los alimentos corresponde al gasto obligatorio de energía que ocurre durante su asimilación en el organismo. Una cantidad de proteínas suficiente para proveer 100 Kcal produce un incremento total en la tasa metabólica de 30 Kcal; una cantidad semejante de carbohidratos la incrementa en 6 kcal, y una cantidad comparable de grasa, en 4 kcal. Esto significa, desde luego, que la cantidad disponible de calorías de los alimentos se reduce, en efecto, en estas cantidades; la energía utilizada en su asimilación debe provenir de los alimentos mismos o de las reservas de energía del organismo. Después de una comida, el metabolismo suele aumentar y permanece elevado en las dos a diez horas siguientes. En general una comida con grasas y

carbohidratos abundantes aumenta el metabolismo en 4 a 15% durante tres a diez horas. Después de una comida rica en proteínas, el metabolismo aumenta 30 a 60% durante diez a doce horas (Ganong, 1990). Otro factor que estimula al metabolismo es la temperatura ambiente. La curva que relaciona al metabolismo con la temperatura ambiente tiene forma de U. Cuando la temperatura ambiente es inferior a la corporal, los mecanismos que conservan el calor, como el titiritar, son activados y la tasa metabólica se eleva. Cuando la temperatura es suficientemente alta para elevar la temperatura del cuerpo, ocurre una aceleración general de los procesos metabólicos y la tasa metabólica también se eleva. El metabolismo basal depende en esencia de dos factores; la intensidad de las reacciones químicas de las células, y cantidad de hormona tiroidea que actúa en las mismas. Como la actividad celular inherente es relativamente constante en diversos individuos, el metabolismo basal anormal suele depender de secreción anormal de hormona tiroidea. El metabolismo basal es en realidad una medida de la cantidad de calor producido por el organismo en circunstancias basales: 1.- no está efectuando ejercicio no lo ha hecho en los 30 min a 1 hr. previa. 2.- Se encuentra en reposo mental completo, para que el sistema nervioso simpático no sea hiperactivo. 3.- La temperatura ambiente es cómoda de manera que la temperatura corporal no sea demasiado alta ni baja ni ocurra estímulo del sistema nervioso simpático. 4.- No se ha ingerido alimento en las 10 hrs. anteriores. 5.- La temperatura corporal es normal, y puede estimarse por la cantidad de calor despedido del organismo en un período determinado. Para ello el individuo se coloca en una cámara grande llamada calorímetro humano. La cámara se enfría por agua que fluye por un sistema de radiador. El calor emitido por el cuerpo es tomado por el sistema de enfriamiento y se mide valiéndose de aparatos físicos apropiados. Este es el método directo de medir el metabolismo basal, pues se estima directamente la producción de calor. Un método indirecto de medición del metabolismo, se obtiene con la cantidad de oxígeno consumido por el cuerpo en un período determinado. A partir de ello, puede calcularse la liberación de energía. La energía liberada por combustión de un litro de oxígeno, con distintos tipos de alimentos, es como sigue: carbohidratos, 5.05 Calorías; grasas, 4.70 Calorías; proteínas, 4.60 Calorías. Considerando los datos anteriores es evidente que cuando se consume un litro de oxígeno en el metabolismo corporal, se produce esencialmente la misma cantidad de energía, sea cual sea el tipo de alimento que se utiliza para ello. En consecuencia,

cabe considerar un promedio de estos valores, de 4.825 Calorías, como la energía liberada cada vez que se consume en el cuerpo un litro de oxígeno. Por lo tanto, para estimar la energía que genera el organismo, solo se necesita conocer la cantidad de oxígeno consumido, lo cual se hace con el metabolímetro. Suele expresarse en términos de calorías por metro cuadrado de área de superficie corporal, por hora. Esto se hace así para poder comparar individuos de diferente tamaño (Gaythton, 1983).

MECANISMOS QUE REGULAN LA TEMPERATURA

En lo que a la termorregulación se refiere, se puede considerar al cuerpo como si estuviera dividido en dos partes una central y otra periférica, la central comprende las cavidades craneanas, torácica, abdominal y pélvica, además de las porciones más profundas de las masas musculares de las extremidades. La periférica abarca la piel, el tejido subcutáneo y las porciones superficiales de las masas musculares. La parte periférica puede ser imaginada como una capa aislante que rodea al núcleo y que ayuda a mantener una temperatura central constante. La temperatura de la cubierta externa no solo es menor que la del núcleo central, sino que hay una degradación térmica desde el núcleo, en su porción más profunda, hasta la piel, en la periferia (Morehouse y Miller, 1986). El balance entre la producción y la pérdida de calor determina la temperatura corporal. Debido a que la velocidad de las reacciones químicas varía con la temperatura y a causa de que los sistemas enzimáticos del organismo tienen un margen estrecho de temperatura en el cual su función es óptima, las funciones normales del cuerpo dependen de una temperatura relativamente constante. En los mamíferos, opera un grupo de respuestas reflejas que se integran principalmente en el hipotálamo para mantener la temperatura corporal dentro de un estrecho margen a pesar de las amplias fluctuaciones de la temperatura ambiente. Las respuestas reflejas activadas por el frío son regidas por el hipotálamo posterior; las activadas por el calor, por el hipotálamo anterior, aunque algo de la termorregulación contra el calor ocurre después de la descerebración a nivel del mesencéfalo anterior. La estimulación del hipotálamo anterior causa vasodilatación cutánea y sudoración, y las lesiones en esta región causan hipertermia con temperaturas rectales en ocasiones tan altas como de 43°C. La estimulación hipotalámica posterior hace titubear, y la temperatura de los animales con lesiones en el hipotálamo posterior baja acercándose a la del ambiente (Ganong, 1990). Existen pruebas de que, en los primates y

en el hombre, la serotonina es un mediador sináptico en los centros que controlan los mecanismos activados por el frío, y de que la noradrenalina desempeña un papel semejante en aquellos activados por el calor. No obstante, hay variaciones notorias según las especies animales en las respuestas térmicas ante estas aminas. También pueden encontrarse involucrados péptidos, pero aún se desconocen los detalles de las conexiones sinápticas centrales que intervienen en la regulación de la temperatura (Ganong, 1990). Las señales que activan los centros hipotalámicos reguladores de la temperatura provienen de dos orígenes: las células termosensibles en el hipotálamo anterior y los receptores cutáneos de temperatura, especialmente los de frío. Las pruebas actuales indican que los estímulos que activan las respuestas contra las altas temperaturas en el ser humano provienen principalmente de las células termosensibles del hipotálamo. Esta investigación se obtuvo de investigaciones en las cuales la temperatura del fondo de la cavidad nasal y del interior del oído, cerca del hipotálamo, fué correlacionada con respuestas termorreguladoras a temperaturas cambiantes del ambiente. La respuesta de producción de calor corporal al enfriamiento es modificada por las interacciones de los estímulos cutáneos y centrales. La producción de calor está aumentada cuando la temperatura de la cabeza cae por debajo de un valor umbral dado; pero el umbral para la respuesta es inferior y su magnitud decrece cuando la temperatura cutánea aumenta (Ganong, 1990). Algunos centros nerviosos pueden mantener la temperatura corporal entre límites normales prácticamente todo el tiempo. Localizados en la parte anterior del hipotálamo, en la zona preóptica, hay un grupo de neuronas que responden directamente a la temperatura (termorreceptores). Cuando la temperatura de la sangre aumenta, la intensidad de descarga de estas células también aumenta. Cuando la temperatura baja, disminuyen las descargas. Desde esta zona preóptica sensible a la temperatura irradian señales a otras partes del hipotálamo para controlar la producción o la pérdida de calor. En general, el hipotálamo puede separarse en dos secciones principales: en la región anterior se encuentra el "centro de disipación del calor" cuya estimulación permite bajar la temperatura corporal; en la parte posterior está el "centro de producción de calor", que tiene el efecto opuesto. El centro anterior corresponde principalmente a los centros parasimpáticos, en tanto que el posterior es de naturaleza fundamentalmente simpática (Gaythorn, 1983).

