



# HIDRATACIÓN EN TEMPORADAS DE ESFUERZO MENTAL INTENSO

## Tabla de contenidos:

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Glosario técnico .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1. Introducción .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. La importancia de la hidratación .....</b>   | <b>4</b>  |
| a. Necesidades hídricas: actividad física y mental .....   | 4         |
| b. Definición de deshidratación.....   | 4         |
| c. Causas de la deshidratación.....  | 4         |
| d. Consecuencias de la deshidratación .....  | 5         |
| <b>3. Investigación en deshidratación y rendimiento cognitivo.....</b>                           | <b>6</b>  |
| a. Neuropsicología e instrumentos de medida.....   | 6         |
| b. Características de la investigación sobre hidratación y<br>rendimiento cognitivo.....         | 7         |
| i. <i>Inducción de la deshidratación</i> .....   | 7         |
| ii. <i>Estudios dosis-respuesta</i> .....  | 7         |
| <b>4. Mecanismos potenciales .....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>5. Efectos de la deshidratación en la función cognitiva .....</b>                             | <b>10</b> |
| i. <i>Tabla 1. Funciones cognitivas según estado de hidratación</i> .....                        | 12        |
| ii. <i>Tabla 2. Funciones cognitivas y motoras afectadas por la<br/>    deshidratación</i> ..... | 13        |
| <b>6. Deshidratación y rendimiento en situaciones específicas .....</b>                          | <b>18</b> |
| a. Deshidratación y función cognitiva en el trabajo .....  | 18        |
| b. Deshidratación y función cognitiva en niños y jóvenes.....                                    | 19        |
| c. Deshidratación y función cognitiva en ancianos .....  | 20        |
| d. Deshidratación y función cognitiva en deportistas.....  | 22        |
| <b>7. Conclusiones.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>8. Recomendaciones.....</b>   | <b>24</b> |
| <b>9. Referencias bibliográficas.....</b>  | <b>25</b> |

## Glosario técnico

- **Afasia:** defecto o pérdida del lenguaje.
- **Anhidrosis:** falta o disminución de la sudoración.
- **Disfagia:** dificultad para deglutir o tragar alimentos.
- **Electrolito:** Molécula que posee carga eléctrica, forma parte de los fluidos corporales y es necesaria para el normal funcionamiento del organismo. Son electrolitos el sodio, cloro, potasio.
- **Etiología:** ciencia que estudia las causas de las enfermedades.
- **Euhidratación:** sinónimo de normohidratación, nivel de hidratación normalizado.
- **Hipertermia:** temperatura por encima de lo normal.
- **Hipertónico:** líquido con una concentración de electrolitos por encima de la normalidad fisiológica.
- **Hipohidratación:** hidratación insuficiente.
- **Hiponatremia:** niveles disminuidos de sodio en sangre.
- **Hipotensión:** tensión disminuida.
- **Hipotónico:** líquido con una concentración de electrolitos por debajo de la normalidad fisiológica.
- **Homeostasis:** equilibrio fisiológico.
- **Isotónico:** El medio o solución isotónico es aquél en el cual la concentración de soluto esta en igual equilibrio fuera y dentro de una célula.
- **Morbilidad:** conjunto de complicaciones derivadas de un procedimiento médico.
- **Natremia:** presencia de sodio en sangre.
- **Natriuria:** niveles de sodio en orina.
- **Oliguria:** disminución de la orina.
- **Ortostático:** se aplica al medicamento que hace sudar.
- **Osmolalidad:** concentración de solutos de una determinada solución.
- **Plasma:** Linfa, o parte líquida de la sangre, que se distingue de los elementos que tiene en suspensión.
- **Prevalencia:** acontecimientos clínicos que tienen lugar en el transcurso de un intervalo temporal.
- **Sérico:** relativo al suero sanguíneo.
- **Sinovial:** líquido viscoso que normalmente se encuentra en el interior de las articulaciones y que actúa como lubricante.
- **Síntoma:** manifestación subjetiva de una enfermedad.
- **Termorregulación:** mecanismo de regulación de la temperatura corporal.
- **Vasoconstricción:** acción producida por los vasos sanguíneos mediante la cual se contraen las paredes de los mismos, aumentando la tensión.
- **Vasodilatación:** acción producida por los vasos sanguíneos mediante la cual se dilatan las paredes de los mismos, disminuyendo la tensión y aumentando la superficie de contacto con la sangre.
- **Volemia:** volumen sanguíneo circulante.

## 1. Introducción

El agua es esencial para todos los organismos vivos. Para los seres humanos mantener un correcto estado de hidratación es importante no sólo para la salud física, sino también mental. El cuerpo humano está constituido en gran medida por agua, cerca de un 70% de nuestro peso es agua. Aunque podemos vivir semanas sin comida, sin agua sólo sobreviviríamos 4 días.

Mantener un nivel de hidratación adecuado es imprescindible para la supervivencia del ser humano, ya que permite mantener el equilibrio homeostático del cuerpo, incluyendo también la función cerebral. En un período de tiempo relativamente corto, la falta de consumo de agua suficiente puede llevar a un deterioro de las funciones cognitivas y neurológicas. En situaciones de esfuerzo mental intenso se requiere completa atención y concentración para rendir al máximo, de manera que un óptimo rendimiento cognitivo es fundamental.

Es bien conocido que la deshidratación afecta negativamente al rendimiento físico. El estudio de los efectos del estado de hidratación en la función cognitiva es un área relativamente nueva de investigación, resultado en parte, del interés surgido por conocer el impacto de la hidratación en el rendimiento físico y por los avances en el estudio de la neuropsicología cognitiva (6).

Por lo tanto, por el momento, existen escasos estudios relativos a los efectos de la deshidratación y la función cerebral humana y rendimiento cognitivo. Además de ser un área de estudio relativamente novedosa, los motivos de la poca investigación en este campo son diversos. En primer lugar la deshidratación es difícil de medir y evaluar (1) y requiere la intervención de especialistas en fisiología, ya que conseguir cambios concretos y relevantes en la hidratación es una tarea muy compleja. Se debe tener en cuenta también que existen gran cantidad de factores que pueden influir en este tipo de estudios, incluyendo por ejemplo el estrés y la fatiga provocados por la deshidratación causada por calor extremo o ejercicio intenso. Estos factores pueden llegar a generar resultados erróneos o llevar a conclusiones equivocadas. Además, desde que se identificaron diferentes categorías de deshidratación, la deshidratación isotónica, hipotónica y hipertónica, resulta especialmente difícil establecer la comparabilidad entre los resultados de los diferentes estudios que existen (2).

Por otra parte, la evaluación de la función cognitiva también es difícil y compleja. Existen centenares de tests para la valoración del rendimiento cognitivo y para la evaluación de funciones específicas como la atención, el aprendizaje, la memoria o el razonamiento (3).

## 2. La importancia de la hidratación

### a. Necesidades hídricas

El agua es el componente principal de la sangre y de la orina, esta presente en los tejidos y en el líquido sinovial. Entre las funciones más importantes que realiza el agua en el organismo se encuentra el transporte de sustancias a través del cuerpo, la eliminación de productos de desecho, lubricación de las articulaciones, dar estructura y forma al cuerpo y la termorregulación o control de la temperatura.

De forma continua perdemos agua a través de la piel y la respiración, aproximadamente  $700 \text{ cm}^3$  al día. Otros  $100 \text{ cm}^3$  se eliminan en las heces, alrededor de 1,5 litros en la orina y  $200 \text{ cm}^3$  en la sudoración normal. En conclusión, para vivir y respirar, incluso en un clima templado, se requiere la ingesta de unos 2,5 litros de líquido al día. El ejercicio y el aumento de temperatura aumentan la sudoración, la pérdida de agua y, por consiguiente, la necesidad de líquido (4).

