

BIORREOLOGIA ESPACIAL

SERAFIN GARCIA FERNANDEZ,
JOSEP M.^a LOPEZ BES,
MARC BARRACO SERRA,
M.^a ANGELES ADRIA CASAS,

Profesores de la Universidad de Barcelona

EL espacio lejano que nos rodea presenta unas características diferenciales notables respecto a las zonas más próximas a la superficie terrestre.

De esta forma, la ausencia de efectos gravitatorios, la exposición intensa a las radiaciones cósmicas, la no existencia de la alternancia diurna-nocturna de 24 horas, la exposición al vacío espacial, así como también otros factores, son los causantes de modificaciones presentadas en el comportamiento humano y las reacciones, alteraciones, de los fluidos orgánicos.

La simulación de estos efectos es complicada y las modificaciones reológicas que comportan provocan anomalías funcionales destacables, lo que debe tenerse presente como factores limitantes importantes en las prestaciones del cuerpo humano.

De especial relevancia resulta el estudio de las alteraciones reológicas experimentadas por los fluidos orgánicos, o procedentes del organismo vivo, así como las repercusiones que se derivan en el comportamiento físico y psíquico general, analizando las modificaciones funcionales derivadas y estudiando la metodología de investigación espacial disponiendo el cuerpo humano en presencia de hábitats distintos.

Introducción

La realidad del conjunto tecnológico espacial resulta compleja y engloba una serie de diferentes disciplinas orientadas a facilitar, o incluso a conseguir, objetivos en las comunicaciones, viajes, o como medios de soporte útiles a otras temáticas científicas.

Es bien conocida la existencia de una íntima relación entre ellas, a fin de conjuntarlas, y, con ello, obtener un cuerpo doctrinal único.

De los fenómenos de comportamiento de los materiales que han sido estudiados (y lo son continuamente) los referentes a las características físico-químicas lo son par-

cialmente, siendo los de índole psíquica, a nivel de divulgación, los menos concretos.

Al ser todo lo anteriormente citado, materia que abarca la Reología y existiendo una relación entre ésta y la realidad biomédica, se pone en evidencia clara el necesario desarrollo de la modalidad de la Biorreología Espacial.

Características del espacio exterior

La zona del espacio más alejada de la superficie terrestre presenta unas características físicas muy diferentes de las que se pueden observar en las zonas que más cercanas son a la actividad humana cotidiana.

Los factores definitorios del espacio lejano pueden resumirse, en síntesis, como:

- ausencia de campo gravitacional;
- exposición a los rayos cósmicos;
- ausencia de la alternancia de ciclos de día y noche de 24 horas;
- existencia del vacío espacial.

Otras propiedades definitorias del espacio exterior lejano son derivadas de las anteriores o bien son de menor preponderancia, como los intercambios térmicos, oscuridad exterior, etc.

Puede asegurarse que las condiciones que se han definido son las utilizadas en los estudios físicos primarios como hipótesis de principio, a efectos de simplificar la formulación resultante.

Importancia relativa de los diferentes factores

De especial importancia, entre los factores que se han enumerado, es la ausencia de gravedad.

Aunque resulta largo y complejo el enunciado de los efectos que la falta de gravedad realiza sobre los cuerpos, en una pequeña síntesis se podrían destacar:

- Ausencia de fenómenos de separación y sedimentación.

— Ausencia de efectos de deformación en superficies de apoyo.

— Disminución de la convención natural.

— Los cuerpos se hallan sometidos a efectos de levitación natural.

Estas manifestaciones, y aún otras, producen efectos sobre los fluidos ambientales que nos rodean además de las ejercidas en los fluidos corporales o biológicos.

Por esta razón se han practicado ensayos de simulación de movimiento del cuerpo humano en condiciones cercanas a la ausencia de campo gravitatorio.

Uno de los procedimientos consiste en la colocación del cuerpo sobre una placa plana apoyada por un solo punto, con lo que los grados de libertad del movimiento resultan elevados, a pesar de esta única unión. Los resultados aportan una importante información cinemática.

Otra forma de simulación consiste en sumergir el cuerpo en una piscina de grandes dimensiones, de esta forma el efecto gravitatorio se puede ver compensado por el empuje, aunque no puede simularse el movimiento por la existencia de la viscosidad del fluido.

Consecuencias fisiológicas

La forma de comportamiento del hombre se ha visto condicionada por el hábitat, de forma que toda alteración en el medio ambiente que lo rodea produce perturbaciones en su forma de vida. Por lo tanto, resulta de gran importancia que el hombre posea plena conciencia de los cambios que se reflejan en su organismo al alejarse de las condiciones normales de vida.

Las anomalías más representativas debidas a variaciones de propiedades del espacio lejano son: redistribuciones de los fluidos orgánicos, desadaptaciones cardiovascular, descalcificación, pérdidas de líquidos y electrolitos, ilusiones sensoriales.

La desaparición de la distribución hidrostática de presiones en el orga-

nismo provoca una nueva distribución de los fluidos orgánicos, especialmente sangre y líquidos de la parte superior el cuerpo, lo cual conlleva dificultades en la respiración, pesadez de cabeza, además de otras manifestaciones, siendo el sistema neuro-sensorial el más afectado, ya que en la casi totalidad de individuos se producen ilusiones de índole sensorial.

En la figura 1, representando en ordenadas "perturbaciones fisiológicas" y en abscisas "tiempo", expresado en semanas, al pasar de un nivel 1 g (nivel normal fisiológico) a 0 g (ingravedez). Se observa claramente que es el sistema nervioso sensorial el que resulta más afectado, mientras que la pérdida de fluidos y calcio, así como la desadaptación cardio-vascular tardan más en experimentar las perturbaciones, aunque su recuperación es también mucho más lenta.