MECANISMOS HIPOTALAMICOS PARA AUMENTAR LA TEMPERATURA CORPORAL. Cuando llega a la región preóptica

del hipotálamo una sangre más fría que la normal, se activa en forma considerable el centro posterior de producción de calor. La estimulación de este centro activa automáticamente varios mecanismos diferentes que aumentan el calor corporal. Estos mecanismos son los siguientes:

VASOCONSTRICCIÓN. La estimulación del centro de producción de calor, a través del simpático, hace que los vasos sanguíneos de la piel se contraigan en forma poderosa. Disminuye así el flujo de la sangre caliente de las estructuras internas de la piel, y con esto el paso del calor de los órganos que lo producen a la superficie corporal. Esto disminuye el paso de la sangre desde las estructuras internas hacia la piel, y reduce la transferencia de calor desde los órganos que lo producen hacia la superficie corporal. Se transporta muy poco calor directamente desde las estructuras internas a la superficie corporal por medios que no sean la sangre circulante, pues la grasa por debajo de la piel constituye un aislador muy eficaz para el calor. Cuando hay vasoconstricción la temperatura de la piel disminuye hasta acercarse a la del ambiente; de esta manera, la pérdida calórica disminuye mucho, y aumenta la temperatura del organismo.

ESTIMULACION SIMPATICA. La estimulación simpática libera adrenalina en los tejidos corporales, y también provoca la secreción de ambas, adrenalina y noradrenalina, pasando a la sangre desde las médulas suprarrenales. Estas hormonas, a su vez, aumentan el metabolismo de todas las células y la producción de calor. Esto también aumenta la temperatura corporal.

ESCALOFRIOS. El estímulo de los centros simpáticos aumenta el estado de vigilia, y un efecto de este fenómeno es la transmisión de múltiples impulsos a la formación reticular y el núcleo rojo. Los impulsos que pasan por la formación reticular aumentan el tono de todos los músculos, lo que incrementa el calor producido por ellos. Se piensa que cuando el tono es muy alto en el núcleo rojo, desencadena el fenómeno de estremecimiento; consiste en un temblor rápido e intenso de todos o casi todos los músculos corporales y puede aumentar mucho el calor generado. En consecuencia, cuando el cuerpo está en ambiente muy frío, los estremecimientos constituyen una fuerza poderosa para mantener normal la temperatura corporal.

PILOERRECCION. Significa que los pelos se erizan. Esto ocurre al estimular los centros simpáticos, pues los nervios de este tipo excitan los pequeños músculos pilomotores situados en la base de los pelos. En el ser humano, este mecanismo no protege contra la pérdida de calor, por la escasez de vello, pero en animales inferiores al erizarse el pelo se acumula mucho aire en la zona adyacente al cuerpo, que

afecta contra el frío. **AUMENTO EN LA PRODUCCION DE HORMONA TIROIDEA.** Si el cuerpo se expone al frío durante varias semanas, como al comenzar el invierno, el tiroides comienza a producir mayor cantidad de hormona. Cabe que ello dependa de la formación de una hormona neurosecretoria en la región preóptica del hipotálamo; esta hormona pasa a la hipófisis anterior por vía sanguínea y hace que la glándula secrete más hormona tirotrópica; esta hormona, a su vez, excita al tiroides. La mayor producción de hormona tiroidea por un período de algunas semanas eleva de 20 a 40 por 100 la producción de calor, y permite soportar el frío prolongado del invierno (Gaythorn, 1983). **MECANISMOS HIPOTALAMICOS PARA DISMINUIR LA TEMPERATURA CORPORAL.** Cuando la temperatura de la región preóptica del hipotálamo sensible a los cambios térmicos se eleva mucho, el centro hipotalámico anterior de pérdida de calor es estimulado; como hay innervación recíproca entre este centro y el hipotalámico posterior de producción de calor, este último queda inhibido. El resultado es que todos los mecanismos del centro de producción de calor que tienden a aumentar la temperatura corporal, dejan de actuar. Por ejemplo, en lugar de estar contraídos, los vasos sanguíneos cutáneos se dilatan, la piel se torna muy caliente y puede disiparse calor con rapidez. Asimismo, cesa el hipermetabolismo que caracteriza a la estimulación simpática, y disminuyen el tono muscular y la elaboración de hormona tiroidea. La anulación de todos los efectos simpáticos permite que aumente la pérdida calórica y disminuya la elaboración de calor, por lo cual baja la temperatura del cuerpo. Además de intervenir los efectos productores de calor, la estimulación del centro de pérdida de calor tiene dos efectos peculiares que contribuyen a disminuir la temperatura: sudoración y jadeo (en animales inferiores). **SUDORACION.** Si la inversión de los efectos de producción de calor no basta para que la temperatura corporal vuelva a la normal, el hipotálamo anterior desencadena lo que se conoce como sudoración. Pueden secretarse sobre la piel hasta cuatro litros de sudor en una hora; en condiciones favorables, gran parte del agua de este sudor se evapora. Con esto, se dispone de un mecanismo de regulación que disminuye la temperatura corporal cuando tiende a subir demasiado.

El hipotálamo actúa como termostato, y mantiene la temperatura corporal interna en límites cercanos a los normales. La eficiencia del hipotálamo como termostato se manifiesta en que el cuerpo desnudo puede exponerse durante muchas horas al aire seco a temperaturas de 10

o 76°C, sin que la temperatura corporal interna se modifique en más de .5 a 1°C (Gaythou, 1983). **EFFECTO DE LOS TERMORECEPTORES CUTANEOS EN EL CONTROL DE LA TEMPERATURA CORPORAL.** Aunque es el hipotálamo el que básicamente controla la temperatura del cuerpo, las señales transmitidas al hipotálamo por los termoreceptores en todas las áreas cutáneas pueden modificar el "ajuste termostático" del hipotálamo. Cuando la temperatura del aire es muy baja, y por lo tanto excita los receptores de frío de la piel, esto automáticamente aumenta el nivel del termostato hipotalámico hasta una temperatura varias décimas de grado por encima de la corporal normal. Estos efectos desempeñan un importante papel para ayudar a adaptarse a los extremos de temperatura del aire por el siguiente motivo: si el cuerpo queda expuesto a una temperatura extrema y no viene un reajuste en el sistema de control, la temperatura interna será anormal antes que reaccione el hipotálamo. Por fortuna las señales térmicas de la piel inician la reacción del hipotálamo antes que la temperatura corporal interna sea anormal, ayudando así a conservar una temperatura interna muy uniforme (Gaythou, 1983). **PERDIDA CALORICA DEL ORGANISMO.** Los procesos por los cuales se pierde calor en el organismo son: la radiación y conducción, que significa un 70% de pérdida de calor a 21°C; la Vaporización del sudor, que significa un 27% de la pérdida de calor a 21°C; la respiración, que significa un 2% de la pérdida de calor a 21°C y la micción y defecación que significan un 1% de la pérdida de calor a 21°C. **PERDIDA DE CALOR POR RADIACION.** Un individuo desnudo sentado en una habitación a 20°C de temperatura, normalmente pierde al rededor del 60% del calor por radiación. La pérdida calórica por este mecanismo depende del principio de que los objetos cercanos siempre irradian calor entre sí. El ser humano irradia calor hacia las paredes y las paredes hacia él sin embargo, como la temperatura corporal suele ser mayor que la de las paredes, la irradiación emitida es mayor que la recibida. **PERDIDA DE CALOR POR CONDUCCION.** Aproximadamente el 18% de la pérdida calórica por el individuo desnudo se efectúa por conducción 15% al aire y 3% al piso. Estos valores son medios, pues cuanto más frío el aire y los objetos sólidos adyacentes, tanto mayor será la conducción de calor hacia ellos (Ganong, 1990). **EFFECTO DE LAS CORRIENTES DE CONVECCION EN LA PERDIDA CALORICA POR CONDUCCION.** Aunque la temperatura del aire sea constante en 21°C, la conducción de calor hacia el aire depende del movimiento de este último. Si fluye con

rapidez cada vez que el aire adyacente al organismo se calienta, es eliminado y sustituido por otro más frío. Cuanto mayor la rapidez del movimiento del aire, tanto mayor el calor eliminado por el cuerpo. A veces se dice que el cuerpo pierde mucho calor por convección. Ello no es cierto; el calor sigue perdiéndose por conducción, aunque las corrientes de convección alejen el aire caliente (Gaythón, 1983).