### b. Definición de deshidratación

La deshidratación es la pérdida excesiva de agua corporal y sales minerales o de solutos. Según si la pérdida de solutos es mayor o menor, se diferencian tres tipos fisiopatológicos de deshidratación:

- Deshidratación isotónica, en que la pérdida de agua y de solutos son equimolares, no hay cambios en la natremia ni en la osmolaridad plasmática. Se observa una verdadera depleción de volumen.
- Deshidratación hipertónica o hipernamétrica, en la que la pérdida de agua libre es mayor que la de solutos. Se caracteriza ya que se da hipernatremia e hiperosmolaridad plasmática.
- Deshidratación hipotónica, en que el sodio corporal total disminuye de forma desproporcionada con respecto a la pérdida de agua. Se da hiponatremia e hipoosmolaridad plasmática (5).

### c. Causas de la deshidratación

La deshidratación puede producirse por estar en una situación de mucho calor, intensificada si hay mucha humedad, ejercicio intenso, falta de bebida o una combinación de estos factores.

También ocurre en aquellas enfermedades donde está alterado el balance hidroelectrolítico, básicamente, por falta de ingestión, o por exceso de eliminación (2).



#### **d. Consecuencias de la deshidratación**

La deshidratación puede provocar dolores de cabeza, episodios de niebla visual, disminución de la presión sanguínea, vértigo y desvanecimiento al ponerse de pie debido a una hipotensión ortostática. Si no se trata, puede dar como resultado delirios, inconsciencia y en casos extremos la muerte.

Los síntomas de la deshidratación son perceptibles después de haber perdido un 2% del volumen de agua. Inicialmente, aparece la sed y el malestar, posiblemente acompañado de pérdida de apetito y piel seca. En los atletas la pérdida de agua puede llegar al 30%, con lo que aparece rubor, se pierde resistencia, aumenta el pulso, aumenta la temperatura corporal y rápidamente aparece la fatiga.

Los síntomas se vuelven más severos cuanto mayor es la pérdida de agua. La frecuencia cardíaca y respiratoria empieza a aumentar para compensar la disminución del volumen del plasma y la presión sanguínea. A su vez, la temperatura corporal puede aumentar debido a una disminución de la sudoración.

### **3. Investigación en deshidratación y rendimiento cognitivo**

#### **a. Neuropsicología e instrumentos de medida de la función cognitiva**

La Neuropsicología es una disciplina fundamentalmente clínica, que converge entre la Psicología y la Neurología y que estudia los efectos que una lesión, daño o funcionamiento anómalo en las estructuras del sistema nervioso central produce sobre los procesos cognitivos, psicológicos, emocionales y del comportamiento individual. El estudio de cómo el cerebro influye en el funcionamiento cognitivo, emocional y conductual (7), sienta las bases teóricas de la neuropsicología (5)

A la vez que la neuropsicología ha ido avanzando, han proliferado a su vez los tests y herramientas de evaluación, con el fin de poder vincular los aspectos biológicos y de comportamiento, comúnmente llamados tests neuropsicológicos, originalmente desarrollados para la detección de daños cerebrales.

Existen diversas ramas en esta ciencia, distinguiendo así la Neuropsicología clásica, la cognitiva y la dinámica integral.

El uso de herramientas de evaluación neuropsicológica en la valoración del efecto potencial de la deshidratación ha sido una progresión natural de la investigación científica por entender los efectos físicos y mentales de la deshidratación (6). La rama encargada de desarrollar estos estudios ha sido la neuropsicología cognitiva que trata de proporcionar una explicación sobre el funcionamiento de los procesos cognitivos a partir del estudio de sujetos que han sufrido lesiones cerebrales. La Neuropsicología Cognitiva se basa en el principio de que una de las maneras más sencillas de entender cómo funciona un sistema es observar qué ocurre cuando el sistema falla. Esta visión del funcionamiento del sistema cognitivo cuando está alterado proporciona conocimientos de gran utilidad tanto en el campo teórico como en el campo clínico, puesto que sienta las bases para la evaluación y posterior intervención cognitiva en los sujetos lesionados neurológicamente.

Entre las décadas de los 50 y los 60, con el establecimiento de los grupos de investigación en neuropsicología, empezaron a desarrollarse tests específicos para la valoración de funciones cognitivas.

A nivel clínico, las pruebas neuropsicológicas se realizan en grupo, lo que se llama una batería de pruebas, para permitir el análisis entre los resultados obtenidos de los diferentes tipos de tests y contrastar el rendimiento del test y el comportamiento del sujeto. En investigación, las pruebas neuropsicológicas permiten evaluar la función cognitiva por comparación con otras variables.

## **b. Características de la investigación sobre hidratación y rendimiento cognitivo**

### **i. Inducción de la deshidratación**

Inducir la deshidratación de una forma controlada y consecuente es una tarea difícil y complicada. Muchos estudios, con el fin de evaluar el efecto de la deshidratación en la función cognitiva combinan la exposición al calor y ejercicio controlados.

Desafortunadamente estos procedimientos presentan una serie de limitaciones intrínsecas a tener en cuenta. La exposición al calor y al ejercicio invariablemente alteran el rendimiento cognitivo y el humor del sujeto de estudio (7,8). En la mayoría de los casos, los estudios de investigación intentan mitigar o controlar los efectos que potencialmente pueden inducir a confusión como son someter a los sujetos de estudio a ejercicio intenso y/o calor, utilizando un grupo control correctamente hidratado y sometido a las mismas condiciones de calor y ejercicio que el resto de sujetos. Aún así, este procedimiento asume que los efectos de la exposición al calor y el ejercicio son idénticos independientemente del estado de hidratación. Este supuesto, en realidad, puede no ser cierto dado que la combinación de factores que generan estrés podría ser compleja y provocar efectos no lineales en el rendimiento cognitivo. La suma de estos efectos combinados (calor, ejercicio y deshidratación) podrían no ser aditivos y por lo tanto no comparables a los provocados por la exposición al ejercicio y el calor. Este hecho podría generar una sobre o subestimación de los efectos de la deshidratación en sí misma, dependiendo de la extensión y dirección de cualquier interacción no lineal en la combinación de los factores que generan estrés.

Por ejemplo, en el caso de que la deshidratación amplificara el efecto del calor y del ejercicio, los resultados indicarán que la deshidratación tiene un mayor efecto sobre el rendimiento cognitivo, que se observaría en menor medida si sólo se produjera deshidratación. Por ello los resultados sobre deshidratación obtenidos mediante una inducción por calor y/o ejercicio no deberían considerarse estudios solamente de “deshidratación”.

Otro método para inducir la deshidratación es restringir el consumo de líquidos y de alimentos con alto contenido en agua. Éste método no ha sido utilizado en muchos estudios de investigación, y en los que se han utilizado también presentan limitaciones (9,10).

### **ii. Estudios dosis-respuesta**

Los estudios de diseño tipo dosis-respuesta son habitualmente utilizados en el área de la farmacología y se basan en la administración del compuesto de estudio en diferentes dosis, para analizar su efecto. De la misma forma que la dosificación de un fármaco, la deshidratación es una variable continua que puede ser inducida



en un rango de niveles, siempre dentro de unos límites seguros para el sujeto, y permite establecer con bastante precisión el estado de hidratación del sujeto.

Los estudios de tipo dosis-respuesta ofrecen también otras ventajas como son la elevada consistencia de los resultados y el exhaustivo control interno que requiere. Por otra parte, si en los resultados se obtiene una relación de dosis-respuesta, el diseño permite que se pueda replicar la metodología y confirmar los resultados.

El uso de diseños de este tipo para el estudio de los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento cognitivo es particularmente apropiado dada la complejidad asociada a la evaluación de la función cognitiva. Se conoce que existen diferentes tipos de funciones cognitivas, cada una controlada por una región y sistema de neurotransmisores diferentes del cerebro, por lo que se verán afectadas de forma diferente por la deshidratación.

