

Rendimiento cognitivo, hidratación y agua mineral natural

Silvia Álava Sordo

Jesús Román Martínez Álvarez



instituto de
investigación
agua y salud

Rendimiento cognitivo, hidratación y agua mineral natural

Silvia Álava Sordo

Jesús Román Martínez Álvarez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	5		
2. EL AGUA EN EL ORGANISMO HUMANO	6		
3. EL CEREBRO Y EL AGUA	9		
4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE BEBIDA	11		
5. LA INGESTIÓN ADECUADA DE AGUA	12		
6. HIDRATACIÓN, RENDIMIENTO COGNITIVO Y ESTADO DE ÁNIMO	14		
6.1. ¿A partir de qué momento se ve afectado nuestro rendimiento cognitivo?	14	6.9. Efectos sobre la capacidad de aprendizaje	20
6.2. Adultos	15	6.10. Efectos sobre la resolución de tareas	20
6.3. Adultos mayores y ancianos	16	6.11. Diferencias entre hombres y mujeres jóvenes	21
6.4. Escolares y jóvenes	17	6.12. Hidratación y ansiedad	21
6.5. Efectos en la memoria	18	6.13. Hidratación y estados anímicos	21
6.6. Efectos en la velocidad de procesamiento	19		
6.7. Efectos sobre la atención	20	7. CONCLUSIONES	23
6.8. Efectos en la comprensión	20	8. BIBLIOGRAFÍA	25

.1

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural indispensable para la vida que además es un nutriente esencial que el ser humano debe ingerir regularmente. De hecho, en nuestro cuerpo el agua representa el principal componente constituyendo del 50 al 70% del peso corporal según variables como la edad o el sexo del individuo (Tabla 1).

Una idea básica es que en la dieta saludable de los países desarrollados, los líquidos ingeridos no tienen porqué proporcionar energía ni servir para cubrir necesidades nutritivas. De acuerdo a los criterios de la FAO, la fortificación de nutrientes en las bebidas no es necesaria excepto en el caso de una deficiencia demostrada.

Aún siendo una obviedad, no podemos dejar de recordar que el fin de las bebidas es ser utilizadas para satisfacer los requerimientos de hidratación de las personas. Y no existe ningún tipo de bebida mejor para alcanzar este objetivo que el agua.

.2

EL AGUA EN EL ORGANISMO HUMANO

La cantidad de agua corporal, como porcentaje de *masa libre de grasa o masa magra*, es mayor en los niños y va declinando con la edad (Van Loan y Boileau, 1996). En los adultos, la masa magra es agua aproximadamente en un 70 ó 75%, siendo este porcentaje de agua en el tejido adiposo de entre el 10 y el 40%. Al aumentar el contenido graso, como ocurre en la obesidad, la fracción acuosa del tejido adiposo disminuye (Martin y cols., 1994).

Los atletas tienen una concentración relativamente alta de agua corporal, debido sobre todo a su elevada masa magra, su baja proporción de grasa y sus altos niveles de glucógeno muscular. Estos niveles de glucógeno muscular conllevan un aumento en el contenido de agua de la masa magra debido a la presión osmótica ejercida por los gránulos de glucógeno dentro del sarcoplasma (Neufer y cols., 1991).

Distribución. Un hombre de 70 kilos, contendrá aproximadamente 42 L de agua total corporal, 28 L como agua intracelular y 14 L como agua extracelular, de los cuales aproximadamente 3 L serán de plasma y otros 11 L serán

Etapa vital	ACT en % del peso total (valor medio)
0-6 meses	74
1 – 2 años	60
Varones, 12 – 18 años	59
Mujeres, 12 – 18 años	56
Varones, 19 – 50 años	59
Mujeres, 19 – 50 años	50
Varones, 51 años y más	56
Mujeres, 51 años y más	47

Tabla 2: Contenido de electrolitos del sudor en diferentes situaciones. (Fuente: Altman PL. 1961. Blood and Other Body Fluids. Washington, DC: Federation of American Societies for Experimental Biology).

fluidos intersticiales (figura 1). Situaciones como el ejercicio, la exposición al calor, la fiebre, la diarrea, los traumas y las quemaduras dérmicas pueden aumentar grandemente el volumen hídrico y el índice de renovación del agua en todos estos compartimentos.

Intercambios. Los intercambios entre líquidos intra y extracelulares dependen del gradiente osmótico. Las membranas celulares son perfectamente permeables al agua, pero solamente son permeables de una manera selectiva a los solutos. En el líquido extracelular, el catión más abundante es el sodio, mientras que el cloro y el bicarbonato son los aniones primarios. Estos iones representan del 90 al 95% de los componentes osmóticamente activos del espacio extracelular. En el espacio intracelular, el catión más abundante es el potasio seguido del magnesio, mientras que las proteínas actúan como los aniones primarios. Las señaladas diferencias entre las

concentraciones de sodio y potasio entre los espacios intra y extra celulares se mantienen mediante la bomba de iones, mediada por transporte activo, entre las membranas celulares.

El intercambio de agua entre los espacios intravascular e intersticial ocurre en los capilares. Las fuerzas transcilares que determinan si la filtración neta tendrá lugar, son las presiones oncótica e hidrostática.

Determinantes del balance de agua corporal.

Este balance depende de la diferencia neta entre el agua incorporada y el agua eliminada (Tabla 2). El agua obtenida proviene del consumo (líquidos y alimentos) y del metabolismo (agua metabólica), mientras que las pérdidas de agua ocurren como consecuencia de las pérdidas respiratorias, dérmicas, renales y gastrointestinales.

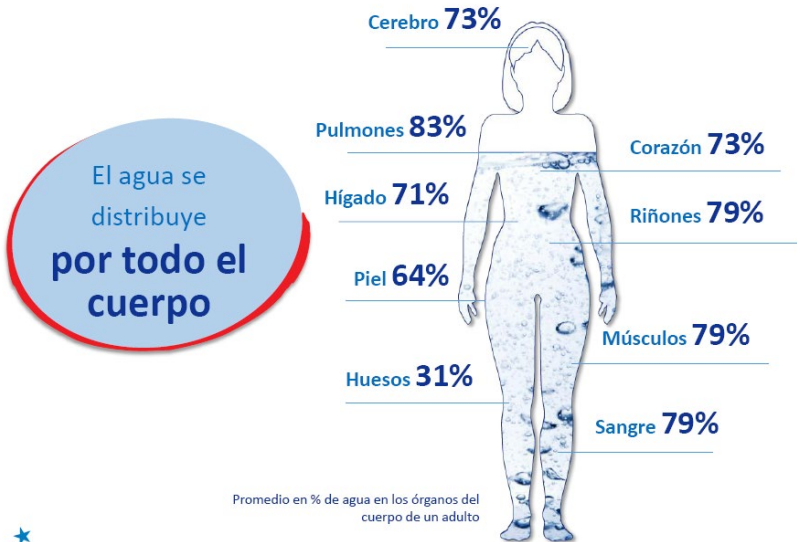


Figura 1. Distribución del agua en el organismo humano.

