

## Efectos de la deficiencia de yodo sobre variables intelectuales en una población infantil

José Antonio Muela Martínez, Ana García León, Rosario Torres Barahona, Piedad Santiago Fernández\* y Federico Sóriger Escofet\*\*

Universidad de Jaén, \* Hospital de Jaén y \*\* Hospital Carlos Haya (Málaga)

Existen numerosos estudios que relacionan la deficiencia grave de yodo con la disminución de diferentes capacidades mentales superiores. En este trabajo se pretende conocer qué ocurre cuando la deficiencia de yodo no es tan grave como en los citados trabajos, sino que se trata de una falta de yodo leve o incluso moderada, y si los problemas comunes con una deficiencia grave de yodo (incluyendo el retraso mental) siguen apareciendo de una manera más sutil. Además, también interesa conocer si la metodología clásica (comparar zona yododeficiente contra zona no yododeficiente) es la más adecuada, proponiendo combinar esa agrupación por zonas con la yoduria presentada por los individuos de cada zona. Se evalúa cociente intelectual, capacidad manipulativa y verbal, atención, habilidad visomotora y comportamiento disruptivo, estudiadas muy pocas veces o ninguna en este tipo de investigaciones. La muestra la componen 760 escolares de la provincia de Jaén. Los resultados muestran que se encuentra un cociente intelectual más bajo en la zona yododeficiente y en niños con baja yoduria, cosa que no sucede en la zona yodosuficiente. También se ha visto asociado al nivel de yoduria el comportamiento disruptivo. Las otras variables medidas no se han asociado con déficit de yodo.

*Effects of the iodine deficiency on intellectual variables among children.* An association between severe iodine deficiency and poor mental development has been found in many studies. We examined the relationship between moderate or mild iodine deficiency and intellectual capacity in order to determine whether problems common to severe iodine deficiency (including mental retardation) also emerge in a more subtle form. We also wished to know whether the classic methodology (comparing iodine-deficient zones with nondeficient zones) is the most adequate, and propose to combine this grouping by zones with urinary iodine presented by individuals in each zone. We measured IQ, manipulative and verbal capacity, attention, visual motor ability and disruptive behaviour, variables that have barely been studied in this kind of investigations. The sample comprised 760 schoolchildren from the province of Jaén (southern Spain). Our results show that children with low levels of iodine intake and with urinary iodine concentration lower than 100 µg/litre had a lower IQ and displayed more disruptive behaviour than children with high levels of the criteria. The other variables were not associated with iodine deficiency.

El yodo es un elemento fundamental para el normal crecimiento y desarrollo físico y mental de la persona. La ingestión adecuada de yodo es el requisito básico para la síntesis normal de hormonas tiroideas (principalmente la tiroxina o T4 y la triyodotironina o T3). En ratas alimentadas con una dieta deficiente en yodo (Ruiz de Oña, Obregón, Escobar del Rey, y Morreale de Escobar, 1988) se produjo una disminución de T4 y T3 en suero y tejidos si se comparaban con ratas alimentadas con una dieta que aportaba una cantidad adecuada de dicho elemento. Las deficiencias de hormonas tiroideas en humanos producen anoma-

lías importantes en el crecimiento, desarrollo, reproducción, comportamiento y metabolismo. Estas hormonas son de suma importancia, pues actúan sobre casi todos los tejidos corporales durante toda la vida de un individuo. También se requieren para el desarrollo normal del cerebro. Sin ellas se da una disminución en la síntesis proteica, en la mielinogénesis y un retraso en las ramificaciones axonales. Estos procesos del desarrollo, a diferencia del crecimiento corporal general, son irreversibles y conducen a diversos grados de deficiencia mental (Hadley, 1997).

El principal aporte de yodo está en la alimentación. El pescado es el alimento que más yodo contiene, seguido por los productos lácteos, huevos y carne. La sal aporta muy poco yodo (incluso la sal marina) a no ser que se refuerce artificialmente (sal yodada).

El yodo excretado por la orina (yoduria) es prácticamente equivalente al yodo ingerido, lo que ha hecho que la medición de la yoduria sea un elemento muy útil cuando se quiere valorar el estado nutricional en yodo de las poblaciones. El yodo se mide en orina ante la dificultad e imprecisión de medirlo en la dieta. Puesto que

la obtención de la orina de 24 horas es difícil en los estudios poblacionales, la medición de una muestra ocasional es de gran utilidad para la investigación de la deficiencia de yodo. El criterio aceptado es el que se sitúa en 100 µg/litro (WHO/UNICEF/ICCIDD, 2001). Por debajo de esa cifra, la ingesta de yodo se considera insuficiente y aumenta el riesgo de padecer algunos de los llamados «Trastornos por déficit de Yodo» (TDY). El más llamativo de ellos es el bocio (aumento del tamaño de la glándula tiroides no asociada a hiper o hipofunción y que no es resultado de un proceso inflamatorio o neoplásico) y el más grave el cretinismo (anomalías congénitas que incluyen daño neuromotor y alteraciones en el desarrollo corporal y mental). Todos los TDY conllevan, en mayor o menor medida (según la gravedad del déficit), deterioros de las facultades mentales y/o retraso en el desarrollo somático. No obstante, las alteraciones en el desarrollo mental y/o físico que pueden provocar las TDY se pueden prevenir fácilmente con la profilaxis de sal o aceite yodados (Dunn, 1993; Lamberg, 1991).