La posibilidad innata de replicación de resultados que proporcionan los estudios dosis-respuesta, genera resultados con mayor grado de validez. En el caso de la deshidratación, el diseño de tipo dosis-respuesta, ha demostrado ser muy útil ya que permite analizar los cambios graduales que produce la deshidratación en la función cognitiva, tal y como se ha demostrado en algunos estudios en que se demuestra que a medida que aumenta la deshidratación incrementan los efectos adversos en la función cognitiva (11,12).

#### **4. Mecanismos potenciales del efecto de la deshidratación en la función cognitiva**

La pérdida de agua corporal, si la ingesta inadecuada de fluidos no es adecuada, causa una disminución del plasma y del volumen extracelular que puede llevar a una situación de baja presión en el cerebro. La baja presión cerebral se asocia con confusión, demencia y letargia, lo que sugiere que, cambios en el nivel de hidratación del cerebro pueden ser parcialmente responsables de los efectos de la deshidratación en la función cognitiva, aunque esta línea de investigación todavía necesita más desarrollo.

Por otro lado, existen estudios que han demostrado que la deshidratación aumenta la circulación de hormonas del estrés, como el cortisol (13) y en humanos, el aumento en los niveles del cortisol se ha asociado con descensos en la función cognitiva (14,15,16,17)

Por lo tanto, se piensa que alguno de los efectos de la deshidratación está relacionado con la activación del eje hipotalámico-pituitaria-adenocortical y la liberación de hormonas del estrés. Esta hipótesis ha sido apoyada por estudios desarrollados en animales en los que la activación del eje hipotalámico-pituitaria-adenocortical inducida por estrés y/o la administración farmacéutica de glucocorticoides (hormonas del estrés) puede producir atrofia dendrítica en neuronas, y que esta atrofia se asocia con descenso del rendimiento cognitivo. (18)

También se ha demostrado que, cuando se libera la vasopresina arginina en respuesta a una situación de escasez de fluidos, se activa en el hipotálamo la respuesta de la sed y por lo tanto el individuo bebe. Niveles elevados de vasopresina pueden mejorar la función cognitiva en determinadas tareas. Específicamente, niveles elevados de vasopresina en el plasma están asociados con un aumento en la atención y rapidez mental (19).

## 5. Efectos de la deshidratación en la función cognitiva

En comparación con otras áreas de estudio, el efecto de la deshidratación en la función cognitiva no ha sido investigado todavía en profundidad. Se podría especular sobre distintos motivos por los que existe esta realidad, como puede ser la dificultad de evaluar el nivel de hidratación de una persona o la complejidad de la evaluación de la función cognitiva.

Aún así, el interés del mundo científico en el campo del conocimiento y del esfuerzo mental intenso ha sido siempre elevado, encontrándose las primeras pesquisas en la década de 1940 cuando se demostró que las personas bajo situaciones de estrés térmico o fisiológico necesitan prestar especial atención a la ingesta de fluidos y sal. (20)

En los inicios de los trabajos en el campo de la deshidratación y el rendimiento cognitivo, se hacía uso de calor y de ejercicio físico controlado con el fin de inducir un nivel de deshidratación apreciable.

Una de las primeras investigaciones siguiendo esta metodología es la de Leibowitz y su equipo en 1972. En esta investigación llevaron a cabo un estudio para determinar si los cambios en el estrés psicológico tenían algún efecto en condiciones de tareas constantes y pesadas, basándose en estudios previos que ya existían sobre este asunto. Con el fin de inducir la deshidratación, a los individuos que formaban parte del estudio se les sometía a temperatura elevada mientras realizaban ejercicio físico durante seis horas. De esta manera conseguían que la pérdida de peso corporal fuera entre un 2.5-5%, es decir, conseguían que adquirieran un nivel de deshidratación apreciable con el que realizar las posteriores pruebas de medición del tiempo de reacción central y periférico mediante estímulos visuales. Los resultados no mostraban ningún efecto en el tiempo de reacción a los estímulos visuales centrales, pero sí se detectó una respuesta más rápida en el tiempo de respuesta a los estímulos visuales periféricos. (21)

Fue en 1980 cuando Epstein y su equipo evaluaron el efecto combinado de variaciones en la intensidad del calor y de ejercicio en el rendimiento psicomotor (22), obteniendo resultados más específicos. Sometiendo a los voluntarios a distintos rangos de temperaturas se llegó a una media de deshidratación de 2,5% del peso corporal. En este caso, se evaluó la capacidad de los sujetos de realizar tareas fáciles y complicadas una vez sometidos a las condiciones establecidas. Los resultados indicaban un efecto poco considerable del calor en las habilidades de los sujetos para realizar tareas fáciles, pero en cambio, en la realización de tareas complicadas el calor producía una reducción del 17.5% del rendimiento en la prueba. Los autores concluían que los efectos del ejercicio intenso y de la intensidad del calor actúan de forma sinérgica en el deterioro del rendimiento; el rendimiento psicomotor se deteriora incluso antes de que empeore el rendimiento psicológico. A los sujetos muy motivados también les afectaba negativamente la

intensidad del calor, especialmente cuando se les asignaron tareas complejas que requerían un elevado estado de vigilancia, cooperación y coordinación.

De la misma manera, por medio de la inducción de la deshidratación a través de calor y ejercicio físico, se encuentran los primeros resultados robustos e internamente consistentes, en el estudio realizado por Sharma en 1986, en el que se evaluaron los efectos de la deshidratación del 1, 2 y 3% de pérdidas del peso corporal en la función cognitiva.

Los tests realizados a los voluntarios sometidos a la prueba fueron: de sustitución de símbolos, de concentración y de coordinación visuo-manual. Los resultados obtenidos mostraban en el test de sustitución de símbolos efectos significativos únicamente en el nivel 3% de deshidratación, mientras que en el test de coordinación visuo-manual se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los 3 grados de deshidratación estudiados. Por otra parte, en todos los parámetros ambientales considerados, se observaron cambios relacionados con el grado de deshidratación en el rendimiento cognitivo (12).

La consistencia de los resultados de este estudio se basa en que las pruebas se llevaron a cabo para tres grados diferentes de hidratación y bajo tres condiciones ambientales diferentes.

Aún así, esta investigación no aporta información sobre el tipo de funciones más afectadas. Los tests utilizados no permiten diferenciar los efectos generales producidos por la deshidratación, de los efectos específicos sobre las diferentes funciones cognitivas, como el aprendizaje, la memoria o el estado de alerta (12).

Posteriormente se desarrollaron estudios en los que se aportaba ya información específica sobre funciones cognitivas. Por ejemplo, en el año 2000, el equipo de Cian comparó los efectos de la euhidratación o normohidratación, deshidratación inducida por ejercicio, deshidratación producida por calor (alcanzando en ambas situaciones una media de niveles de deshidratación del 2,8% de pérdida de peso corporal) e hiperhidratación en aptitudes específicas relacionadas con la función cognitiva (23), llevando a cabo tests sobre: memoria a largo plazo, discriminación perceptiva, tiempo de reacción, memoria a corto plazo, seguimientos de objetivos inestables y cuestionarios subjetivos.

Los resultados mostraron que, comparando con el estado de euhidratación, en los dos estados de deshidratación producida por calor o por ejercicio, se incrementaba la fatiga, los errores en el rastreo visual, el tiempo de reacción para la toma de decisiones y disminuía la memoria a corto plazo. Los resultados no indicaron ninguna diferencia entre los dos métodos de deshidratación, lo que hace que las respuestas a la deshidratación sean reproducibles. El estado de hiperhidratación difería del estado de euhidratación, el control, en una mejora de la memoria a corto plazo (Tabla 1).