Referencia	Fuente	Pérdidas	Producción
Hoyt & Honig, 1996	Pérdidas respiratorias	- 250 a - 350	
Adolf, 1947	Pérdidas urinarias	- 500 a - 1.000	
Newburgh et al., 1930	Pérdidas fecales	- 100 a - 200	
Kuno, 1956	Pérdidas inconscientes	- 450 a - 1.900	
Hoyt & Honig, 1996	Producción metabólica		+ 250 a + 350
	Total Pérdidas netas	- 1.300 a - 3.450 - 1.050 a - 3.100	+ 250 a + 350

Tabla 2. Estimación de las pérdidas mínimas diarias de agua y su producción. (Fuente: Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. The national academies press. Washington, 2005).

3

EL CEREBRO Y EL AGUA

Para que las múltiples reacciones químicas que se desarrollan en nuestro organismo sean posibles, hace falta ingerir cada día suficiente agua. La ingesta hídrica es absolutamente esencial para la supervivencia del ser humano (Sawka y Cheuvront, 2005). En el cerebro, es imprescindible un buen nivel de hidratación y de sodio en las células para generar la energía hidroléctrica con la que se nutre y asegurar el buen funcionamiento de los procesos de neurotransmisión. El agua es un nutriente esencial a lo largo de nuestro ciclo vital, que se relaciona con el funcionamiento de nuestro cerebro y por ende con las funciones cognitivas y el estado anímico del individuo (Kramer et al., 1999). El cerebro gasta una enorme cantidad de energía y por eso, pese a que representa sólo el 25% del peso corporal, recibe aproximadamente el 20% de toda la circulación sanguínea. El agua es necesaria en estos procesos y no es sustituible por otros líquidos.

En el cerebro, el agua constituye hasta un 85%, por lo que es especialmente sensible a pequeños desequilibrios hídricos. El cerebro es el órgano que soporta el

funcionamiento mental, por lo que esos desequilibrios afectarán a los procesos mentales. La pérdida de agua corporal, causa una disminución del plasma y del volumen extracelular que puede llevar a una baja presión en el cerebro. La baja presión cerebral se asocia con confusión, demencia y letargia, es por eso que los cambios en el nivel de hidratación del cerebro pueden ser parcialmente responsables de los efectos de la deshidratación en la función cognitiva.

El descenso tan sólo de un 2% de agua en el cuerpo, puede causar pérdida momentánea de memoria y disminución significativa de la atención. La deshidratación del cerebro se asocia con la confusión mental, posiblemente debida al volumen intracelular cerebral (Armstrong, 1997).

La deshidratación produce transformaciones en el sistema nervioso central (SNC) que tienen un impacto en el conjunto de las funciones cognitivas (atención, memoria explícita e implícita, aprendizaje, rapidez perceptiva, velocidad de procesamiento, coordinación visomotriz y flexibilidad cognitiva).

Los procesos mentales que intervienen en la inteligencia y en el pensamiento, sufren afecciones como consecuencia de la deshidratación. El aprendizaje, la memoria explícita e implícita, la capacidad de concentración, de rememoración libre y de reconocimiento, son extraordinariamente sensibles a cualquier proceso de deshidratación. (Ramsey, 1995; Szinnai y cols., 2005). La rapidez de percepción disminuye significativamente y en general las funciones cognitivas dependientes de la rapidez perceptiva, se modifican parcial o totalmente (Solera, Herrera y Salazar Rojas, 2000, 2001; Wyon y cols., 1979).

Los efectos de la deshidratación afectan al funcionamiento cognitivo. Cuando el agua perdida no se repone, nuestro organismo entra en déficit hidroelectrolítico y en consecuencia se aprecia un decremento en el conjunto de los rendimientos físicos y psíquicos (Coyle y Hamilton, 1990; Sawka y Pandolf, 1990; Ritz y Beirut, 2005). La sed sólo aparece cuando ya ha habido un porcentaje de deshidratación del 1 ó 2%. Se trata de reeducar al organismo para beber agua de forma habitual. Es importante estar bien hidratado durante todo el día, no sólo cuando se realiza ejercicio físico. La sensación de sequedad en la boca no es sino el último aviso, la señal de alarma, cuando la deshidratación es ya un hecho.

.4

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE BEBIDA

El agua que bebemos, junto con la contenida naturalmente en los alimentos, tiene que garantizar nuestra correcta hidratación en todas las edades y circunstancias vitales. En consecuencia, es muy importante que su consumo tenga asegurada la calidad y la cantidad adecuadas, especialmente cuando es conocida la influencia que el grado de hidratación puede tener sobre la salud y el bienestar de las personas, incluyendo diferentes aspectos cognitivos, del rendimiento físico y de la tolerancia a la temperatura ambiente.

Esa calidad requerida queda garantizada cuando se consume agua mineral natural por sus especiales características: ausencia de manipulación o procesado tras su captación en el manantial, composición mineral constante e invariable, garantía higiénica absoluta sin necesidad alguna de tratamientos físicos o químicos, presencia diversa de sales minerales según el manantial de procedencia, así como una óptima disponibilidad para el consumo en todo momento y situación.

Los beneficios derivados de la ingestión de agua mineral natural tienen, por lo tanto, un doble origen:

- a) el aporte de agua y su consiguiente papel sobre la hidratación y
- b) su aporte mineral.

LA INGESTIÓN ADECUADA DE AGUA

La cantidad de agua necesaria para el cuerpo humano es consecuencia de una regulación homeostática (Greenleaf y Morimoto, 1996). En cualquier caso, la ingestión de agua por parte de adultos sanos puede variar grandemente dependiendo de su nivel de actividad, de su exposición al medio ambiente, de la dieta y de otros factores. Es necesario tener en cuenta que, en el transcurso de pocas horas, puede producirse una deficiencia de agua en el organismo debido a una ingestión reducida o a un aumento de las pérdidas hídricas como consecuencia de la actividad física o de la exposición al medio ambiente (por ejemplo, a las temperaturas elevadas).

Por ello, diferentes autores han determinado una ingestión adecuada (IA) de agua total (Popkin et al., 2006; NRC, 1989) para prevenir los efectos deletéreos de la deshidratación (especialmente los efectos agudos) que incluyen trastornos funcionales y metabólicos. En estas recomendaciones, se indica que el agua de bebida debería proporcionar habitualmente entre 2,2 L y 3 L por día, respectivamente, en mujeres y hombres de entre 19 y 30 años.

En España, en 2006 se publicaron unas recomendaciones nacionales sobre hidratación y bebida para la población (Martínez e Iglesias, 2006).