PERDIDA CALORICA POR EVAPORACION. Un pequeño volumen del líquido extracelular se difunde continuamente por la piel y se evapora: la evaporación de 1g de agua elimina aproximadamente media Caloría del organismo. Por lo tanto, incluso normalmente el 22% aproximadamente, del calor formado en el cuerpo se pierde por evaporación. La evaporación de 150 ml de agua por hora suprimiría todo el calor que se ha producido en circunstancias basales. Esto muestra la importancia de la evaporación como mecanismo de enfriamiento (Gaythón, 1983).

MECANISMO DE SUDORACION. Además de la difusión continua de agua por la piel, las glándulas sudoríparas producen abundante sudor cuando el cuerpo se expone a calor intenso. Es evidente que con la sudoración aumenta el calor que puede perderse por evaporación. En circunstancias extremadas, pueden secretarse incluso 3.7 litros de sudor por hora, lo que es capaz de eliminar 2000 Calorías del cuerpo, aproximadamente 32 veces la producción calórica basal (Gaythón, 1983).

EFECTO DEL TRABAJO EN LA TEMPERATURA. Como la eficiencia mecánica del cuerpo humano es tan solo de aproximadamente un 25%, un 75% de la energía total utilizada se convierte en calor. Cuanto mayor es la intensidad del trabajo, tanto mayor es la cantidad de calor producida. Este exceso de calor debe ser eliminado y disipado para impedir un excesivo calentamiento y una hipertermia. El trabajo muscular puede elevar la producción de calor entre 10 y 20 veces con respecto a su valor en estado de reposo. Durante el trabajo en un ambiente "neutral", se produce un aumento de la temperatura corporal hasta un máximo de alrededor de 40°C o ligeramente mayor para cargas máximas de trabajo. La temperatura del cuerpo no está vinculada con la producción absoluta de calor sino con la carga relativa de trabajo, es decir, con el consumo real de oxígeno en relación con la potencia aeróbica máxima del individuo: a una carga del 50%, la temperatura profunda del cuerpo es de alrededor de 38°C. La temperatura corporal profunda en reposo y durante el trabajo no se ve afectada, en un amplio intervalo, por la temperatura ambiental; ocurre lo contrario con la temperatura de la piel. En un ambiente dado, el índice de transpiración depende

fundamentalmente de la producción real de calor y no de la temperatura dérmica o rectal (Ganong, 1990). **REGULACION DE LA TEMPERATURA DURANTE EL EJERCICIO EN CONDICIONES AMBIENTALES NORMALES.** Cuando el ejercicio se realiza en condiciones ambientales de comodidad, el único problema es la eliminación del exceso de calor proveniente del metabolismo. La única temperatura corporal interna que siempre tiene un valor constante al final del ejercicio agotador es la temperatura muscular de al rededor de 40°C. A medida que la temperatura corporal se leva durante el ejercicio, los estímulos a los centros hipotalámicos determinan la elevación de la temperatura sanguínea, que se manifiesta por aumento de la transpiración y del flujo sanguíneo de la piel. Hace mucho que se sabe que la temperatura interna corporal aumenta durante el ejercicio, y que el incremento es proporcional a la intensidad de éste (Morehouse y Miller, 1986). Un aumento de temperatura corporal que se tolera muy bien durante el ejercicio, puede causar grandes molestias en un sujeto en reposo y, en realidad, la actuación deportiva mejora con una moderada elevación de la temperatura corporal. Esto se explica por el hecho de que el volumen de sangre más elevado que el corazón bombea por minuto permite el mantenimiento de una irrigación cerebral adecuada, mientras la exposición al calor sin ejercicio se asocia con una disminución del flujo sanguíneo cerebral (por el menor volumen de sangre que el corazón bombea por minuto y la vasoconstricción cerebral resultante de la alcalosis respiratoria). Los efectos beneficiosos de una temperatura muscular elevada durante el ejercicio, puede ser, precisamente el mayor aporte de oxígeno a las fibras musculares (Morehouse y Miller, 1986). **EJERCICIO EN EL CALOR.** Cuando el ejercicio se efectúa en un ambiente cálido, y especialmente por personas no aclimatadas, el mayor requerimiento de irrigación sanguínea a los músculos y a la piel para la termorregulación puede exceder la capacidad del corazón para aumentar el volumen minuto. Mediante la aclimatación al calor, que se obtiene por períodos diarios de trabajo en ese ambiente, se reduce notablemente el ascenso de la temperatura rectal, y de la frecuencia del pulso, y los mareos y náuseas asociados con el ejercicio en el calor. Esto parece estar en el mejoramiento de la circulación central, que lleva al aumento de la conducción del calor a la piel, de lo cual resulta una disminución de la temperaturas central y periférica (Morehouse y Miller, 1986). **EJERCICIO EN EL FRIO.** La conservación del calor involucra fenómenos termodinámicos y de aislación. La vasoconstricción y el tejido adiposo son los

principales factores. El cuerpo se protege de la exposición al frío por vasoconstricción periférica, que ayuda a conservar el calor corporal reduciendo la circulación de la sangre a través de las áreas frías del cuerpo. Las manos y los pies son los primeros que se enfrían. Hasta que el cuerpo se haya calentado (Morehouse y Miller, 1986).

AMBIENTES TERMICOS ACUATICOS. El calor del agua de una alberca de natación es factor crítico en el funcionamiento de los mecanismos de termorregulación del nadador. Los nadadores que compiten en carreras de velocidad, cuya exposición al agua dura solo unos pocos segundos, como sucede en una carrera de 50 metros, actúa mejor en aguas de entre 29° y 34.5°C. Las carreras largas de distancia se desarrollan mejor entre 23.3° y 26°C. Por lo regular las albercas están a 24°C (Morehouse y Miller, 1986).

CAPITULO II

LA EVALUACION FUNCIONAL EN LA EXPO CIENCIA Y DEPORTE UNAM

En esta exposición se pretendía mostrar a los deportistas y al público en general en que consiste un examen médico deportivo o evaluación funcional, además de señalar los hábitos alimentarios ideales para mantener la salud física entre otras opciones. La evaluación funcional (EF) se llevaba a cabo en una serie de laboratorios, donde se investigaba el estado de salud y la condición físico-atlética de las personas que asistían, además de proporcionarles un programa de ejercicios y una dieta si lo deseaban. Se llevó a cabo en estos laboratorios, se dividió en dos partes. La primera de ellas está constituida por: EXPLORACION BASICA. En esta sección se evaluaban y registraban los signos vitales: tensión arterial, pulso, frecuencia ventilatoria y temperatura, así como la medición de talla y peso. Los registros podrán ser comparados con tablas de mediciones estandarizadas localizadas en el laboratorio para verificar si se encuentran dentro de los parámetros establecidos para nuestra población. PRUEBAS BASICAS. Aquí se investigaba la capacidad física del individuo por medio de pruebas sencillas, como velocidad de reacción, adaptación cardiovascular, movilidad, capacidad ventilatoria, fuerza de cuádriceps, coordinación y velocidad de lanzamiento. Estas pruebas tenían un puntaje que, al sumarse, darían una calificación. Si ésta es favorable el participante podía presentarse a la segunda parte del examen. Si no obtenía la puntuación suficiente, se le entregaba un pequeño programa de trabajo físico para que, después de llevarlo a cabo, regresara a evaluarse de nueva cuenta. En la segunda parte del examen se realizaba una EVALUACION FUNCIONAL completa mediante una cuota de recuperación. QUE ES LA EVALUACION FUNCIONAL. Es un conjunto de procedimientos encaminados a investigar el estado de salud y el rendimiento físico del deportista o de aquel sujeto que no lo es, pero que desea saber como sería su desempeño deportivo. Es una evaluación físico-atlética para obtener las características morfológicas y las capacidades físicas (fuerza, resistencia, movilidad y rapidez). A QUIEN SE LE PRACTICABA. Estaba dirigida a todas las personas interesadas en realizar alguna actividad física o que simplemente quieran conocer su estado de salud y capacidades físicas y establecer parámetros personales para iniciar alguna actividad física, misma que le ayudaría a prevenir enfermedades, controlar otras y retrasar los efectos propios del envejecimiento. EN QUE CONSISTIO. Todos los evaluados seguirían el