**i. Tabla 1. Funciones cognitivas según estado de hidratación**

| Función cognitiva                         | Estado de hidratación superior a la euhidratación | Estado de Deshidratación (tanto por calor como por ejercicio) |
|---|---|---|
| Fatiga                                    | =   | ↑   |
| Humor                                     | =   | =   |
| Velocidad de respuesta y precisión        | =   | =   |
| Número de errores de rastreo              | =   | ↑   |
| Comparación perceptual                    |   |   |
| % de respuestas correctas <sup>a</sup>    | =   | =   |
| Media del tiempo de reacción <sup>b</sup> | =   | =   |
| Memoria a corto plazo                     | ↑   | ↓   |
| Memoria a largo plazo                     | =   | =   |

= No existen diferencias respecto a un estado de hidratación correcto

↑ Incremento

↓ Disminución

<sup>a</sup> Valoración mediante memorización de cadenas numéricas

<sup>b</sup> Valoración mediante memorización de figuras mostradas 30 minutos antes

Tabla basada en Granjean et al., 2007 (6), adaptada de Cian et al., 2000 (23).

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos en los estudios expuestos anteriormente por medio de la inducción de deshidratación a través de calor y ejercicio físico controlado.

**ii. Tabla 2. Funciones cognitivas y motoras afectadas por la deshidratación**

| <b>Función</b>                      | <b>Referencia</b>            | <b>Condiciones</b>   | <b>Resultados</b>  |
|-------------------------------------|------------------------------|--|--|
| <b>Percepción de fatiga</b>         | Cian et al., 2000 (23)       | 2.8% de deshidratación inducida por ejercicio o elevada temperatura ambiental    | Incremento de la tasa de fatiga  |
| <b>Puntería</b>                     | Epstein et al., 1980 (22)    | 2.5% de deshidratación inducida por elevada temperatura ambiental                | Poco efecto en la realización de tareas fáciles; disminución de la velocidad y precisión en la realización de tareas complicadas               |
| <b>Percepción de discriminación</b> | Cian et al., 2000 (23)       | 2.8% de deshidratación inducida por ejercicio o elevada temperatura ambiental    | Dificultad de discriminación   |
| <b>Rastreo visual motor</b>         | Gopinathan et al., 1988 (12) | 1, 2, 3, o 4% de deshidratación inducida por ejercicio bajo condiciones de calor | Dificultad para el rastreo cuando se produce un 2% o más de deshidratación   |
| <b>Memoria a corto plazo</b>        | Cian et al., 2000 (23)       | 2.8% de deshidratación inducida por ejercicio o elevada temperatura ambiental    | Disminución de la memoria a corto plazo  |
| <b>Memoria a corto plazo</b>        | Gopinathan et al., 1988 (12) | 1, 2, 3, o 4% de deshidratación inducida por ejercicio bajo condiciones de calor | Disminución de la memoria a corto plazo cuando se produce un 2% o más de deshidratación  |
| <b>Memoria a largo plazo</b>        | Cian et al., 2000 (23)       | 2.8% de deshidratación inducida por ejercicio o elevada temperatura ambiental    | Disminución de la memoria especialmente para el seguimiento del ejercicio  |
| <b>Atención</b>                     | Gopinathan et al., 1988 (12) | 1, 2, 3, o 4% de deshidratación inducida por ejercicio bajo condiciones de calor | Disminución de la atención cuando se produce un 2% o más de deshidratación   |
| <b>Eficiencia aritmética</b>        | Gopinathan et al., 1988 (12) | 1, 2, 3, o 4% de deshidratación inducida por ejercicio bajo condiciones de calor | Disminución de la habilidad aritmética cuando se produce un 2% o más de deshidratación   |
| <b>Tiempo de reacción</b>           | Leibowitz et al., 1972 (21)  | 2.5% o 5% de deshidratación inducida por ejercicio bajo condiciones de calor     | Mayor rapidez en el tiempo de respuesta estímulos visuales periféricos.<br>Sin efecto en el tiempo de respuesta a estímulos visuales centrales |

Tabla extraída de Granjean et al, 2007 (6), adaptada de Institute of Medicine and Food and Nutrition Board, 2004.

En los estudios expuestos anteriormente se analizan los efectos de la deshidratación inducida por medio de calor, ejercicio físico intenso o la combinación de ambas cosas en el rendimiento cognitivo. Para una correcta



interpretación de los resultados de este tipo de estudios se utiliza una situación control, constituida por sujetos bajo las mismas circunstancias pero correctamente hidratados, donde se estudia el efecto de las condiciones de calor y ejercicio (11).

En cambio, esta metodología implica una limitación, que es la imposibilidad de determinar los efectos de la deshidratación independientemente de los factores de estrés (temperatura, ejercicio, fatiga) en la función cognitiva.

Fue en 1988 cuando el equipo de Gopinathan identificó esta limitación y combinó ambas metodologías evaluando los efectos de niveles de deshidratación con pérdidas de peso corporal del 1%, 2%, 3% y 4% por restricción de agua mientras realizaban ejercicio en una habitación con temperatura elevada. Llevaron a cabo tests para la evaluación de las habilidades aritméticas y rastreo visual en los sujetos de estudio y observaron una disminución significativa del rendimiento mental cuando los niveles de deshidratación eran superiores al 2% del peso corporal, es decir, cuando el sujeto ya había alcanzado un nivel de deshidratación. La importancia de esta investigación reside en el hecho de que resalta la importancia del diseño de estudios dosis-respuesta y en la robustez de los resultados al haber detectado un deterioro, relacionado con la dosis de deshidratación, en el rendimiento cognitivo en las tres pruebas realizadas.

Ha sido más recientemente cuando se han comenzado a desarrollar estudios que examinan los efectos de la deshidratación en el rendimiento cognitivo inducida únicamente por privación de consumo de agua, aunque todavía son escasas las referencias que hacen uso de esta metodología. Este tipo de metodología, dosis-respuesta, al igual que la anterior también toma un grupo control con un estado de hidratación correcto.

Un ejemplo de su uso es la investigación realizada por Shirreffs y su equipo en el año 2004, en la que se evaluó el efecto de la deshidratación inducida por limitación de la ingesta de líquidos en el estado de ánimo o humor. Este estudio aportaba así información sobre el efecto de la hipohidratación en respuestas de percepción subjetiva, lo que hasta entonces, de acuerdo a los autores, había sido ignorado.

La media de deshidratación alcanzada por medio de la privación de líquidos en esta ocasión fue de 2.7% del peso corporal.

Para la valoración del efecto de la deshidratación se utilizaron escalas analógico-visuales que evaluaron; la sed, el hambre, la boca seca, el gusto, el dolor de cabeza, la concentración, el cansancio y el estado de alerta. Los resultados mostraron que, pese a que el nivel inducido de deshidratación no era muy elevado relativamente, fue suficiente para que los sujetos sufrieran dolor de cabeza, niveles reducidos de alerta y una mayor dificultad de concentración. Además, los voluntarios se sintieron más cansados(9).

Otro estudio tipo dosis-respuesta fue el realizado por Szinnai y su equipo en 2005, en el que se privaba de agua a los voluntarios durante 28 horas alcanzando una media de deshidratación de 2.6%, y que como novedad evaluaba el daño en el rendimiento cognitivo por medio de tests electrofisiológicos.