Para el conjunto de Europa, a partir de 2010 las recomendaciones de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2010) señalan que el consumo total de agua adecuada para las mujeres tendría que ser de 2,0 L/día y para los hombres de 2,5 L/día (lo que equivale entre 8 y 10 vasos diarios de agua), advirtiendo que se define la misma ingesta adecuada para los adultos y para las personas de edad avanzada, dado que su capacidad de concentración renal y su percepción de la sed disminuyen al aumentar la edad (Tabla nº 3).

Infants	0-6 months	680 mL/d (THROUGH MILK)	
	6-12 months	800-1000 mL/d	
Children	1-2 years	1100-1200 mL/d	
	2-3 years	1100-1200 mL/d	
	4-8 years	1600 mL/d	
	9-13 years	Boys	2100 mL/d
		Girls	1900 mL/d
	> 14 years	Cf adults	
Adults	Men	2500 mL/d	
	Women	2000 mL/d	
Pregnant women		+ 300 mL/d vs adults	
Lactating women		+ 600-700 mL/d vs adults	
Elderly		Same as adults	

Tabla 3. Total water adequate intake.

6

HIDRATACIÓN, RENDIMIENTO COGNITIVO Y ESTADO DE ÁNIMO

Pese a tratarse de un asunto de gran trascendencia, lo cierto es que hasta la fecha no ha existido una investigación amplia y profunda sobre la relación existente entre el aporte de agua, la hidratación y la memoria o lo que, en conjunto, denominamos rendimiento cognitivo.

Afortunadamente, en 2011, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2011) dejó claro el papel de la ingesta de agua en lo que al rendimiento cognitivo respecta. Así, en la opinión científica correspondiente se señala que “está bien establecida la relación entre la ingesta de agua y el mantenimiento de las funciones cognitivas y físicas normales”. Por supuesto, añade, el agua es además un elemento esencial en el mantenimiento de la termorregulación.

La deshidratación en el cerebro afecta peligrosamente a los neurotransmisores y, por tanto a las funciones cognitivas complejas en las que participan (Solera Herrera y Salazar Rojas, 2001; Marcela Ramos y cols., 2007).

La deshidratación interfiere en el riego

sanguíneo, y por tanto, hay menor oxigenación cerebral, lo que explica adecuadamente la letargia que se produce en el rendimiento cognitivo (Grandjean y Cambell, 2005; Armstrong y cols., 2008).

Son pioneros los estudios realizados por Gopinathan y cols. (1988), quienes evaluaron los efectos de la deshidratación, producida por la restricción de agua mientras realizaba ejercicio físico en una habitación con una temperatura elevada y comprobaron una disminución significativa del rendimiento mental con una deshidratación superior al 2% del peso corporal.

Los sujetos normohidratados muestran un rendimiento superior en los test de inteligencia, en los tiempos de reacción, en la capacidad de concentración, en la velocidad motora y en la memoria explícita.

6.1. ¿A PARTIR DE QUÉ MOMENTO SE VE AFECTADO NUESTRO RENDIMIENTO COGNITIVO?

Los diferentes autores no se ponen de

acuerdo en cuál ha de ser la reducción de agua corporal que un sujeto puede soportar sin que sus capacidades mentales se vean afectadas. Ello se debe probablemente a varias razones: a) medir y cuantificar las diferentes capacidades intelectuales no es sencillo y b) pueden verse influidas por numerosas circunstancias intrínsecas (edad, estatus hormonal, capacidades previas, estrés, etc.) y extrínsecas (temperatura ambiental, resto de nutrientes ingeridos en la dieta, ingesta de alcohol, etc.).

Asimismo, la heterogeneidad en la metodología de los estudios sería en buena parte la responsable de que la vinculación entre la deshidratación y los cambios en el rendimiento cognitivo no se pueda establecer adecuadamente (Secher y cols., 2012).

Para numerosos autores, el umbral a partir del cual ya son palpables las consecuencias de una deshidratación parcial en los sujetos se sitúa a partir del 1 ó 2% de pérdida del peso corporal.

Así, para Maughan, el efecto negativo de la deshidratación aguda sobre la capacidad de realizar un ejercicio físico y sobre el rendimiento cognitivo estaría perfectamente establecido (Maughan, 2003), sobre todo cuando la deshidratación supera el 1 - 2% del peso corporal (Shirreffs et al., 2004; Lieberman, 2007). Para Grandjean y cols., se produciría una disminución en el rendimiento físico, en la capacidad visiomotora, psicomotora y cognitiva alrededor del 2% de disminución del peso corporal debido a la restricción de la ingesta de agua y/o por el aumento del calor o de la actividad física (Grandjean y cols., 2007).

Cuando las pérdidas de peso corporal por deshidratación son superiores al 2%, se incrementa el perjuicio sobre la función cognitiva y sobre el control motor, pudiéndose hablar ya de la existencia de una función mental disminuida (Epstein et al., 1980).

En cualquier caso, hay un vínculo bien claro entre la deshidratación severa y el rendimiento cognitivo. Investigando (Sécher y cols., 2012) la pérdida rápida y severa de agua corporal inducida por un ejercicio intenso o por una elevada temperatura ambiental, los estudios indican que se producen alteraciones en la memoria a corto término y en la función cognitiva vinculada con la visión.

6.2. ADULTOS

La hipótesis del estudio de Benton consideraba que una pérdida pequeña de fluidos podía alterar la cognición y el estado de ánimo (Benton, 2011). Adicionalmente, el estudio de Benefer y cols. de 2013 investigó la relación entre la ingesta de nutrientes y la función cognitiva durante la práctica de una actividad física en un grupo de 33 corredores. Sus resultados apoyan la idea de que una correcta hidratación mejora el rendimiento cognitivo.

Sin embargo, previamente otros investigadores han llevado a cabo ensayos en adultos, incluso a temperaturas ambientales elevadas, con resultados que han sido inconsistentes, razón por la que no ha sido posible hasta el momento alcanzar una conclusión clara y definitiva. Y es que cuando los hallazgos han tenido consistencia, ciertas variables como la fatiga y el aumento de la temperatura, por ejemplo, hacen imposible extrapolar estos hallazgos.

En cualquier caso, en adultos jóvenes sí podemos afirmar que existe una pequeña evidencia de que, en condiciones normales de vida, la deshidratación leve alteraría la cognición.

Para Cian y cols., el hallazgo claro es que para los adultos sanos una deshidratación del 2,8% del peso corporal (por exposición al calor o tras un ejercicio fuerte), ya conlleva efectos comprobables como una disminución de la concentración mental, del rendimiento físico, de la memoria a corto plazo, un aumento del cansancio físico, aparición de cefaleas así como reducción en el tiempo de respuesta del individuo ante ciertos estímulos (Cian et al., 2001).