siguiente orden para pasar a cada laboratorio: 1. HISTORIA CLINICA. Este laboratorio tenía como objetivo evaluar el estado de salud. Se realizó una exploración física con estetoscopio, baumanómetro, lámpara, etc. así como un interrogatorio para investigar antecedentes personales, familiares y deportivos (patológicos y no patológicos). Se complementa con una evaluación odontológica y un examen de agudeza visual y auditiva. 2.- PSICOFISIOLOGIA. Este laboratorio se creó con el fin de hacer esta investigación, normalmente no forma parte de una evaluación funcional. Aquí se tomaron los dos registros de la temperatura de la piel (se registró en la mano, con un termómetro). El primer registro se efectuó antes de la evaluación funcional, esto es, antes de pasar por los demás laboratorios. El segundo registro se tomó después de pasar por el último laboratorio. 3. ANTROPOMETRIA. Con la medición de anchuras, longitudes, perímetros, diámetros y pliegues de partes específicas del cuerpo, así como la talla y el peso, se obtuvo la composición corporal del individuo, o sea, el porcentaje de grasa, músculo, hueso y peso residual que presenta. Con base en estos parámetros se obtuvo el somatotipo al que pertenece según la clasificación: ectomorfo (magro o delgado), mesomorfo (musculado), endomorfo (robusto), o sus combinaciones. También se evaluaban los diferentes segmentos del cuerpo para determinar la PROPORCIONALIDAD. Esto con el fin de saber la proporcionalidad que guardaban sus extremidades superiores con las inferiores, así como si existía alguna desviación en la columna vertebral y si estas eran estructurales o funcionales (por el deporte que practican). Por medio de la SOMATOSCOPIA Y PLANTOSCOPIA se visualizaba el cuerpo desde diferentes proyecciones para determinar desviaciones, acortamientos, así como alteraciones de la postura corporal y de la planta del pie. Se investigaba la MOVILIDAD (flexibilidad y elasticidad) que presentaban los diferentes segmentos corporales para determinar si hay restricciones. 4.- CARDIO-RESPIRATORIO. Se realizaba un ELECTROCARDIOGRAMA en reposo para evaluar la función del corazón y una ESPIROMETRIA para evaluar la función respiratoria por medio de la capacidad vital (capacidad máxima de consumo de oxígeno por minuto por kilogramo de peso, VO₂). Era importante que el sujeto pasara primero por éste laboratorio antes de que llegara a ergometría, ya que en este último se realizaba la prueba con la banda sin fin o el cicloergómetro, por lo tanto la valoración cardiovascular era muy importante. 5.- NUTRICION. El objetivo de este laboratorio era mejorar el estado de nutrición y la composición corporal del individuo a través de una

prescripción dietética y una orientación nutricional personalizada, por medio de una encuesta dietética, en la que se investigaban los hábitos alimentarios y las cantidades. También se realizaban determinaciones cuantitativas de glucosa, colesterol, triglicéridos, hemoglobina y ácido úrico. 6. ERGOMETRIA. Por medio de la banda sin fin, el cicloergómetro, el remoergómetro o el brazoergómetro, se evaluaban directa o indirectamente la capacidad aeróbica para: 1.- Determinar la capacidad de trabajo físico del individuo, deportista o no deportista, a través del consumo de oxígeno. 2.- Valorar los cambios fisiológicos obtenidos por los deportistas mediante programas de entrenamiento. 3.- Diagnosticar la función cardíaca en el sujeto sometido a diferentes cargas de trabajo. También se evaluaba el trabajo anaeróbico por medio de esfuerzos de alta intensidad y corta duración, con una prueba de salto vertical o en la escalera. Es importante señalar que para realizar las pruebas de éste laboratorio se necesitaba la valoración cardiovascular que se daba en el laboratorio de Cardiorespiratorio. 7. BIOMECANICA. En este laboratorio se localizaban el centro de gravedad corporal y segmentario, se estudiaban los diferentes movimientos del cuerpo y las fuerzas que participan en su producción. Esto los ayudaba a diseñar modelos ideales para optimizar el desempeño de una actividad deportiva, modificando y corrigiendo los defectos en su ejecución. Esta prueba se realizaba sólo a deportistas de alto rendimiento. Por otro lado, se midió la fuerza del bíceps, cuádriceps, mano, abdominales y extensores del tronco para obtener un índice dinamométrico. Se evaluaba también la VELOCIDAD DE REACCION en una plataforma de salto para medir en centésimas de segundo la respuesta ante un estímulo luminoso. 8. PSICOFISIOLOGIA. Las personas que eran sometidas a una evaluación funcional pasaban dos veces por este laboratorio, una al inicio de la misma y la otra al final, para que se tomara un segundo registro de la temperatura de la piel, durante diez minutos, teniendo como modelo natural la prueba de esfuerzo, que ya sabemos influye sobre la temperatura, dado el aumento en el metabolismo durante el ejercicio. 9. DIAGNOSTICO INTEGRAL. En esta última fase, se les ofrecía un reporte con los resultados obtenidos en cada laboratorio, así como la interpretación y las recomendaciones pertinentes, ya fuera con una rutina de ejercicios para aquellas personas que no practicaran ninguna actividad física, o indicaciones específicas en el caso de los deportistas.

CAPITULO III

METODO

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

El objetivo general fué establecer los estándares de normalidad de la temperatura periférica de la piel (TP), obtenida de una población mexicana de deportistas y una de sedentarios.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Obtener los parámetros de normalidad máximos y mínimos de la TP, de sujetos en reposo, antes de que realizaran una prueba de esfuerzo físico y después de la misma; detectando las posibles diferencias

Comparar las mediciones de TP obtenidas en el grupo de deportistas con las obtenidas en el grupo de sedentarios, hombres y mujeres.

SUJETOS:

El tamaño de la muestra fue de 909 sujetos, 608 hombres y 301 mujeres, con un rango de edad de entre 16 y 65 años, que asistieron voluntariamente a realizarse una evaluación funcional a la Expo Ciencia y Deporte U.N.A.M. Los participantes fueron sometidos a una exploración médica y odontológica general, mediciones antropométricas, electrocardiogramas en reposo y durante una prueba de esfuerzo cardíaco, química sanguínea, exámenes ergonómicos, mediciones de fuerza muscular y psicofisiológicas. Se dividió la muestra en dos grupos por cada sexo; 385 deportistas y 524 sedentarios (no deportistas), y subgrupos, según la disciplina deportiva que practicaban. Se tomaron en cuenta ciertos criterios de inclusión.

CRITERIOS DE INCLUSION:

Grupo de Deportistas:

- 1.- Hombres o mujeres de entre 16 y 65 años de edad.
- 2.- Con un mínimo de practicar deporte (cualquier disciplina) de un año, con regularidad (por lo menos 5 veces por semana) y con sesiones de al menos 1 hora cada una o más.
- 3.- Sin historia de algún padecimiento crónico.