Al contrario de lo que se había encontrado previamente en estudios en los que se inducía la deshidratación por medio de calor o ejercicio, este estudio no identificó diferencias significativas en la función cognitivo-motora ni en la función neuropsicológica, entre la prueba de restricción de agua y la prueba control. Uno de los motivos que da el autor es que el calor y el ejercicio pueden provocar vasodilatación y aumento del latido del corazón, afectando así al sistema cardiovascular mucho más que la privación de agua. Además, podría influir la velocidad de pérdida de fluidos, ya que mientras en los otros estudios se alcanza la deshidratación en un periodo de 0,5-2 horas, en uno tipo dosis-respuesta como éste lleva hasta 28 horas alcanzar niveles de deshidratación idénticos. La investigación afirma que, al igual que lo comprobado en resultados anteriores, durante el periodo de deshidratación los sujetos se sentían más cansados y con menor capacidad de alerta. Estos datos indicaban que individuos sanos y jóvenes, como los que formaban parte del estudio, podrían ser capaces de compensar los posibles efectos negativos de la privación de agua en el rendimiento cognitivo por medio de un aumento en el esfuerzo.

Por otro lado, se observaron diferencias entre sexos en la prueba de restricción de agua, concluyendo que las mujeres tienen un tiempo de reacción más prolongado y en los hombres el tiempo de reacción disminuye. (10)

En relación al tiempo necesario para conseguir un nivel de deshidratación apreciable en estudios del tipo dosis-respuesta, el equipo de Petri llevó a cabo un estudio en 2006 haciendo uso de dicha metodología, privando a los sujetos a estudio de líquido durante 24 horas y sometiéndoles a una batería de test psicológicos generados por ordenador conocidos como "Complex Reactionmeter Drenovac". En este caso, el equipo investigador halló una tendencia al descenso en las habilidades mentales y psicomotoras a medida que avanzaba el tiempo de deshidratación, siendo a partir de las 9 horas del comienzo de la prueba cuando los descensos en el rendimiento comenzaban a ser estadísticamente significativos. De acuerdo a los autores de la búsqueda, basándose en los resultados obtenidos se podía concluir que, en situaciones en las que no es posible realizar tests más complejos, la duración de la privación de líquidos podría servir como un indicador útil del nivel de deterioro mental y psicomotor.(24)

Con el fin de explorar situaciones menos estudiadas, recientemente se ha desarrollado una investigación sobre los efectos de la hidratación en el rendimiento cognitivo bajo temperatura y ambientes fríos. En Marzo del 2008, el equipo encabezado por Adam llevó a cabo un análisis con el objetivo de determinar si un nivel de hipohidratación moderado degradaría el rendimiento cognitivo y psicomotor bajo condiciones de viento a  $-1^{\circ}\text{C}$ , pero sin inducción de hipotermia. Durante el ejercicio físico desarrollado en estas condiciones por los voluntarios, el grado de deshidratación alcanzado fue aproximadamente del 3% de

pérdida de peso corporal. Esta investigación se realizó en militares a los que se les midió su rendimiento como centinelas frente a un simulador, su visión de vigilancia y evaluaciones subjetivas. De estas pruebas se obtuvo que una deshidratación moderada no degradaba el rendimiento cognitivo o el rendimiento de las tareas militares bajo condiciones de frío o aire frío.

Una posible causa de este resultado es que fisiológicamente está probado que el frío, a diferencia del calor, aumenta la actividad del sistema nervioso simpático. Lo que sugiere que el estrés generado por un frío moderado podría producir una respuesta beneficiosa de excitación que potencialmente podría aliviar el impacto de la deshidratación en este ambiente.

Por otro lado, los participantes percibieron que era necesario un mayor esfuerzo físico y mental para realizar las tareas del estudio bajo el frío. Este aumento de esfuerzo podría reflejar la compensación mental real para la demanda de la tarea, lo cual de esta manera negaría el impacto de la exposición al frío.

Aún así, los autores del estudio reconocen que es necesaria una investigación más exhaustiva en estas condiciones. (25)

En resumen, además de encontrar escasez de investigaciones sobre el efecto de la deshidratación en el rendimiento cognitivo durante situaciones de esfuerzo mental intenso, en la literatura que existe al respecto no se halla un consenso definitivo en los datos y/o resultados obtenidos. La mayoría de los datos analizados indican que es a partir de una pérdida de masa corporal total del 2-3% cuando se comienzan a observar efectos adversos en el rendimiento cognitivo, físico, visuomotor y psicomotor, aunque existen otros estudios que apuntan que estos efectos se pueden presentar incluso a partir de una pérdida del 1% del peso corporal. (2)

Por otro lado, se observa en los estudios analizados que los distintos grados de deshidratación no afectan a las diferentes funciones mentales de la misma manera, así por ejemplo:

- El trabajo mental rutinario, como la clasificación de símbolos, puede deteriorarse ligeramente como resultado de la deshidratación.
- La coordinación motora es sensible a la deshidratación y puede mostrar un declive con niveles muy ligeros de deshidratación, incluso menos del 1% de pérdida del peso corporal.
- El aumento de la deshidratación hasta el 2% disminuye significativamente funciones como la memoria a corto y largo plazo, coordinación motora, tiempo de reacción y la discriminación perceptiva. La memoria a corto plazo, la habilidad aritmética y la velocidad motora se deterioran progresivamente al ritmo que la



deshidratación aumenta. Esto parece ocurrir tanto si la deshidratación es causada por exposición al calor o es inducida por el ejercicio.

Parece existir un punto crítico de deshidratación en torno al 2% de pérdida de peso en el que el deterioro del rendimiento mental alcanza un nivel significación estadística.

- A niveles de deshidratación por encima del 2%, los individuos muestran un mayor grado de cansancio. Por encima del 3% de pérdida de peso se observa una mayor disminución en el rendimiento. Al 4%, la velocidad aritmética y motora muestra una mayor disminución.

En los estudios en este campo es necesario considerar que en los estudios dosis-respuesta se eliminan el efecto de la temperatura y el estrés debido al ejercicio físico y la fatiga, pero por otro lado implican un mayor periodo de tiempo con el fin de alcanzar niveles de deshidratación idénticos que por medio de calor y ejercicio.

## **6. Deshidratación y rendimiento cognitivo en situaciones específicas**

Como se ha expuesto, está demostrado científicamente que una ingesta adecuada de líquidos está relacionada con el mantenimiento del rendimiento cognitivo, especialmente en condiciones de esfuerzo mental intenso. Partiendo de esta premisa, existen situaciones en las que, debido a su naturaleza, el mantenimiento de los niveles óptimos de hidratación, y por tanto, del rendimiento cognitivo requiere un análisis más exhaustivo.

### **a. Deshidratación y función cognitiva en el lugar de trabajo**

Durante el desarrollo de las tareas propias del trabajo es cuando principalmente el esfuerzo mental que se realiza es más intenso. Es apropiado por lo tanto que el rendimiento sea el máximo, y para ello hay que valorar los factores que puedan afectar negativamente la correcta realización del mismo. Entre las variables que pueden repercutir en el esfuerzo mental se encuentra la hidratación.

En general, conseguir un nivel de hidratación adecuado durante el horario laboral en la población general (sedentaria o activa), se alcanza mediante una ingesta frecuente de líquidos; en cambio puede resultar complicado para grupos específicos de la población en los que la naturaleza de su trabajo implica un mayor riesgo de deshidratación, como son las personas cuya labor se desarrolla en ambiente cálidos e implica un intenso trabajo físico. En esta situación, un estado de hidratación correcto es fundamental ya que afecta a la propia seguridad del trabajo, su productividad, coste y moral. En este grupo se incluyen trabajadores de la construcción, del campo, de la minería, bomberos...(26)

Se ha demostrado que en ambientes cálidos la temperatura corporal aumenta de 0.1 a 0.2°C por cada pérdida de masa corporal total del 1% (27). La manera de disipar ese calor es por medio del sudor, pero en trabajos físicos bajo situaciones de temperatura elevada, la pérdida por sudor puede ser mayor que la ingesta de líquidos, lo que puede llevar a déficit del agua corporal o deshidratación.