Sin embargo, Ely y cols. han publicado en 2013 un estudio en el cual no han podido demostrar que estos niveles reducidos de deshidratación tengan consecuencias para los individuos. Esto es algo relativamente frecuente, como decíamos, y es expresión de la dificultad de valorar adecuadamente el rendimiento físico o mental en condiciones de hipohidratación.

El propósito de su estudio fue determinar el impacto, en un rango de entre 10 y 40 °C, en un estado de correcta hidratación y en estado de hipohidratación, sobre la cognición, el estado de ánimo y el balance dinámico. Treinta y dos hombres fueron sometidos a este ensayo encontrándose que el rendimiento cognitivo no estaba alterado por la hipohidratación ni por el estrés térmico. Lo que el autor denominaba como “estado de ánimo total” (TMD), y que se traducía como fatiga, confusión, angustia y depresión, sí que se vio claramente perjudicado al producirse la hipohidratación. El equilibrio dinámico,

sin embargo, no se vio alterado en la hipohidratación a 10 °C. La función cognitiva se encontró mantenida en todos los entornos probados, refiriéndose los autores a la existencia de una cierta elasticidad cognitiva como respuesta a la deficiencia de agua. En cuanto a la estabilidad postural dinámica a 10 °C, parece que se ve perjudicada por la aparición de pequeños temblores, aunque se mantiene correctamente durante la hipohidratación y el estrés térmico.

6.3. ADULTOS MAYORES Y ANCIANOS

En uno de los escasos estudios llevado a cabo entre adultos mayores (hombres sanos entre 50 y 82 años), la deshidratación se relacionó con una menor velocidad en los procesos psicomotores, con una atención más pobre así como con una memoria disminuida (Suhr et al., 2004). En la continuación del estudio de Suhr y cols., realizado en 2010, se examinó la relación entre el estatus de hidratación, la memoria declarativa y la memoria del trabajo así como la presión arterial en una muestra de mujeres mayores. En 21 de estas mujeres se midió su estatus de hidratación usando bioimpedancia, así como su presión arterial. El estatus cognitivo fue examinado utilizando el Auditory Verbal Learning Test and Auditory Consonant Trigrams.

Las mediciones por bioimpedancia (que indicaban mejor hidratación) se correlacionan positivamente con la memoria de trabajo y las capacidades memorísticas. El contenido en agua corporal total en función de la altura se encontró asimismo vinculado con la presión arterial diastólica, la cual a su vez se encontró relacionada con la memoria del trabajo y la memoria declarativa. En conclusión, los resultados ponen énfasis

en la importancia de considerar el estatus de hidratación y también la presión arterial cuando se interpreta el rendimiento cognitivo en adultos mayores.

Ciertamente, la deshidratación y la función mental empobrecida también se han detectado asociadas a enfermos ancianos (Seymour et al., 1980). Aunque, sin embargo, para Secher y cols., en adultos mayores por encima de 60 años, la evidencia no es muy fuerte a la hora de intentar relacionar función cognitiva y deshidratación leve. Señala que los datos en ancianos frágiles o personas aquejadas de demencia son también insuficientes.

6.4. ESCOLARES Y JÓVENES

Aunque, como hemos visto, el efecto de la deshidratación sobre la función cognitiva no está bien documentado en adultos jóvenes, sí hay algunos estudios sobre esta materia en niños.

Para D'Anci y cols., en los niños la deshidratación se asocia a menudo con confusión, irritabilidad, letargia y disminución en su rendimiento cognitivo.

Según refieren Secher y cols., los estudios existentes en niños sugieren que la ingesta de una cantidad extra de agua sí ayudaría al rendimiento cognitivo, aunque ciertamente estos datos se han deducido de estudios realizados con grupos pequeños de población. Así, en cuatro diferentes estudios de intervención (Benton y Burgess, 2009; Edmonds y Burford, 2009; Edmonds y Jeffes, 2009; Benton y Davies, 2009) realizados con niños, se encontró que el consumo de bebida tras la abstinencia mejoraba sin duda

la memoria y la capacidad de atención de los escolares.

En el trabajo de Edmonds y Jeffes, se investigó en concreto cómo el disponer de agua de bebida influía sobre el rendimiento en las tareas cognitivas de los niños. En el ensayo, 58 escolares entre 7 y 9 años de edad fueron separados en dos grupos, uno de los cuales recibió un aporte adicional de agua y otro no. Los resultados muestran cómo los chicos que recibieron agua adicionalmente manifestaron tener menos sed que el grupo testigo y además obtuvieron mejores calificaciones en las tareas de atención visual.

En cualquier caso, hay aún mucho desconocimiento sobre su efecto a corto y largo plazo, lo que no evita que en muchos países (como USA e Inglaterra) se esté fomentando por las autoridades sanitarias y académicas la ingesta de agua en la edad escolar con el fin de promover la mejora de la salud y del rendimiento académico (D'Anci KE, 2006).

En Italia, el estudio de Fadda y cols. comprobó en 2012 el efecto de un aporte suplementario de agua en las escuelas sobre el rendimiento cognitivo de los niños así como un posible efecto transitorio sobre otros estados subjetivos como la fatiga o el vigor. El ensayo se realizó sobre 168 niños de entre 9 y 11 años que vivían habitualmente en un clima cálido.

Los autores vincularon entre sí los cambios producidos en las mediciones de la mañana y de la tarde en los niveles de hidratación, el rendimiento cognitivo y los estados subjetivos transitorios. Alineándose con otros estudios observacionales previos, que

también evaluaron el estatus de hidratación de escolares que vivían en climas cálidos, los resultados de este ensayo muestran que una destacada proporción de muchachos estaban en un estado de ligera deshidratación al comienzo de la jornada escolar (84%), encontrándose asimismo una relación negativa, estadísticamente significativa, entre la deshidratación y la memoria a corto plazo. Además, se encontró una correlación entre el grado de deshidratación y el rendimiento en tareas orales. En cualquier caso, recuerdan los autores, siempre será necesario recordar la complejidad de los mecanismos neurobiológicos implicados en la relación entre el estatus de hidratación y la cognición.

Resultados similares hallados en un estudio sobre escolares que vivían en un clima cálido son los publicados por Bar-David y cols. en 2005.

6.5. EFECTOS EN LA MEMORIA

La deshidratación afecta específicamente a los **PROCESOS DE CODIFICACIÓN DE LA MEMORIA**, de ahí la dificultad para acceder y/o recuperar la información almacenada en los sistemas de memoria, pero también se ven afectados los *procesos de consolidación-almacenamiento y evocación-recuperación*, que no funcionan correctamente por las modificaciones funcionales que se producen en el hipocampo (Divullar y cols., 2004; Petersen y cols., 1992; Da Silveira, 2006). Los estados de deshidratación llevan asociado un déficit cognitivo que puede provocar fallos en los sistemas de información verbal, visual y espacial de la memoria y en el almacenamiento de la información (Sharma y cols., 1986; Newcomer y cols., 1999; Divullar y cols., 2004). Los desequilibrios hídricos

producen transformaciones electrolíticas en la estructura de las neuronas y en sus comunicaciones neuroquímicas, que explicarían una caída de la capacidad de concentración en un 15% y una disminución de la *memoria a corto plazo* del 10% (Da Silveira, 2006).