Grupo de sedentarios:

- 1.- Hombres o mujeres de entre 16 y 65 años de edad.
- 2.- Que no practicaran ningún deporte o que lo practicaran menos de tres veces por semana o que las sesiones de ejercicio fueran de menos de una hora.
- 3.- Sin historia de algún padecimiento crónico.

CRITERIOS DE EXCLUSION:

- 1.-Que solo tuvieran un registro de temperatura, ya fuera antes de la evaluación funcional o después.
- 2.-Que se presentara enfermo, o con fiebre al registro.
- 3.-Que no fueran mexicanos

APARATOS Y MATERIALES:

- 2 Termómetros digitales electrónicos Ellab DM 852, con sensor térmico V-H4. (Anexo 1)
- Torundas de algodón y alcohol

ESCENARIO EXPERIMENTAL:

Los registros se realizaron en el Laboratorio de Psicofisiología, que formaba parte de la exposición Expo Ciencia y Deporte, que se llevó al cabo en el Museo Universitario de Ciencias y Artes de la Facultad de Arquitectura de la U.N.A.M. de Noviembre de 1990 a Noviembre de 1991. Este laboratorio era un espacio abierto (de aprox. 5 m de fondo por 10 m de ancho), con un mostrador (de aprox. 70 cm de alto por 50 cm de ancho), orientado hacia el corredor peatonal del museo, con la intención que el público que asistía a la exposición pudiese observar el equipo y se enterarse de cómo se realiza una prueba médica deportiva, y de las investigaciones que se estaban llevando a cabo en la exposición. No hubo control de ruido, iluminación ni temperatura ambiental. En el interior del laboratorio había dos computadoras para procesar los datos, dos sillas frente a las mismas para los experimentadores, dos sillas cercanas al mostrador, para los sujetos a los que se les iban a tomar los registros, una mesa en medio de ambas sillas para colocar los termómetros.

PROCEDIMIENTO:

Todos los sujetos fueron reclutados mediante publicidad en diferentes medios de comunicación, en la que se invitó tanto a deportistas como a sedentarios a someterse a una evaluación funcional de rutina practicada a deportistas. Después de inscribirse se les programó una cita, a la que tuvieron que asistir bajo ciertas recomendaciones: ayuno de por lo menos 8 hrs., si eran deportistas, no haber entrenado el día anterior a las pruebas, traer ropa deportiva y traje de baño, cepillo de dientes y un refrigerio. Se tenía una secuencia programada para que los participantes recorrieran los diferentes laboratorios de evaluación. En este caso el Laboratorio de Psicofisiología era el primero y el último al que pasaban los sujetos. Todos los participantes eran recibidos por un especialista en Psicofisiología aplicada quien les daba una breve explicación de los objetivos de la investigación, tomaba sus datos y les pedía que se sentasen, inmediatamente después procedía a limpiar el dedo pulgar e índice de la mano derecha con un algodón (torunda) mojado en alcohol. Se le colocó el sensor del termómetro entre el dedo pulgar y el índice de la mano derecha solicitándole a la persona que lo sostuviera entre ambos dedos durante el registro, e indicándole que descansara las manos sobre sus muslos, sin soltar el sensor de temperatura. Se le pidió a la persona que cerrara los ojos y que tratara de estar lo más tranquila que pudiera durante el registro. Hubo un período de habituación a la situación de registro de 5 minutos, al término del cual se tomó un registro cada minuto durante diez minutos, al término del cual, se le retiró el sensor de temperatura, dándole las gracias por su participación e indicándole que debería regresar después de haber concluido su evaluación funcional para que se le tomara su segundo registro, que sería solo de 10 minutos, no hubo sesión de habituación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las variables que se analizaron fueron: como variable dependiente, la temperatura periférica de la piel, registrada en grados centígrados. La variable independiente fué la prueba de esfuerzo físico realizada en el laboratorio de Ergometría. En este lugar se midió la frecuencia cardíaca máxima, obtenida en doce minutos. Para conseguir esto se utilizaron bandas sin fin o cicloergómetros. Para cada sujeto se calculó cual sería su frecuencia cardíaca máxima, por medio de una fórmula ya estandarizada, la cual es: a 220 se le resta la edad del sujeto, y ese resultado son las pulsaciones máximas que se espera desarrolle al término de los 12 minutos. Así por ejemplo, para una persona de 20 años, se espera alcance una frecuencia cardíaca de 200 pulsaciones por minuto como máximo al final de la prueba. A cada sujeto se le colocaron electrodos en la región torásica (para hacer un electrocardiograma) y un baumanómetro en el brazo derecho para medir su presión arterial.

TIPO DE ESTUDIO

De sondeo, ya que no se conocía el comportamiento de esta variable

DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño factorial: $2 \times 4 \times 2$.

Evaluación Funcional		Hombres	Mujeres
Deportistas	Antes	X	X
	Después	X	X
Sedentarios	Antes	X	X
	Después	X	X

TABLA 1

Se hicieron comparaciones entre todos los grupos (deportistas, sedentarios, hombres y mujeres), en las dos condiciones (antes y después de la EF).

ANALISIS ESTADISTICO

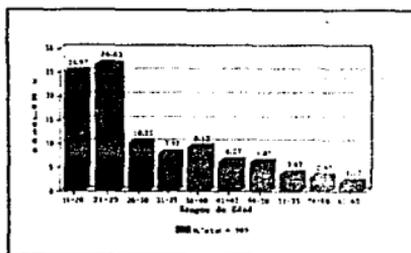
Para el análisis de resultados se usó la prueba no paramétrica de pares igualados de Wilcoxon y la prueba para dos muestras independientes de Kolmogorov-Smirnov, considerandose significativas cuando $p < 0.01$.

Se utilizó estadística descriptiva, para obtener los valores de temperatura promedio, máximos y mínimos, antes y después de la evaluación funcional y para conocer las características poblacionales de la muestra en estudio (edad, estado civil, escolaridad, ocupación, etc.).

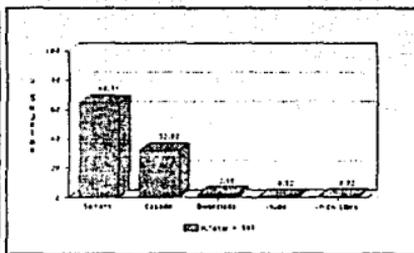
DESCRIPCION DE LOS RESULTADOS

El total de la muestra fué de 909 sujetos, 608 hombres y 301 mujeres, de los cuales fueron 385 deportistas (281 hombres y 104 mujeres) y de 524 sedentarios (327 hombres y 197 mujeres).

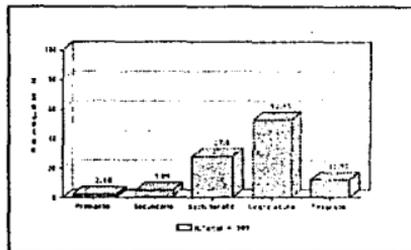
GRAFICA 1



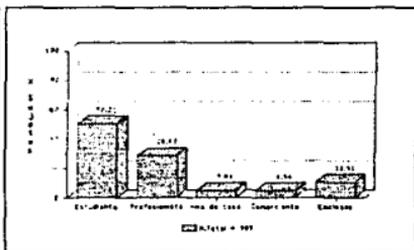
Gráfica 1.1 Edad.



Gráfica 1.2 Estado Civil.



Gráfica 1.3 Escolaridad.



Gráfica 1.4 Ocupación.

La edad promedio de los sujetos fué de 33 años, sin embargo el rango de edad en donde se ubicó el 56% de los sujetos fué entre los 16 y los 27 años, observándose que la moda se ubicó en los 22 años (ver la gráfica 1.1). La mayoría (64.33%), fueron solteros (ver la gráfica 1.2) estudiantes (el 50.21% de la muestra, ver gráfica 1.3), de bachillerato y licenciatura (80.60 %, ver gráfica 1.4).