La pérdida de sudor en este tipo de trabajadores puede ser muy elevada, llegando a 2,25 l/ hora en trabajadores que usan uniformes de protección industriales (28) o 2,1 l/ hora en bomberos, que además de ropa protectora usan máscaras que dificultan el acceso a líquidos (29). La deshidratación generada en esta circunstancia afecta, entre otros aspectos, al rendimiento del individuo, observándose un descenso del 12% en la productividad en individuos con un consumo limitado de líquidos que resulta en una pérdida de más del 1% de la masa corporal total (30).

El grado de deshidratación alcanzado por estos trabajadores también se ha asociado con una influencia negativa sobre el tiempo de toma de decisiones y el rendimiento cognitivo, que puede contribuir a accidentes laborales debido a una reducción en el tiempo de reacción. En este sentido se ha encontrado que un nivel



de deshidratación del 2% o mayor perjudica la memoria a corto plazo, la visión de conducción, la atención y la eficiencia aritmética (31). En cuanto a la temperatura, se ha observado que el menor número de accidentes laborales se producían cuando la temperatura era de 20°C y que aumentaban un 30% en ambientes con temperaturas de aproximadamente 24°C. Como se ha expuesto anteriormente, es en ambientes cálidos en los que los trabajadores son más propensos a sufrir deshidratación (32)

Para este grupo de la población en los que la pérdida de masa corporal debido a la deshidratación y a una ingesta de líquidos no adecuada es muy elevada, es necesario un periodo mayor de tiempo de rehidratación y consumo de electrolitos para restablecer el balance de líquidos (33). Por ejemplo, si la deshidratación causa una pérdida de masa corporal total de más del 4%, podría llevar más de 24 horas conseguir la completa rehidratación del individuo (34). Una pérdida del 4-5% puede encontrarse fácilmente en personas que acuden a su trabajo con un cierto estado de deshidratación y/o se deshidratan más a consecuencia de las labores que realizan.

Por ello es fundamental establecer guías sobre ingesta de líquidos en el lugar de trabajo. Siguiendo esta política, las Asociaciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en Estados Unidos utilizan guías establecidas por la American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH), Occupational Safety & Health Administration (OSHA) y el National Institute of Occupational Safety & Health (NIOSH). Estas recomendaciones sugieren ofrecer a los trabajadores líquidos fríos para restablecer el balance de fluidos corporal y estimularles a beber pequeñas cantidades frecuentemente, como por ejemplo, 250 ml, cada 20 minutos. (26)

#### **b. Deshidratación y función cognitiva en niños y jóvenes**

Los niños presentan un mayor riesgo de deshidratación que los adultos ya que tienen una mayor razón superficie corporal/volumen lo que permite una mayor pérdida de agua a través de la piel, así como un metabolismo más elevado. A esto se suman casos de fiebre y diarrea, de gran incidencia en los países desarrollados, que además de favorecer la pérdida de agua, genera un desequilibrio electrolítico.

Además, los niños tienen diferentes mecanismos de termorregulación y prestan menos atención a la sensación de sed que los adultos. Hay que tener en cuenta también, que mientras los adultos tienen la libertad para consumir todo tipo de líquidos a voluntad, en el caso de los niños el consumo de líquidos depende de las personas a cargo de su cuidado. Por ejemplo, en el caso de niños durante su periodo de lactancia.

En niños, los síntomas clínicos de un nivel de deshidratación medio (3% de pérdida de peso) son sutiles, como el cansancio. Cuando la deshidratación es moderada (5-9% de pérdida de peso) o severa (más del 10% de pérdida de peso), la deshidratación genera mareos, agitación, irritabilidad y confusión (35,36,37).

En jóvenes, en cuanto a diferencias en relación a la edad de los efectos de la deshidratación en el rendimiento cognitivo, las investigaciones desarrolladas demuestran lo siguiente:

- Niños de 10 a 12 años: No se observa un efecto inicial en cuanto al rendimiento cognitivo en niños con cierto nivel de deshidratación respecto a los hidratados. En cambio, según pasa el tiempo la memoria a corto plazo se ve perjudicada en los niños con cierto nivel de deshidratación. (38)
- Jóvenes de 18 a 21 años: un cierto nivel de deshidratación aumenta un 1.65% en mujeres y un 2% en hombres el tiempo de reacción en tareas de rendimiento continuo (39).
- Jóvenes de 20-25 años: un nivel de deshidratación del 1% no tiene efecto sobre el rendimiento cognitivo; en cambio, un 2, 3 y 4% de deshidratación perjudica la memoria a corto plazo, el rendimiento aritmético y la visión motora (11). En este mismo grupo de edad, se ha observado que una deshidratación del 2 y 3% dañaba la concentración y el rendimiento psicomotor (40).

Es importante destacar que este sector de la población está sometido a situaciones en las que el esfuerzo mental es especialmente intenso, como ocurre en sus clases diarias o durante épocas de exámenes, por lo tanto es clave prestar atención a que se mantenga un correcto estado de hidratación para que el joven pueda rendir al máximo.

### **c. Deshidratación y función cognitiva en ancianos**

En la actualidad, los efectos del envejecimiento han adquirido una relevancia social muy importante. La edad parece afectar más al rendimiento en tareas de memoria y concentración, en las que se pierde precisión y se tiene una mayor latencia de respuesta. El peor rendimiento de los sujetos mayores sugiere que se produce un cambio en las estrategias de aprendizaje y una pérdida de la eficiencia de los procesos de atención y de procesamiento de la información, que empieza a ser aparente a partir de los 40 años (41,42).

La importancia de la deshidratación en ancianos radica en su alta prevalencia y se produce cuando hay un aumento de las pérdidas de agua o una disminución de su aporte.

Las causas más relevantes de pérdida de agua en ancianos son las infecciones agudas, en las que la fiebre produce un aumento de la pérdida de agua a través de la sudoración, la persistencia de un tratamiento diurético con un seguimiento deficiente, la diuresis postobstructiva en hombres y en mujeres la retención urinaria postoperatoria (4).

Entre las causas de disminución del aporte de líquidos podemos destacar:



- La dificultad para acceder a los líquidos, debido a medidas de sujeción física, inmovilidad o disminución de la agudeza visual.
- Restricción de la ingesta de líquidos, por razones iatrogénicas, pero también autoimpuestas para minimizar la incontinencia urinaria.
- Alteraciones del nivel de consciencia (fármacos, enfermedades del sistema nervioso central, delirium, fiebre) o del nivel cognitivo/afectivo (demencia, depresión, psicosis).
- Trastornos gastrointestinales, como la obstrucción intestinal y las alteraciones de la deglución.
- Hipodipsia, tanto primaria como secundaria a fármacos, enfermedades y al propio envejecimiento.

Al ser un grupo vulnerable a sufrir deshidratación, resulta conveniente estudiar cómo afecta este nivel de deshidratación, causado por diferentes factores, al rendimiento cognitivo. Con este fin se han realizado estudios en voluntarios de 50 a 82 años para los que se ha medido el porcentaje de agua corporal total por peso corporal, obteniendo así información sobre su estado de hidratación, y se les ha sometido a pruebas de regresión jerárquicas sobre la velocidad de procesamiento psicomotor y la memoria.

Los resultados muestran que, a menor porcentaje de agua corporal total por peso corporal, es decir, a mayor nivel de deshidratación, la velocidad de procesamiento psicomotor es menor y el rendimiento de la memoria es peor.

Individuos en ese rango de edad menos hidratados actúan más lentamente en las pruebas de medición de la velocidad del procesamiento psicomotor y peor en las tareas de atención/ memoria, incluso después de controlar variables demográficas como la edad y la presión sanguínea, que son factores que también merman el rendimiento cognitivo por otros motivos (43).