Parte de los individuos pueden padecer el denominado "mal del espacio", que reduce los reflejos, pudiendo peligrar la seguridad, lógicamente, del sistema estudiado.

Los anteriormente mencionados efectos son detectados con una mayor intensidad en los primeros días de la modificación ambiental.

En los casos de largos viajes se producen situaciones de desadaptación cardio-vascular, disminución del volumen sanguíneo, desequilibrios bioquímicos por variación en la concentración de electrolitos, dificultades metabólicas, descalcificación ósea, etc.

Todos estos efectos no lesionan en un individuo fisiológicamente sano su integridad vital, aunque si conducen a un nuevo equilibrio orgánico, con diferentes constantes vitales.

El transitorio que se crea hasta alcanzar el equilibrio es variable en su duración, aproximadamente de un mes y medio.

Por dicha razón se recomienda que inicialmente los vuelos espaciales o las exposiciones del cuerpo al espacio no se prolonguen más allá de esta duración.

Sistemática de estudio

Los problemas presentados, de los que se han citado algunos efectos, se pueden estudiar según unos criterios de tipo general:

— Conocimiento de los mecanismos de regulación nervioso y hormonal. Estos mecanismos controlan el volumen de fluidos orgánicos y pueden prever la respuesta frente a la pérdida de líquidos.

— Sentido del equilibrio. Como consecuencia de la redistribución

de fluidos orgánicos, los responsables de la sustentación del equilibrio se ven alterados y, por tanto, debe conocerse alguna referencia específica que indique la verticalidad y el sentido del movimiento.

— Creación o desarrollo de mecanismos de adaptación. El nuevo punto de equilibrio alcanzado se produce para constantes orgánicas diferentes. Se hace necesario prever nuevos sistemas para alcanzar estadios diferentes en condiciones no traumáticas para el organismo, fundamentalmente el caso de modificaciones en la estructura ósea, además de todo lo que se refiere al sistema de soporte mecánico del cuerpo.

Esta sistemática se ha enfocado,

que deberán resolverse dos tipos básicos de problemas:

1. Determinación de las características cinemáticas, dadas las fuerzas que las producen.

2. Determinar, en forma inversa, las fuerzas que ocasionan un movimiento conocido.

La Biofísica aplica los métodos convencionales para llegar a su solución, aunque el problema se complica por la interacción de modificaciones biológicas que varían según los organismos (de composición distinta), ambientes y reaccionabilidad psíquica.

De esta forma se hace necesaria la aplicación de criterios de tipo esta-

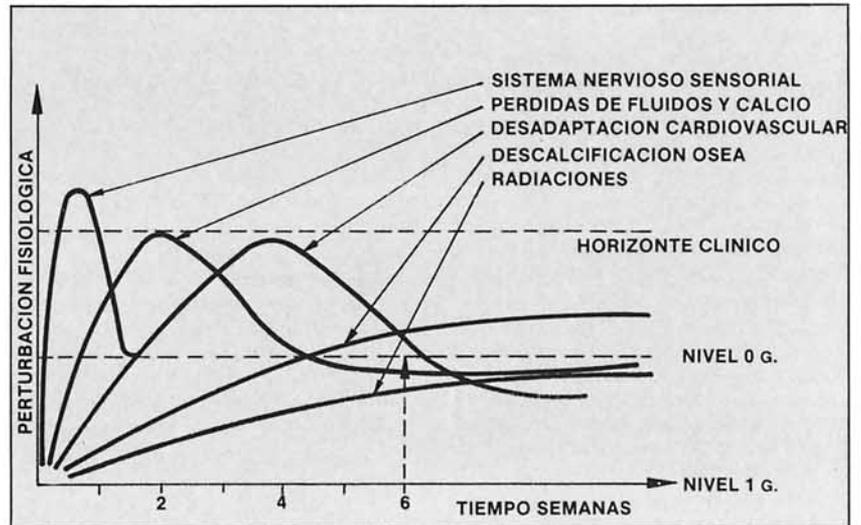


Figura 1

exclusivamente, al cuerpo humano aunque resulta obvio que todas las características que afectan a vuelos, condiciones de habitabilidad, etc., han de ser motivo de estudio simultáneo y paralelo.

La estrategia enunciada es susceptible de ser modificada en función de las experiencias que proporcionen las diferentes misiones espaciales. En este sentido, es importante el conocimiento de las actuaciones precedentes, motivadoras del estado final.

Papel de la Biorreología

Desde el punto de vista conceptual, al ser la Biorreología la parte de Mecánica de Fluidos que estudia el flujo, la deformación y la velocidad de deformación, posee un papel fundamental en el estudio de las variaciones de comportamiento debidas a modificaciones inducidas en el ambiente.

De forma general, puede decirse

dístico al conjunto de propiedades enunciadas sobre el cuerpo humano, así como sobre los instrumentos y conjunto de elementos que determinan el hábitat.

Es necesario, pues, analizar fluido por fluido y condición por condición, las funciones reológicas características, así como su relación con el contenido biomédico que conlleven. Son muchos y diversos los resultados parciales que en este sentido se hallan, y que integrados para una situación concreta proporcionarán la información necesaria, conformando la especialidad de la "Biorreología Espacial". ■

BIBLIOGRAFIA

- M. Barracó, y S. García: *Conferencia de la Sociedad Catalana de Biología (Sección Biofísica)*. Barcelona, 1985.
- A. Nicogossian, y J. F. Parker: *Space Physiology and Medicine*. NASA-1982.
- *Sensory motor system*. ESA B5 15.
- *Espace information*, número 26. Le phenomén d'impensateur.