REGISTROS DE TEMPERATURA MAXIMOS Y MINIMOS ANTES Y DESPUES DE LA EVALUACION FUNCIONAL. En los hombres sedentarios el valor de temperatura mínimo promedio en los primeros diez minutos de registro, fue de 33.62°C (92.5°F) y el máximo promedio de 33.97°C (93.1°F). Después de la EF el valor mínimo promedio fué de 34.68°C (94.4°F) y el máximo promedio de 35.70°C (96.26°F). Las mujeres sedentarias obtuvieron 33.59°C (92.46°F), como valor mínimo promedio antes de la EF. El valor máximo promedio de 34.38°C (93.88°F).

Después de la EF, el valor mínimo promedio fué de 34.51°C (94.11°F) y el máximo promedio de 35.27°C (95.48°F). En el caso de los hombres deportistas, el valor mínimo promedio antes de la EF fué de 32.89°C (91.20°F). Después de la misma, el valor mínimo promedio fué de 34.97°C (94.94°F) y el máximo de 35.89°C (96.60°F). Para las mujeres deportistas el valor mínimo antes de la EF fué de 33.12°C (91.6°F) y el máximo de 34.39°C (93.90°F). Después de la EF el valor mínimo fué de 34.50°C (94.1°F) y el máximo de 35.43°C (95.77°F).

El registro de temperatura mínimo observado fué de 17°C (62.6°F), y se obtuvo en un hombre antes de la EF y el máximo de 37.8°C, (100°F), también se registró en un hombre, después de la EF, se pueden

observar los resultados por minuto gráficamente en la Tabla 2.

	MIN	MIN-1	MIN-2	MIN-3	MIN-4	MIN-5	MIN-6	MIN-7	MIN-8	MIN-9	MIN-10
HOMBRES SEDENTARIOS											
ME	33.62	33.62	33.62	33.76	33.97	34.68	34.32	34.99	34.91	34.83	
MAF	34.26	34.1	34.66	34.97	34.75	34.82	34.89	34.92	34.99	34.67	
MM	32.26	32.17	32.66	32.76	32.84	34.12	34.17	34.73	34.37	34.23	
MUJERES SEDENTARIAS											
ME	33.59	33.66	33.64	34.28	34.13	34.24	34.36	34.26	34.24	34.38	
MAF	34.18	34.36	34.46	34.82	34.75	34.75	34.82	34.82	34.82	34.86	
MM	32.37	32.52	32.68	32.82	32.84	32.89	34.28	34.12	34.17	34.14	
HOMBRES DEPORTISTAS											
ME	32.89	32.11	32.34	32.34	32.81	32.82	32.86	34.28	34.12	34.16	
MAF	32.94	32.36	32.69	34.13	34.27	34.42	34.52	34.57	34.55	34.72	
MM	32.22	32.46	32.76	32.87	32.97	32.24	32.60	32.67	32.36	32.67	
MUJERES DEPORTISTAS											
ME	33.12	32.31	32.34	32.15	32.68	34.17	34.27	34.29	34.36	34.28	
MAF	32.82	34.13	34.22	34.24	34.27	34.42	34.56	34.59	34.59	35.07	
MM	32.36	32.12	32.17	32.26	32.29	32.47	32.74	32.82	32.77	32.75	
HOMBRES SEDENTARIOS											
ME	34.88	34.89	36.12	35.29	35.47	35.52	36.38	36.84	35.88	36.76	
MAF	34.88	35.22	36.42	36.36	36.67	37.16	36.82	36.86	37.87	37.97	
MM	32.37	34.62	34.66	35.23	35.16	35.29	35.26	35.62	35.68	35.57	
MUJERES SEDENTARIAS											
ME	34.87	34.75	34.88	37.22	36.26	35.78	35.27	35.25	35.25	36.27	
MAF	34.87	35.18	36.22	36.62	36.26	37.14	35.86	35.85	35.82	35.64	
MM	34.27	34.47	34.88	34.75	34.88	34.66	35.02	35.36	35.76	35.78	
HOMBRES DEPORTISTAS											
ME	34.87	34.23	34.62	35.17	35.72	35.1	34.92	35.84	35.88	36.88	
MAF	34.22	35.54	36.76	36.89	36.22	36.24	36.29	36.12	36.12	36.15	
MM	34.87	34.89	36.29	35.25	35.25	35.64	34.71	35.54	35.56	35.62	
MUJERES DEPORTISTAS											
ME	34.39	34.87	34.64	35.27	35.27	35.32	35.22	35.27	35.47	36.12	
MAF	34.12	35.30	36.47	36.17	35.76	35.27	35.62	35.47	35.52	35.88	
MM	32.87	34.26	34.24	34.47	34.62	34.72	34.77	34.82	34.86	34.87	

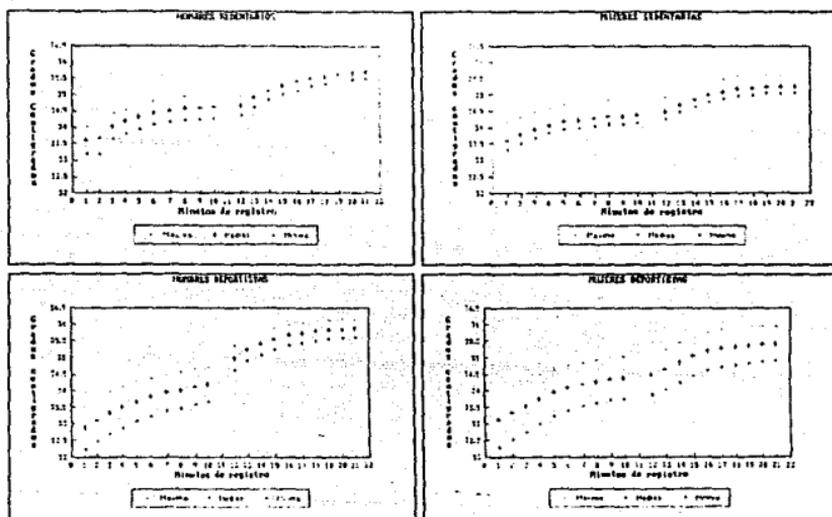
TABLA 2

COMPARACIONES ENTRE GRUPOS

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < .01$) entre hombres sedentarios y hombres deportistas antes de la EF ($D = 0.6$ no significativa), tampoco después de la EF ($D = 0.4$), ver gráfica 2.

Para la comparación de las mujeres sedentarias vs. mujeres deportistas antes de la EF, se obtuvo una $D = 0.3$, lo que indica que no hubo diferencias estadísticamente significativas en este grupo. Después de la EF para este mismo grupo se obtuvo una $D = 0.4$, por lo que las diferencias no son significativas.

GRAFICA 2



Se encontraron en la comparación de los hombres sedentarios vs. las mujeres sedentarias antes de la EF, una $D = 0.5$, lo que indica que no hay diferencias significativas. Después de la EF para este mismo grupo se obtuvo una $D = 0.7$, significativa con una $p < 0.05$, pero no con una $p < 0.01$, ver gráfica 2.

En la comparación entre hombres deportistas vs. mujeres deportivas antes de la EF se obtuvo una $D = 0.3$ que no es significativa. Después de la EF, para el mismo grupo se obtuvo una $D = 0.7$ que es significativa con una $p < 0.05$, pero no con una $p < 0.01$ (Ver gráfica 2)

La comparación entre los hombres deportistas vs. mujeres sedentarias antes de la EF mostró una $D = 0.5$, que no es significativa con una $p < 0.01$. Después de la EF, este grupo mostró una $D = 0.8$, lo que indica, que si existen diferencias estadísticamente significativas con $p < 0.01$, que se puede apreciar en la gráfica 2.