Un posible mecanismo fisiológico que explique esta situación en personas mayores, reside en la actividad de la enzima óxido nítrico sintetasa (NOS). Determinados estudios han identificado un aumento en la actividad de esta enzima en situaciones de deshidratación. Además, evidencias científicas adicionales también identifican esta enzima como un neurotransmisor en potenciaciones a largo plazo, convirtiendo a la NOS en una enzima crítica en el aprendizaje y la memoria. Con la edad, se ha identificado una reducción en su actividad en la corteza cerebral y el cuerpo estriado de ratas, lo que podría hacer más brusco el aumento que ocurre durante la deshidratación, interfiriendo posiblemente en procesos de memoria y rendimiento cognitivo. (44)

Los efectos estudiados de la deshidratación sobre el rendimiento cognitivo en personas mayores se podrían considerar análogos a los encontrados en personas de mediana edad, pero resultan más problemáticos en personas con más edad por ser este grupo más vulnerable a sufrir deshidratación. Además,

frecuentemente, la deshidratación resulta en delirio como una manifestación de la disfunción cognitiva (45). Por lo tanto es fundamental asegurar una ingesta adecuada de líquidos en este sector de la población.

#### **d. Deshidratación y función cognitiva en deportistas**

La actividad física desarrollada por los deportistas puede inducir un nivel de deshidratación peligroso, y por lo tanto a un menor rendimiento físico, si no se realiza una ingesta de líquidos adecuada, lo cual es común debido a que la ingesta en muchas ocasiones es menor que la pérdida de fluidos en forma de sudor.

Un descenso del nivel de agua corporal adecuado debido al esfuerzo físico provoca cambios en las funciones cardiovascular, metabólica y del sistema nervioso central, que llegan a empeorar a medida que el grado de deshidratación aumenta. Cabe destacar que estos daños en el rendimiento físico se han observado también con niveles de deshidratación modestos (46).

Esta relación ha sido estudiada exhaustivamente por numerosos investigadores desde 1800, pero en esta revisión nos centraremos en el efecto de la deshidratación causada por el ejercicio físico intenso en el rendimiento cognitivo, que debido al menor número de estudios al respecto es menos conocida.

Con el objetivo de encontrar esta correlación, se han llevado a cabo investigaciones en deportistas con niveles de deshidratación de hasta el 3,7% a los que se les ha sometido a pruebas cognitivas de procesamiento-ejecutivo en la que las categorías de las tareas cambian periódicamente (de pruebas numéricas a pruebas con letras) lo que implica una demanda adicional en la atención del sujeto. En estos estudios se observa que, pese a que aumenta la velocidad de respuestas de los participantes a las pruebas realizadas después de realizar ejercicio, se aumenta el número de errores cometidos. En los casos en los que se cambia la naturaleza de las pruebas, de letras a números, el número de errores es incluso mayor que en las pruebas en las que no tiene lugar este cambio.

Es decir, el impacto negativo de la deshidratación inducida por el ejercicio físico es mayor en tareas mentales que requieren un efecto cognitivo mayor que en tareas que son repetitivas y que por lo tanto requieren menos recursos de atención. Estos resultados son especialmente relevantes, y tienen un gran impacto en deportistas que necesitan tomar decisiones rápidas en condiciones de juego complejas bajo condiciones ambientales extremas (47).

## 7. Conclusiones

1. La hidratación es fundamental para mantener el equilibrio homeostático del cuerpo, incluyendo la función cerebral.
2. En situaciones de esfuerzo mental intenso, el rendimiento cognitivo se ve comprometido si no se mantiene un nivel de hidratación correcto.
3. Los efectos de la deshidratación en el rendimiento cognitivo comienzan a ser significativos a partir de una pérdida de masa corporal del 2%, aunque comienzan a detectarse a partir del 1%.
4. Las funciones más afectadas por la deshidratación son la memoria a corto y largo plazo, la coordinación motora, el tiempo de reacción y la discriminación perceptiva.
5. Las habilidades mentales y psicomotoras descienden a medida que avanza el tiempo de deshidratación.
6. En el área laboral, la deshidratación afecta al rendimiento, la productividad y la concentración del trabajador, lo que puede conducir a accidentes laborales.
7. En trabajos en los que se requiere un esfuerzo físico importante bajo altas temperaturas se han encontrado pérdidas de masa corporal de 4-5%; a este grupo pertenecen trabajadores de la construcción, bomberos, agricultores...los cuales son más propensos a sufrir accidentes laborales a causa de una ingesta no correcta de líquidos. En su caso se recomienda una ingesta de 250 ml de líquidos cada 20 minutos.
8. Un nivel de deshidratación del 2, 3 y 4% de pérdida de masa corporal perjudica la memoria a corto plazo, el rendimiento aritmético, la visión motora y la concentración en jóvenes de 20 a 25 años, lo que compromete su rendimiento escolar.
9. Las personas mayores reducen su velocidad de procesamiento y su rendimiento de la memoria, cuando presentan un estado de deshidratación. En ocasiones, la deshidratación puede resultar en delirio como una manifestación de esta disfunción.
10. La deshidratación en los deportistas reduce el tiempo de toma de decisiones en condiciones de juego complejas.
11. Un mejor conocimiento sobre los efectos que produce la deshidratación en el rendimiento cognitivo podría ser aplicado en salud pública o educación.

## 8. Recomendaciones

Estar bien hidratado es siempre esencial para la salud en cualquier época del año y situación.

En situaciones en las que se requiere un esfuerzo mental intenso, como por ejemplo en épocas de examen, realización de trabajos intelectuales u otras actividades que requieren un determinado nivel de concentración, nuestro rendimiento intelectual y por lo tanto, nuestra productividad, se pueden ver comprometidos si nuestro nivel de hidratación no es el adecuado.

De manera que en situaciones de esfuerzo mental intenso se recomienda:

1. Mantener siempre un correcto estado de hidratación, bebiendo de 2 a 3 litros de líquido al día.
2. Con el fin de conseguir la cantidad de líquido adecuada, además de agua, consumir infusiones, refrescos, zumos lácteos, caldos etc...
3. Procurar tener siempre una botella de nuestra bebida preferida a mano con el fin de beber regularmente.
4. Buscar una postura correcta y un lugar con luz y ventilación adecuadas, descansando periódicamente para así evitar llegar al agotamiento.
5. En trabajo en los que además se requiere un esfuerzo físico importante bajo altas temperaturas, se recomienda una ingesta de 250 ml de líquidos cada 20 minutos, para así prevenir posibles accidentes laborales.
6. Prestar especial atención a que la ingesta de líquidos sea adecuada en personas mayores, ya que son un grupo vulnerable a sufrir deshidratación y en este grupo de la población la deshidratación puede resultar en menor rendimiento de la memoria, y en casos severos en delirio.
7. Asegurar una ingesta de líquidos adecuada en deportistas, especialmente en condiciones de juego complejas para las que un estado de deshidratación puede reducir el tiempo de toma de decisiones.
8. Promover un mejor conocimiento de los efectos de la deshidratación en el rendimiento cognitivo en áreas como la salud pública y la educación.