La deshidratación también produce fallos en la **MEMORIA A CORTO PLAZO** (capacidad de almacenamiento de la información de forma inmediata) (Da Silveira, 2006). En el estudio realizado por Yair Bar-David, Jacob Urkin y Ely Kozminsky, sobre los efectos de la deshidratación en los estudiantes de primaria, encontraron que el grupo de sujetos con un mayor nivel de hidratación, las puntuaciones en los test de rendimientos cognitivos eran significativamente más altas en cuatro de ellos, *sobre todo los que medían la memoria auditiva inmediata, incrementándose el spam* (la cantidad de ítems que se es capaz de recordar de forma inmediata. La instrucción sería la siguiente “Te voy a decir una serie de números que tú me tienes que decir en el mismo orden que yo te he dicho”). También era mejor la realización, aunque en menor medida, en tareas perceptivas, como encontrar las figuras escondidas y en la capacidad de abstracción (encontrar categorías). Solera y Salazar (2001), encontraron diferencias en el spam de la memoria auditiva inmediata con una deshidratación del 1,78%.

También se produce una disminución de la *memoria operativa* (se trata de un tipo de memoria que se utiliza de forma inmediata y que coordina su uso por otras partes del cerebro) (MacLeod y McLaughlin, 1995; Van Londen, 1998).

La **MEMORIA DE TRABAJO** sirve para localizar la información mientras intentamos resolver el problema o la situación en la que nos encontramos. Y es altamente sensible a la deshidratación moderada, encontrándose efectos a partir de un 2% de deshidratación (Gopinathan y cols., 1988; Sharma y cols., 1986; Da Silveira, 2009; Van Londen 1998). Se observa una disminución significativa de su rendimiento a partir del 1% de la deshidratación corporal (Cian y cols., 2000).

La **MEMORIA VERBAL**, que tiene como funciones específicas retener la información, apoyar el aprendizaje, potenciar nuevos conocimientos, comprender el ambiente y facilitar la resolución de problemas (la forma de medirlo consiste en el aprendizaje y posterior recuerdo de una lista de palabras), se comporta de manera muy sensible a la restricción de líquidos (Gopinathan y cols., 1988).

La deshidratación progresiva afecta a la capacidad de acceder y/o recuperar la información almacenada en la **MEMORIA SEMÁNTICA** (Kramer, 1999; Sharma y cols., 1986; MacLeod y MacLaughlin, 1995). La deshidratación se asocia con un número creciente de fallos de rememorización para los nombres propios y para los nombres de los objetos (fallos estados de “punta de lengua”) (Newcomer y cols., 1999). La memoria a largo plazo se ve afectada a partir de un 2,8% de deshidratación, sobre todo para el seguimiento del ejercicio (Cian y cols., 2000). En cambio, la **MEMORIA MOTORA O MEMORIA PROCEDIMENTAL** (que es la responsable de poner en marcha los aprendizajes ya automatizados) no es especialmente resistente al declive del balance hídrico y se mantiene bastante bien

preservada en los procesos de deshidratación (Dougherty y cols., 2009; Baker y cols., 2007).

6.6. EFECTOS EN LA VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO

El conjunto de los datos científicos y clínicos muestran un enlentecimiento general del conjunto de las funciones cognitivas asociado al estado de deshidratación. La velocidad de los procesos cognitivos disminuye en este estado (Da Silveira, 2006). *El tiempo de reacción* es una de las funciones del rendimiento cognitivo más vulnerables por cualquier situación de deshidratación.

Ya en el año 1972, Leibowitz y su equipo llevaron a cabo una investigación en la que sometían a los participantes a una temperatura elevada durante seis horas mientras realizaban ejercicio físico, para conseguir una deshidratación del 2-2,5% del peso corporal. Y encontraron que el tiempo de reacción ante estímulos periféricos había variado.

Niveles de deshidratación de un 1% son suficientes para perjudicar el rendimiento en el ejercicio psicomotor, afectando a los tiempos de reacción (Gopinathan y cols., 1988). El control motor se modifica por la acción de una deshidratación inducida por hipertermia (Dougherty y cols., 2006; Baker y cols., 2007).

Cian observó que el tiempo de reacción para la toma de decisiones aumentaba con una deshidratación de un 2,8% (Cian y cols., 2000). Solera y Salazar, 2001, encontraron efectos en la velocidad de reacción a partir de un 1,78% de deshidratación.

6.7. EFECTOS SOBRE LA ATENCIÓN

Una deshidratación a partir del 2% o más tiene un impacto negativo en la atención (Guía de la Hidratación y la Salud; Gopinathan y cols., 1988), Sharma encontró efectos en tasas de atención como la sustitución de símbolos con una deshidratación del 3% (Sharma y cols., 1986). La interferencia de la deshidratación se aprecia en la capacidad de atención y explica la lentitud y los fallos en los tiempos de reacción relacionados equivocadamente con problemas de seguridad y solución de problemas (Leibowitz y cols., 1972).

En pocas horas (12 a 13 horas) de deshidratación, hay una caída significativa de la capacidad de concentración. Con una deshidratación del 1,78% Solera y Salazar (2001), encontraron efectos en la atención selectiva visual. Con el 2,8% de deshidratación, se observan errores en el rastreo visual (atención selectiva visual). (Gopinathan y cols., 1988) y en la percepción de discriminación (Cian y cols., 2000). Y con el 2,7% una mayor dificultad de concentración. (Shirreffs y cols., 2004).

6.8. EFECTOS EN LA COMPRENSIÓN

En situaciones de deshidratación, los errores semánticos son mayores y la ejecución en las tareas de comprensión es más deficiente. (Gopinathan y cols., 1988; Grandjean y Campbell, 2005; Cian y cols., 2000; Murray, 1987). Los estudios realizados por Ramsey (1995) muestran que la fatiga mental inducida por la deshidratación explica el déficit en la fluidez y la comprensión verbal.

6.9. EFECTOS SOBRE LA CAPACIDAD DE APRENDIZAJE

La deshidratación reduce la capacidad de aprendizaje (Da Silveira, 2006). Diversos trabajos han puesto de manifiesto deficiencias de rendimiento en aprendizajes, cálculos aritméticos, memorias de listas de palabras, razonamiento verbal, comprensión, memorización, fluidez verbal, así como un aumento significativo del número de errores y la solución de problemas (Aragón y cols., 1999; Murrya, 1996; González Alonso y Coyle, 1988).