El grupo de hombres sedentarios vs. mujeres deportistas no mostró diferencias estadísticamente significativas con una $p < 0.01$ ($D = 0.5$). Después de la EF, este grupo obtuvo una $D = 0.5$, lo cual no es significativo con una $p < 0.01$ (ver gráfica 2).

COMPARACIONES INTRAGRUPOS

En la comparación entre antes de la EF y después de la EF en todos los grupos se obtuvo una $Z = 1.82727 \times 10^4$, la cual es estadísticamente significativa con una $p < 0.01$. Estas diferencias se pueden observar en la gráfica 2.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En la presente investigación se obtuvieron los estándares de normalidad de la temperatura periférica de la piel, obtenidos en un ambiente natural. Por otra parte la condición de la actividad física que se sabe que modifica la temperatura tanto corporal como periférica (Morehouse y Miller, 1986), nos permitió obtener los rangos máximos y mínimos de esta respuesta fisiológica.

La selección de la muestra de deportistas que sabe tienen algunas diferencias fisiológicas y anatómicas (tamaño del corazón, frecuencia cardíaca, capacidad pulmonar, tono muscular etc.), en comparación con las personas sedentarias (no deportistas), fué con el fin de observar posibles diferencias en el comportamiento de la temperatura.

El concentrar una muestra tan grande de deportistas y sedentarios que asistieran voluntariamente para participar en proyectos de investigación ha sido uno de los principales obstáculos para el establecimiento de estándares, sin embargo, esto fué posible gracias a la Exposición Ciencia y Deporte de la UNAM, lo que fué de gran ayuda para solucionar este problema.

La contribución de la presente investigación es muy importante ya que permitirá observar la mejoría del paciente en términos de la obtención de los rangos de normalidad de la temperatura periférica y no solamente en términos de la disminución de los síntomas.

Se puede concluir que el comportamiento de la temperatura periférica es igual en todos los grupos estudiados, deportistas y sedentarios, hombres y mujeres ya que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Se hizo evidente, que la temperatura se incrementa significativamente después de una actividad física.

Consideramos que sería pertinente hacer comparaciones entre estos estándares de normalidad y los obtenidos de personas con algún trastorno psicosomático y con otras respuestas fisiológicas como la frecuencia cardíaca, los niveles de endorfinas, de adrenalina, estado emocional, entre otros.

ANEXO

ANEXO I

ellab



DM852 PRECISION THERMOMETER FOR
INTENSIVE SURVEILLANCE

DM852 PRECISION THERMOMETER FOR INTENSIVE SURVEILLANCE



SPECIFICATIONS

Measuring Range
-10...+50°C

Resolution
0.1°C

Measuring Accuracy
±/- 0.1°C

Capacity

2 channels. Channel 1 is in the measuring position continuously displayed. By pressing the channel selector button channel 2 is displayed until some is released again.

Power Supply

1 piece (LR6) 9.0 V battery

Battery lifetime

More than 650 continuous working hours (average)

Battery Test

The low battery indicator lights up when power starts running low

Patient Safety

When the battery is exhausted the display will be blanked before showing any misreadings. Battery operated and with totally insulated plastic case, the DM852 conforms to IEC Standard

Display

Easily readable 13 mm LCD

Calibration Control

Test position to simulate 50.0°C ±/- 0.1°C securing accurate operation of the instrument.

Response Time

Approximately 1 second

Ambient Temperature Range

5...40°C

Dimensions

70 mm (W) x 110 mm (H) x 35 mm (D)

Weight

200 g including battery

Guarantee

1 year manufacturer's guarantee (battery not included)

Rail System Mounting

The DM852 is a very handy instrument, which is suitable for

mounting on a rail system, the bed guard, or any place near the patient

MEASURING PROBES

The Cu/Cu²⁺ (85551) thermocouple materials allow direct interchangeability with an accuracy better than ±/- 0.1°C. The probes can be chemically disinfected or autoclaved up to 120°C. The standard length of the cables is 2.75 m, but special lengths can be made on demand

Type MRV-55044-V

Rectal temperature of adults. The bob prevents the electrode from falling out

Electrode: Polyvinylchloride, length 44 mm, diameter 5.5 mm. Response time: 100 seconds
Ordering Code 2712-0028

Type MRB-04020-V

Rectal temperature of infants. The bob prevents the electrode from falling out

Electrode: Polyvinylchloride, length 20 mm, diameter 4 mm. Response time: 6.5 seconds
Ordering Code 2712-0029

Type MOV-05005-V

Oesophageal and stomach temperature of adults.

Electrode: Polyvinylchloride, length 5 mm, diameter 5 mm. Response time: 7.0 seconds
Ordering Code 2712-0030

Type MOB-34004-V

Oesophageal and stomach temperature of infants.

Electrode: Polyvinylchloride, length 3 mm, diameter 3.4 mm. Response time: 4.2 seconds
Ordering Code 2712-0188

Type MHD-24070-V

Infant and stationary skin measurements all over the body. Can be fixed with adhesive tape or dual sided adhesive tape. Also very suitable for measurements between layers of cloths, foil cushions etc.

Electrode: 0.1 mm flexible plastic foil, length 70 mm, width 24 mm. Response time: 0.15 second. Ordering Code 2712-0031

Type MMA-02135-V

Oral temperature measurement

Electrode: Stainless steel, length 135 mm, diameter 2 mm. Response time: 2.4 seconds
Ordering Code 2712-0032

Furthermore our wide range of Cu/Cu²⁺ (85551) thermocouple probes with 'N' type plugs can be used with the DM852 Precision Thermometer. Please request our comprehensive catalogue

The specifications are subject to alteration

ELLAB A/S

Krondalvej 9,
DK-2610 Rødovre
Denmark

Telex: 35311 ellab dk
Telefax: 45 44 53 05 05
Telephone: 45 42 94 92 11

REFERENCIAS

- Aguilar-Samayoá, A. (1991). Definición de retroalimentación biológica. *Boletín de la Academia Mexicana de Retroalimentación Biológica*, 1(1), 15-16.
- Anchor, K.N. (1983). Manejo Efectivo del Stress con Procedimientos de Entrenamiento en Biorretroalimentación. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 249-257.
- Arena, J.G., Goldberg, S.J., Saul, D.L. & Hobbs, S.H. (1989). Temporal Stability of Psychophysiological Response Profiles: Analysis of Individual Responses Stereotypy and Stimulus Response Specificity. *Behavior Therapy*, 20, 609-618.
- Astrand, P.O. (1979). *Fisiología del trabajo físico*. México, D.F.: Panamericana.
- Bammer y Newberry, (1981). Citado en: Halley, F.M. (1991). Self-regulation of immune system through biofeedback strategies. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(1), 55-72.
- Birk (1977). Carrobbles, J. & Godoy, J. (1985). *Biofeedback, principios y aplicaciones*. Barcelona: Martínez Roca
- Blanchard, E.B. & Cols. (1979). Citado en: Halley, F.M. (1991). Self-regulation of immune system through biofeedback strategies. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(1), 55-72.
- Blanchard, E.B. & Andrasik, F. (1985). *Tratamiento del dolor de cabeza crónico*. México, D.F.: Martínez Roca.
- Blanchard, E.B., Morrill, B., Wittrock, D.A., Scharff, L. & Jaccard, J. (1989). Hand Temperature Norms for Headache, Hypertension, and Irritable Bowel Syndrome. *Biofeedback and Self-Regulation*, 14(4), 319-331.
- Boring, E.G. (1978). *Historia de la psicología experimental*. México, D.F.: Trillas.
- Bradley & Cols. (1985). Citado en: Halley, F.M. (1991). Self-regulation of immune system through biofeedback strategies. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(1), 55-72.
- Brown, M. & Mahoney, M.J. (1984). Sport Psychology. *Annual Review of Psychology*, 35, 605-25.