## 9. Referencias bibliográficas

- (1) Armstrong LE. Assessing hydration status: the elusive gold standard. *J Am Coll Nutr* 2007 Oct;26(5 Suppl):575S-84S.
- (2) Lieberman HR. Hydration and cognition: a critical review and recommendations for future research. *J Am Coll Nutr* 2007 Oct;26(5 Suppl):555S-61S.
- (3) Lieberman HR. Nutrition, brain function and cognitive performance. *Appetite* 2003 Jun;40(3):245-54.
- (4) Veiga F, Barros SM, Martínez JM. Deshidratación. Situaciones clínicas más relevantes. 2006.
- (5) Observatorio de la Hidratación y Salud. Guía de la hidratación y salud. 2007.
- (6) Grandjean AC, Grandjean NR. Dehydration and cognitive performance. *J Am Coll Nutr* 2007 Oct;26(5 Suppl):549S-54S.
- (7) Ramsey JD. Task performance in heat: a review. *Ergonomics* 1995 Jan;38(1):154-65.
- (8) Hancock PA, Vasmatazidis I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *Int J Hyperthermia* 2003 May;19(3):355-72.
- (9) Shirreffs SM, Merson SJ, Fraser SM, Archer DT. The effects of fluid restriction on hydration status and subjective feelings in man. *Br J Nutr* 2004 Jun;91(6):951-8.
- (10) Szinnai G, Schachinger H, Arnaud MJ, Linder L, Keller U. Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2005 Jul;289(1):R275-R280.
- (11) Gopinathan PM, Pichan G, Sharma VM. Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. *Arch Environ Health* 1988 Jan;43(1):15-7.
- (12) Sharma VM, Sridharan K, Pichan G, Panwar MR. Influence of heat-stress induced dehydration on mental functions. *Ergonomics* 1986 Jun;29(6):791-9.
- (13) Francesconi RP, Sawka MN, Pandolf KB. Hypohydration and acclimation: effects on hormone responses to exercise/heat stress. *Aviat Space Environ Med.* 1984; 55:365–369,



- (14)Greendale GA, Kritz-Silverstein D, Seeman T, Barrett- Connor E. Higher basal cortisol predicts verbal memory loss in postmenopausal women: Rancho Bernardo Study: Brief Reports. *J Am Geriatrics Soc.* 2000; 48:1655–1658.
- (15)Kirschbaum C, Wolk OT, May M, Wippich W, Hellhammer DH. Stress- and treatment-induced elevations of cortisol levels associated with impaired declarative memory in healthy adults. *Life Sci.* 1996; 58:1475–1483.
- (16)Newcomer JW, Selke G, Melson AK, et al. Decreased memory performance in healthy humans induced by stress-level cortisol treatment. *Arch Geriatr Psychiatry.* 1999; 56:527–533.
- (17)Van Londen L, Goekoop JG, Zwinderman AH, Lanser JBK, Wiegant VM, De Wied D. Neuropsychological performance and plasma cortisol, arginine vasopressin, and oxytocin in patients with major depression. *Psychol Med.* 1998; 28:275–284.
- (18)Raber J. Detrimental effects of chronic hypothalamic- pituitary-adrenal axis activation. From obesity to memory deficits. *Mol Neurobiol.* 1998; 18:1–22.
- (19)Van Londen L, Goekoop JG, Zwinderman AH, Lanser JBK, Wiegant VM, De Wied D. Neuropsychological performance and plasma cortisol, arginine vasopressin, and oxytocin in patients with major depression. *Psychol Med.* 1998; 28:275–284
- (20)Pitts GC. Work in the heat al affected by intake of water, salt and glucose. *Am J Physiol* 1944;142:253-9.8S.
- (21)Leibowitz HW, Abernethy CN, Buskirk ER, Bar-or O, Hennessy RT. The effect of heat stress on reaction time to centrally and peripherally presented stimuli. *Hum Factors* 1972 Apr;14(2):155-60.
- (22)Epstein Y, Keren G, Moisseiev J, Gasko O, Yachin S. Psychomotor deterioration during exposure to heat. *Aviat Space Environ Med* 1980 Jun;51(6):607-10.
- (23)Cian C, Koulmann N, Barraud P, Raphael C, Jimenez C, Melin B. Influence of variations in body hydration on cognitive function: effect of hiperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. *J Psychophysiology* 2000;14:29-36.
- (24)Petri NM, Dropulic N, Kardum G. Effects of voluntary fluid intake deprivation on mental and psychomotor performance. *Croat Med J.* 2006 Dec;47(6):855-61
- (25)Adam GE, Carter R 3rd, Chevront SN, Merullo DJ, Castellani JW, Lieberman HR, Sawka MN. Hydration effects on cognitive performance during military tasks in



temperate and cold environments. *Physiol Behav.* 2008 Mar 18;93(4-5):748-56. Epub 2007 Nov 28

(26)Kenefick RW, Sawka MN. Hydration at the work site. *J Am Coll Nutr* 2007 Oct;26(5 Suppl):597S-603S.

(27)Swaka MN, Francesconi RP, Young AJ, Pandolf KB. Influence of hydration level and body fluid son exercise performance in the heat. *JAMA* 252: 1165-1169, 1984

(28)Bishop PA, Pieroni RE, SNT JF, Constable SH. Limitations on heavy work at 21 degrees C of personnel wearing the US Military chemical defense ensemble. *Aviat Space Environ Med* 62: 216-220, 1991

(29)Rossi R. Firefighters and its influence on the body. *Ergonomics* 46: 1017-1033, 2003

(30)Wasterlund DS, Chaseling J, Burstrom L. The effect of fluid consumption on the forest workers´performance strategy. *Appl Ergon* 35: 29-36, 2004

(31)Gopinathan PM, Pichan G, Sharma VM. Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. *Arch Environ Health* 43: 15-17, 1988

(32)Vernon HM. Industrial fatigue in relation to atmospheric conditions. *Physiol Rev* 8: 130-150, 1928

(33)Shirreffs SM, Maughan RJ. Volume repletion alter exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *Am J Physiol* 274 (5 Pt 2): F868-F875, 1998

(34)Adolph EF, Hill DB. Observationson water metabolism in the desert. *Am J Physiol* 123: 369-499, 1938; Morimoto T. Thermoregulation and body fluids: rle of blood volume and central venous pressure. *Jpn J Physiol* 40: 165-179, 1990

(35)Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB, eds. *Nelson Textbook of Pediatrics*. 17th ed. Philadelphia:W.B. Saunders; 2004.;

(36)Gorelick MH, Shaw KN, Murphy KO. Validity and reliability of clinical signs in the diagnosis of dehydration in children. *Pediatrics*. 1997;99:E6.;

(37)Moritz ML, Ayus JC. Preventing neurological complications from dysnatremias in children. *Pediatr Nephrol* 2005;20:1687–1700



- (38)Bar-David Y, Urkin J, Kozminsky E. The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children. *Acta Paediatrica*. 2005; 94:1667–1673.
- (39)Taylor HA, D’Anci KE, Vibhakar A, Kanter J, Mahoney CR. Hydration status for optimal cognitive performance. Paper presented at: American Psychological Society Annual Convention; May 26–29, 2005; Los Angeles, CA.
- (40)BBC News. *Water Improves School Test Results*. Available at: <http://news.bbc.co.uk/1/hi/education/728017.stm>. Accessed August 5, 2006.
- (41)Hasher L, Goldstein D, May CP. *It's about time: circadian rhythms, memory and aging*. Human learning and memory: Advances in Theory and Applications. In: Izawa C, Ohta N, editors. Kansas: Lawrence Erlbaum Associates; 2004. p. 101-19.
- (42)Adan A. *Cronobiología del rendimiento cognitivo y físico*. Ritmos biológicos en el sistema respiratorio. Asma nocturna. 1996.
- (43)Suhr JA, Hall J, Patterson SM, Niinistö RT. The relation of hydration status to cognitive performance in healthy older adults. *Int J Psychophysiol*. 2004 Jul;53(2):121-5)
- (44) Wilson MM, Morley JE. Impaired cognitive function and mental performance in mild dehydration. *Eur J Clin Nutr*. 2003 Dec;57 Suppl 2:S24-9
- (45)Wilson MM, Morley JE. Impaired cognitive function and mental performance in mild dehydration. *Eur J Clin Nutr*. 2003 Dec;57 Suppl 2:S24-9
- (46)Murray B. Hydration and physical performance. *J Am Coll Nutr* 2007 Oct;26(5 Suppl):542S-548S
- (47) Tomporowski PD, Beasman K, Ganio MS, Cureton K. Effects of dehydration and fluid ingestion on cognition. *Int J Sports Med*. 2007 Oct;28(10):891-6