La coordinación óculo-manual se ve sensiblemente disminuida con una deshidratación del 2% (Gopinathan y cols., 1988; Cian y cols., 2000). Sharma encontró efectos en la coordinación visomanual a partir de un 1% de deshidratación (Sharma y cols., 1986).

Una deshidratación más allá del 2% se traduce en un detrimento de la habilidad aritmética (cálculo mental) de la memoria a corto plazo y de la percepción visual (Gopinathan y cols., 1988).

6.10. EFECTOS SOBRE LA RESOLUCIÓN DE TAREAS

En 1980 Epstein y su equipo concluyeron a través de un estudio en el que se les inducía a los sujetos una media de deshidratación del 2,5%, mediante un aumento de temperatura, que la deshidratación tenía poco efecto en las habilidades de los sujetos en la resolución de tareas fáciles, pero en la realización de las tareas complicadas el calor producía una reducción del 17,5% del rendimiento de la prueba, afectando primero al rendimiento psicomotor, que se

deteriora incluso antes de que empeore el rendimiento cognitivo. Tomporowski y cols. (2007) encontraron que el impacto negativo de la deshidratación inducida por el ejercicio físico, es mayor en tareas mentales que requieren un esfuerzo cognitivo mayor que en las que son repetitivas y requieren menos recursos de atención.

6.11. DIFERENCIAS ENTRE HOMBRES Y MUJERES JÓVENES

Se han estudiado los efectos de la deshidratación en la salud y en el rendimiento cognitivo en grupos de hombres y mujeres jóvenes, encontrándose que en el grupo de mujeres jóvenes con síntomas de deshidratación a nivel de salud se observaron más dolores de cabeza y mayor fatiga. Respecto a las tareas cognitivas, se encontró que las mujeres del grupo menos hidratadas tenían más dificultades de concentración y percibían una mayor dificultad en las tareas a realizar (Armstrong y Cols., 2012).

En el grupo de hombres jóvenes con deshidratación, a nivel de salud incrementaron la tensión, la ansiedad y la fatiga. En las tareas cognitivas se observó que el grupo menos hidratado tenía más dificultades en tareas de memoria de trabajo y en el nivel de vigilancia (cometían un número mayor de errores en las tareas de vigilancia y el tiempo de reacción en las tareas de memoria de trabajo era mayor, es decir, eran más lentos) (Matthew y cols., 2012; Szinai y cols., 2005).

6.12. HIDRATACIÓN Y ANSIEDAD

La deshidratación es un factor que contribuye a la ansiedad. El agua es una herramienta muy útil para reducir la ansiedad. Cuando el

cuerpo está deshidratado, pone en marcha unos procesos fisiológicos similares a los que activa cuando está atendiendo a una situación de estrés. La deshidratación causa estrés y el estrés causa una posterior deshidratación ya que agota las reservas de agua del cuerpo.

Con la deshidratación, aumenta la circulación de hormonas del estrés, como el cortisol (Francesconi, 1984). Además, el aumento de hormonas del estrés se ha asociado con descensos en la función cognitiva (Greendale y cols., 2000; Kirschbaum y cols., 1996; Nwecomer y cols., 1999; y Val Loden y cols., 1998).

6.13. HIDRATACIÓN Y ESTADOS ANÍMICOS

La deshidratación cerebral afecta al equilibrio anímico del sujeto, relacionándose con estados afectivos como la tristeza, el decaimiento e incluso con la depresión (Solera Herrera y Salazar Rojas, 2001).

Con una deshidratación del 2,7%, causada por una limitación en la ingesta de líquidos, los sujetos se sienten más cansados y se reducen los niveles de alerta (Shirreffs y cols., 2004; Szinnai y cols., 2005) y aparecen dolores de cabeza (Shirreffs y cols., 2004).

En fin, como señala Maughan, actualmente son bien conocidos los efectos del calor y del estatus de hidratación sobre los sistemas cardiovasculares y de termorregulación, los cuales cuando se ven alterados pueden conducir a una disminución del rendimiento y a una sensación aumentada del esfuerzo experimentado, sobre todo en ambientes cálidos (Maughan y cols., 2007).

Proveerse de agua en cantidades correctas puede, por lo tanto, prevenir la deshidratación y reducir el perjuicio del estrés térmico. Señalan los autores la evidencia creciente de que los efectos (con temperaturas ambientales elevadas) de la deshidratación y del ejercicio físico pueden deberse a su efecto sobre el sistema nervioso central, lo cual parece implicar a las funciones serotoninérgicas y dopaminérgicas.

Recientes evidencias sugieren que la integridad de la barrera hematoencefálica puede estar comprometida por la combinación del estrés térmico y la deshidratación, lo cual puede jugar un papel importante limitando el rendimiento en casos de calor.

Aunque los estudios han señalado como bastante plausible la relación entre la adecuada hidratación y el rendimiento cognitivo en niños y en adultos, Edmonds y cols. en 2013 han intentado recientemente aislar el papel psicológicamente positivo que podría tener la 'expectativa de recibir agua'. Para ello, seleccionó un grupo de 47 voluntarios encontrando que el efecto sobre su rendimiento era fisiológico y no debido a un mero efecto placebo.

.7

CONCLUSIONES

1. Las autoridades sanitarias europeas reconocen el papel que ejerce el agua sobre el rendimiento físico y cognitivo. De hecho la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) declaró en 2011 que está bien establecida la relación entre la ingesta de agua y el mantenimiento de las funciones cognitivas y físicas normales, así como que el agua es además un elemento esencial en el mantenimiento de la termorregulación.
2. El rendimiento físico y cognitivo, el estado de ánimo y otros aspectos del bienestar y la salud de las personas son consecuencia de situaciones fisiológicas y ambientales muy complejas. En cualquier caso, la ingesta adecuada de agua es una necesidad básica que debe fomentarse en todas las edades y situaciones vitales.
3. La mayoría de los estudios realizados sobre deshidratación son coincidentes en el hallazgo de una disminución estadísticamente significativa de la percepción, atención, memoria, pensamiento, lenguaje y del rendimiento psicomotor. La hidratación también influye en los estados anímicos, sobre todo en estados de tristeza y decaimiento y con la ansiedad.
4. La sed es un mecanismo fisiológico que permite al individuo estar alerta sobre su grado de hidratación. Es recomendable que haya unos hábitos adecuados de bebida preventivos ante la aparición de la sed, especialmente cuando hay grupos de población (como ancianos y niños, por ejemplo) que pueden tener una percepción alterada de la sed.
5. El estrés y la deshidratación conllevan repercusiones en el rendimiento intelectual, lentitud del pensamiento y de los reflejos y un aumento significativo de los errores en la solución de conflictos.
6. Un 2% o más de deshidratación inducida por ejercicio o elevada temperatura implica una disminución de la memoria a corto plazo, de la puntería, de la

percepción de discriminación, del rastreo visual motor, de la atención, de la eficiencia aritmética y del tiempo de reacción.