- Carrobbles, J. & Godoy, J. (1985). *Biofeedback, principios y aplicaciones*. Barcelona: Martínez Roca
- Freedman, R.R. (1987, 1989). Quantitative Measurements of Finger Blood Flow During Behavioral Treatments for Raynaud's Disease. *Psychophysiology*, 26(4), 437-441.
- Freedman, R.R. & Ianni, P. (1983). Self-Control of Digital Temperature Physiological Factors and Transfer Effects. *Psychophysiology*, 20(6), 682-688.
- Freedman, R.R., Morris, M., Norton, D.A.M., Masselink, D., Sabharwal, S.C. & Mayes, M. (1988). Physiological Mechanism of Digital Vasoconstriction Training. *Biofeedback and Self-Regulation*, 13(4), 299-305.
- Freedman, R.R. (1991). Physiological mechanisms of temperature biofeedback. *Biofeedback and Self Regulation*, 16(2), 95-115.
- Fridlund, A.J., & Cacioppo, J.T. (1986). Guidelines for human electromyographic research. *Psychophysiology*, 23(5), 567-589.
- Fuller, (1977). Citado en Moscoso, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.
- Gaarder & Montgomery, (1977). Citado en Moscoso, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.
- Garrett, H.E. (1952). *Las grandes realizaciones en la psicología experimental*. México, D.F.: Fondo de cultura económica.
- Ganong, W.F. (1990). *Fisiología Médica*. México, D.F.: Manual Moderno.
- Gaythou. (1983). *Fisiología Humana*. México, D.F.: Interacadémica.
- Gruver & Cols. (1988). Citado en: Halley, F.M. (1991). Self-regulation of immune system through biofeedback strategies. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(1), 55-72.
- Hafner, R.J. (1982). Psychological treatment of essential hypertension: A controlled Comparison of Meditation and meditation plus biofeedback. *Biofeedback and Self-Regulation*, 7(3), 305-316.
- Halley, F.M. (1991). Self-regulation of the immune system through biofeedback strategies. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(1), 55-72.

- Hayduk, A.W. (1980). Increasing Hand Efficiency at Cold Temperatures by Training Hand Vasodilation with a Classical Conditioning-Biofeedback Overlap Design. *Biofeedback and Self-Regulation*, 5(3), 307-326.
- Hayduk, A.W. (1982). The Persistence and Transfer of Voluntary Hand-Warming in Natural and Laboratory Cold Settings After 1 Year. *Biofeedback and Self-Regulation*, 7(1), 49-52.
- Herzfeld, G.M., & Taub, E. (1980). Effect of Slide Projections and Tape-Recorded Suggestions on Thermal Biofeedback Training. *Biofeedback and Self-Regulation*, 5(4), 393-404.
- Hiebert, B., Cardinal, J., Dumka, L. & Marx, R. W. (1983). Self-Instructed Relaxation: A Therapeutic Alternative. *Biofeedback and Self-Regulation*, 8(4), 601-617.
- Kappes, B., & Chapman, S.J. (1894). The Effects of Indoor Versus Outdoor Thermal Biofeedback Training in Cold-Weather Sports. *Journal of Sport Psychology*, 6, 305-311
- Kappes, B. & Michaud, J. (1978). Contingent vs. Noncontingent EMG Feedback and Hand Temperature in Relation to anxiety and Locus of control. *Biofeedback and Self-Regulation*, 3(1), 51-68.
- Keefe, (1975). Citado en Moscoso, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.
- Kerlinger, F. (1975). *Investigación del comportamiento: Técnicas y metodología*. México, D.F.: Interamericana.
- Kewman, D. & Roberts, A. H. (1980). Skin Temperature Biofeedback and Migraine Headaches (A Double-Blind Study). *Biofeedback and Self-Regulation*, 5(3), 327-345.
- Laurence, E., Morchouse, A., Augustus, T. & Miller, Jr. (1986). *Fisiología del ejercicio*. Buenos Aires: El Atenco.
- Legalos, (1973). Citado en Moscoso, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.

- McCoy, G.C., Blanchard, E.B., Wittrock, D.A., Morrison, S., Pangburn, L., Siracusa, K. & Pallmeyer, T.P. (1988). Biochemical Changes Associated with Thermal Biofeedback Treatment of Hypertension. *Biofeedback and Self-Regulation*, 13(2), 139-150.
- McFarland, R.A., & Kennison, R. (1989). Asymmetry in the Relationship Between Finger Temperature Changes and Emotional State in Males. *Biofeedback and Self-Regulation*, 14(4), 281-290.
- Meizack & Perry. (1983). Citado en: Halley, F.M. (1991). Self-regulation of immune system trough biofeedback strategies. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(1), 55-72.
- Mikulka, P.J., Douglas, T. & Vannetti, E. (1991). Transfer of training of the biofeedback-assisted control of hand temperature. *Perceptual and Motor Skills*, 72, 163-170.
- Montgomery, G.T. (1988). Variations in Digital Temperature During Frontal EMG Biofeedback Training in Normal Subjects. *Biofeedback and Self-Regulation*, 13(2), 151-168.
- Morehouse, & Miller, T. Jr. (1986). *Fisiología del deporte*. México, D.F.: Atenco.
- Moscoco, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.
- Moss, R.A., Hammer, D. & Sanders, S.H. (1984). The Physiological Effects of Cigarette Smoking: Implications for Psychophysiological Reserch. *Biofeedback and Self-Regulation*, 9(3), 299-308.
- Onoda, L. (1983). Handwarming and Relaxation in Temperature Feedback: Positive Placebo Effects. *Biofeedback and Self-Regulation*, 8(1), 109-152.
- Peavy & Cols. (1985). Citado en: Halley, F.M. (1991). Self-regulation of immune system trough biofeedback strategies. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(1), 55-72.
- Precht, H., Christophersen, J., Hensel, H., & Larcker, W. (1973). *Temperature and Life*. Berlin: Springer-Verlag.
- Rose, G. and Carlson, J.G. (1987). The Behavioral Treatment of Raynaud's Disease: A Review. *Biofeedback and Self-Regulation*, 12(4), 257-272.

- Sánchez-Sosa, J.J. & Palacios-Venegas, J.J. (1990). Biofeedback in Mexico: Origins, Development and current research and applications. *Biofeedback and Self-Regulation*, 15, 83-84.
- Sargent, Walters & Green, (1973). Citado en Moscoso, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.
- Siegel, S. (1985). *Estadística no paramétrica*. México, D.F.: Trillas.
- Schwartz, (1982). Citado en: Aguilar-Samayoa, A. (1991). Definición de retroalimentación biológica. *Boletín de la Academia Mexicana de Retroalimentación Biológica*, 1(1), 15-16.
- Skcen & Simpson (1976). Citado en Moscoso, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.
- Solbach, P. & Sarget, J. (1983). Biorretroalimentación de temperatura: Informe preliminar de un estudio experimental de 5 años de duración. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 139-157.
- Swrwit, Shapiro & Feld, (1976). Citado en Moscoso, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.
- Swrwit & Cols, (1978). Citado en: Freedman, R.R. & Ianni, P. (1983). Self-Control of Digital Temperature Physiological Factors and Transfer Effects. *Psychophysiology*, 20(6), 682-688.
- Taub & Emurian. (1972, 1977, 1978). Citado en Moscoso, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.
- Uchiyama, K., Lutterjohann, M., & Mumtaz, D.S. (1981). Crosscultural Differences in Frontalis Muscle Tension Levels: An Exploratory Study Comparing Japanese and Westerners. *Biofeedback and Self-Regulation*, 6(1), 75-78.
- Valdés, M. y Flores, T. (1985). *Psicobiología del estrés*. Barcelona: Martínez Roca.

Weimman & Semchuck. (1983). Citado en Halley, F.M. (1991). Self-regulation of immune system through biofeedback strategies. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(1), 55-72.

Willerman, Skeen & Simpson, (1976). Citado en Moscoso, M.S. (1983). Perspectiva Histórica de la Retroalimentación Biológica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 15(1-2), 11-33.