7. Grados moderados de deshidratación, situados en un intervalo del 2,5 al 2,8% de pérdida de peso corporal, implican cambios significativos en la capacidad cognitiva, en la capacidad de atención y en el aumento progresivo de la fatiga física y psíquica.
8. Un 3% de deshidratación conlleva la disminución del flujo sanguíneo cerebral y es suficiente para inducir desorientación cognitiva y dolores de cabeza.
9. Con un 4% de deshidratación, la velocidad aritmética y motora muestra una mayor disminución. A partir del 6% de deshidratación es frecuente que se produzcan delirios y /o alucinaciones.
10. Los requerimientos hídricos del organismo pueden ser cubiertos perfectamente ingiriendo agua mineral natural, la cual garantiza su pureza, es bacteriológicamente sana y mantiene una composición mineral constante. Gracias a esta constancia de composición, podemos elegir el agua mineral natural que mejor se ajuste a nuestros gustos y necesidades y beneficiarnos de sus positivos efectos para la salud, derivados de la composición mineral que caracteriza cada agua mineral natural.

8

BIBLIOGRAFÍA

Adam GE, Carter R 3rd, Cheuvront 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

Aragón LF, Maughan RJ, Rivera A, Meyer F, Murray R, Barros TL, García PR, Samiento JM, Arroyo F. *Actividad física en el calor: Termoregulación e hidratación en América Latina.* Argentinian; Editorial Biosystem; 1999.

Armstrong L.E., Ganio M.S., Casa D.J., Lee E.C., McDermott B.P., Klau J.F., Jiménez, L., Bellego, L.L., Chevillotte, E., Lieberman, H.R. Mild dehydration Affects Mood in Healthy Young Women. *The Journal of Nutrition. Ingestive Behavior and Neurosciences* (2012), February 2. 382-388.

Baker LB, Conroy DE, Kenney WL. Dehydration impairs vigilance-related attention in male basketball players. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 976-83.

Bar-David Y, Urkin J, Kozminsky E. The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children. *Acta Paediatr.* 2005 Nov;94(11):1667-73

Benefer MD, Corfe BM, Russell JM, Short R, Barker ME. Water intake and post-exercise cognitive performance: an observational study of long-distance walkers and runners. *Eur J Nutr.* 2013 Mar;52(2):617-24

Benton, D.; Burgess, N. The effect of the consumption of water on the memory and attention of children. *Appetite* 2009, 53, 143–146.

Benton, D.; Davies, J. The hydration of children and their behaviour in school. 2009, unpublished work.

Benton D. Dehydration influences mood and cognition: a plausible hypothesis? *Nutrients.* 2011 May;3(5):555-73

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.

Cian C, Barraud PA, Melin B, Raphael, C. Effects of fluid ingestión on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *Int J Psychophysiol* 2001; 42:243-51.

Coyle EF, Hamilton M. Fluid replacement during exercise: effect on physiological homeostasis and performance. Indianapolis, Benchmark Press; 1990.

D'Anci KE, Constant F, Rosenberg IH. Hydration and cognitive function in children. *Nutr Rev. Nutrition Reviews* 2006; (1):457-464

Da Silveira FU. El efecto de la deshidratación en el rendimiento anaeróbico. *Revista de Ciencias del Ejército y de la Salud* 2006; 4 (1): 12-21.

Dougherty Ka, Baker LB, Chow M, Kenney WL. Two percent dehydratarion impairs and six percent carbohydrate drink improves boys basketball skills. *Med Sci Sport Exerc* 2006; 38: 1650-8.

Du Villar SP, Baun WA, Markofski MS, Beneke R, Leithäuser R. Fluids and hidration in prolonged endurance performance. *Nutrition* 2004; 20: 651-6.

Edmonds CJ, Crombie R, Ballieux H, Gardner MR, Dawkins L. Water consumption, not expectancies about water consumption, affects cognitive performance in adults. *Appetite*. 2013 Jan;60(1):148-53

Edmonds, C.J.; Burford, D. Should children drink more water?: The effects of drinking water on cognition in children. *Appetite* 2009, 52, 776–779.

Edmonds, C.J.; Jeffes, B. Does having a drink help you think? 6–7-Year-old children show improvements in cognitive performance from baseline to test after having a drink of water. *Appetite* 2009, 53, 469–472.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. *EFSA Journal* 2010; 8(3):1459. Accedido en URL: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1459.pdf>

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to water and maintenance of normal physical and cognitive functions (ID 1102, 1209, 1294, 1331), maintenance of normal thermoregulation (ID 1208) and “basic requirement of all living things” (ID 1207) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. Accedido en URL: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2075.htm>

ElyBR, Sollanek KJ, Chevront SN, Lieberman HR, Kenefick RW. Hypohydration and acute thermal stress affect mood state but not cognition or dynamic postural balance. *Eur J Appl Physiol*. 2013 Apr;113(4):1027-34

Epstein Y, Keren G, Moisseiev J, Gasko O, Yachin S. 1980. Psychomotor deterioration during exposure to heat. *Aviat Space Environ Med* 51:607–610.

Fadda R, Rapinett G, Grathwohl D, Parisi M, Fanari R, Calò CM, Schmitt J. Effects of drinking supplementary water at school on cognitive performance in children. *Appetite*. 2012 Dec;59(3):730-7

Flórez Lozano, J.A. Influencia de la hidratación en el rendimiento cognitivo. *Informaciones psiquiátricas*, 2010: 202(4): 411-413.

Francesconi RP, Sawka MN, Pandolf KB. Hypohydration and acclimation: effects on hormone responses to exercise/heat stress. *Avialt Space Environ Med*. 1984; 55: 365-369.

Ganio M.S., Amstrong L.E., Casa D.J., McDermott B.P., Lee E.C., Yamamoto L.M, Marzano S., López. R.M., Jiménez, L., Bellego, L.L., Chevillotte, E., Lieberman, H.R. Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men. *British Journal of Nutrition* (2011), 106, 1535-1543.
Gopinathan PM, Pichan G, Sharma VM. Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. *Arch Environ Health* 1988; 43: 15-17.

González Alonso J, Coyle EF. Efectos fisiológicos de la deshidratación. *Apuntes Educación Física y Deportes* 1988; 54(4): 46-52.

González Corbella MJ. El agua. *Hidratación y salud*. *Offarm* 2006; 25(8): 80-7.

Grandjean A, Campbell, SM. *Hidratación: líquidos para la vida*. ILSI Norteamérica, Washington DC; 2005.

Grandjean AC, Grandjean NR. Dehydration and cognitive performance. *J Am Coll Nutr*. 2007 Oct;26(5 Suppl):549S-554S

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

Greenleaf JE, Morimoto T. Mechanisms controlling fluid ingestion: Thirst and drinking. En: Buskirk ER, Puhl SM, eds. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton: CRC Press; 1996. p. 3-17.

Institute of Medicine (IOM) *Dietary reference intakes for eater, potassium, sodium, chloride, and sulfate*. Washington DC, The National Academies Press; 2004.

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.

Kramer A, Hahn S, Cohen NJ, Banich MT, McAuley E, Harrison CR, Chason J, Vakil E, Bardell L, Boileau, RA Colcombe A. Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature* 1999; 400: 418-9.

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; 14 (2): 155-60.

Lieberman HR. Hydration and cognition: a critical review and recommendations for future research. *J Am Coll Nutr*. 2007 Oct;26(5 Suppl):555S-561S

Marcela Ramos D, Mabel Mancera E, García Vega O. Perfiles hematológicos e hidroelectrolíticos en sujetos sedentarios durante ejercicio de resistencia: efecto de la hidratación. *Rev Fac Med* 2007; 15 (1): 1-19.

Martin AD, Daniel MZ, Drinkwater DT, Clarys JP. 1994. Adipose tissue density, estimated adipose lipid fraction and whole body adiposity in male cadavers. *Int J Obes Relat Metab Disord* 18:79-83.

Martinez-Alvarez JR, Iglesias-Rosado C. El consumo de bebidas en España: una guía directriz. En: Martinez-Alvarez JR, Iglesias-Rosado C. *El libro blanco de la hidratación*. Madrid: Cinca; 2006. p. 160-170.

Maughan RJ. Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance. *Eur J Clin Nutr* 2003;57(suppl):S19 -23.

Maughan RJ, Shirreffs SM, Watson P. Exercise, heat, hydration and the brain. *J Am Coll Nutr*. 2007 Oct;26(5 Suppl):604S-612S

McLeod C, McLaughlin K. Implicit and explicit memory bias in anxiety: A conceptual replication. *Behav Res Ther* 1995; 22: 1-44.

McGregor SJ, Nicholas CW, Lakorny HK, Williams C. The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of soccer skill. *J Sports Science* 1997; 17:895-903.

Murray R. Rehydration strategies-balancing substrate, fluid and electrolyte provision. *Int J Sport Med* 1987; 4(5): 322-51.

Neufer PD, Sawka MN, Young AJ, Quigley MD, Latzka WA, Levine L. 1991. Hypohydration does not impair skeletal muscle glycogen resynthesis after exercise. *J Appl Physiol* 70:1490-1494

Newcomer JW, Selke G, Melson AK. Decreased memory performance in healthy humans induced by stress-level cortisol treatment. *Arch Geriatr Psychiatry* 1999; 56: 527-33.

NRC-National Research Council. Recommended dietary allowances. Washington: National Academy Press 1989; 235-239

Observatorio de la Hidratación y Salud. *Guía de Hidratación y Salud*. Madrid Anfabra; 2007.

Observatorio de la Hidratación y Salud. *Hidratación en Temporadas de Esfuerzo Mental Intensivo*. Madrid Anfabra; 2007.

Petersen RC, Smith G, Kokmen E, Ivnik RJ, Tangalos EG. Memory function in normal aging. *Neurology* 1992; 42: 396-401.

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

Popkin B, Armstrong L, Bray G, Caballero B, Frei B, Willen C. A new proposed guidance system for beverage consumption in the United States. *Am J Clin Nutr* 2006; 83: 529-4

Ramsey JD. Task performance in heat: a review. *Ergonomics* 1995; 38 (1): 154-65.

Ritz P, Berrut G. The importance of good hydration for day-to-day health. *Nutrition Reviews* 2005; 63 (6): 6-13.

Sawka MN, Pandolf KB. *Effects of body water loss on physiological function and exercise performance*. Indianapolis, Benchmark Press; 1995.

Sawka MN, Cheuvront SN. Human water needs. *Nutr Rev* 2005; 63 (6): 530-9.

Sharma VM, Sridharan K, Pichan G, Panwar MR. Influence of heat-stress induced dehydration on mental functions. *Ergonomics* 1986; 29 (6): 791-9.

Sécher M, Ritz P. Hydration and cognitive performance. *J Nutr Health Aging*. 2012 Apr;16(4):325-9

Seymour DG, Henschke PJ, Cape RDT, Campbell AJ. Acute confusional states and dementia in the elderly: The role of dehydration/volume depletion, physical illness and age. *Age Ageing* 1980; 9:137-146. 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;91:951- 8.

Solera Herrera A, Salazar Rojas W. La influencia de la deshidratación y la rehidratación en los estados anímicos. Memoria VII Simposio Internacional en Ciencias del Deporte, el Ejercicio y la Salud. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica; 2000.

Solera Herrera A, Salazar Rojas W. Efectos de la deshidratación y la rehidratación sobre los procesos cognitivos de velocidad de

reacción, memoria auditiva y percepción visual. *Revista de Ciencias del Ejercicio y de la Salud* 2001; (1); 1-10.

Suhr JA, Hall J, Patterson SM, Niinisto RT. The relation of hydration status to cognitive performance in healthy older adults. *Int J Psychophysiol* 2004;53:121-5.

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; 289:275-80.

Tomprowski PD, Beasman K, Ganio MS, Cureton K. Effects of dehydration and fluid ingestion on cognition. *Int. J. Sports Medicine* 2007; 28 (10):891-6.

Van Loan MD, Boileau RA. 1996. Age, gender, and fluid balance. In: Buskirk ER, Puhl SM, eds. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton, FL: CRC Press. Pp. 215-230.

Van Londen L, Goekoop JG, Zwinderman AH, Lanser JBK, Wiegant VM, De Wied D. Neuropsychological performance and plasma cortisol, arginine vasopressing, and oxytocin in patients with major depression. *Psychol Med* 1998; 28: 275-84.

Wyon DP, Anderson IB, Lundqvist GR. The effect of moderate heat stress on mental performance. *Scan J Work Environ Health* 1979; 5: 352-61.

Yair Bar-David, Jacob Urkin, Ely Kozminsky. The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children. *Acta Pediátrica*, 2005; 94: 1667-1673.

Rendimiento cognitivo, hidratación y agua mineral natural

Silvia Álava Sordo
Jesús Román Martínez Álvarez



El **Instituto de Investigación Agua y Salud** es una entidad de carácter científico y divulgativo, cuyo fin es desarrollar actividades encaminadas a la investigación y la difusión de las características del agua mineral, aportando documentación relevante basada en estudios e informes sobre este producto natural y su importancia para la salud.

Para ampliar información
info@institutoaguaysalud.org
Tel. 91 745 86 00