Se ha demostrado la relación existente entre cociente intelectual (o desarrollo psicomotor) y déficit de yodo (Bjorn y Bleichrodt, 1994; Boyages et al., 1989; Delange, 1990; Fenzi et al., 1990; Ferreti, 1994; Goldyreva, Tereshchenko, Uriupina, y Sednina, 2000) y, aun cuando hay menos estudios, también se ha informado de la relación entre el déficit de este elemento con otras capacidades intelectuales, como atención (Rovet y Hepworth, 2001; Vermiglio et al., 2004), características de personalidad y motivación (Tiwari, Godbole, Chattopadhyay, Mandal, y Mithal, 1996) o rendimiento escolar (Dodd y Samuel, 1993).

En España se han realizado estudios de yododeficiencia en casi todas las comunidades autónomas, no obstante, muy pocos trabajos incluyen, entre las variables de estudio, a las psicológicas. Algunos de los más característicos son los realizados en Las Hurdes (Cáceres), por ser ésta una zona que históricamente ha padecido deficiencia de yodo (García et al., 1987; Bleichrodt, García, Rubio, Morreale de Escobar, y Escobar del Rey, 1987; Bleichrodt, Escobar del Rey, Morreale de Escobar, García, y Rubio, 1988). Con los datos obtenidos en estos trabajos se demostró que los niños de esta zona, comparados con niños de su misma edad residentes en la provincia de Madrid, presentaban una disminución importante del desarrollo mental y psicomotor. Con estos y otros trabajos (Durán-García et al., 1987; Serrano-Corredor, 1993; Tojo, et al., 1987) puede afirmarse que en España, a finales de los años ochenta y principios de los noventa, existía una situación de yododeficiencia de leve (50-99 µg/litro) a moderada (20-49 µg/litro), pero persistían algunas pocas áreas (rurales, montañosas...) con alteraciones por deficiencia grave de yodo (<20 µg/litro) (puntos de corte tomados de WHO/UNICEF/ICCIDD, 2001). Concretamente, en Jaén, el único estudio realizado hasta la fecha (Santiago-Fernández et al., 2004) informó de un mayor riesgo estadístico de presentar un CI inferior a 70 (límite del retraso mental) entre niños con yodurias inferiores a 100 µg/litro.

La metodología de la mayoría de estos trabajos (españoles y extranjeros) consiste en la comparación de las capacidades mentales mostradas por una población que habita en una zona yododeficitaria con las presentadas por otra población residente en otra zona no yododeficitaria.

Esta metodología presenta dos problemas: en primer lugar, el hecho de comparar dos poblaciones que residen en lugares distintos y que difieren en el nivel de yodo a menudo implica que no es esa la única diferencia entre ambas poblaciones. Normalmente, el déficit de yodo suele darse en regiones más deprimidas social, cul-

tural y económicamente (WHO/UNICEF/ICCIDD, 2001) y esas diferencias pueden contaminar la comparación. Por otra parte, al comparar los habitantes de distintas zonas entre sí, se asume que todos los habitantes de la zona deficitaria tienen déficit de yodo y, al contrario, que todos los habitantes de la zona no deficitaria están exentos de dicho déficit. Esto no siempre es así, evidentemente.

De esta forma, los objetivos de este estudio son:

- Averiguar si hay diferencias entre distintas capacidades intelectuales presentadas por habitantes de zonas yododeficitarias frente a las mostradas por los habitantes de zonas yodosuficientes en la provincia de Jaén (es decir, al modo clásico en el que se comparan dos zonas diferentes).
- Determinar si existen diferencias entre distintas capacidades intelectuales en función del nivel de yoduria (superior o inferior a 100 µg/litro) de los sujetos dentro de las mismas zonas (tanto yododeficientes como yodosuficientes). Es decir, comparar dentro de cada zona las capacidades intelectuales presentadas por sujetos con bajo consumo de yodo frente a las mostradas por sujetos con consumo adecuado de yodo.

## Método

### *Participantes*

Participaron 760 niños de 5º curso de Primaria y 2º curso de E.S.O., escogidos de 13 localidades de menos de 5.000 habitantes de la provincia de Jaén. Estas localidades fueron seleccionadas aleatoriamente entre las comarcas de: Cazorla y Segura (Huesa y Santo Tomé), Norte y Condado (Carboneros y Santa Elena), Centro y Campiña Norte (Higuera de Calatrava y Villardompardo), Mágina (Albanchez de Mágina y Cabra de Santo Cristo), La Loma y Las Villas (Sabiote y Begíjar), Sierra Sur (Los Villares, Fuensanta de Martos y Valdepeñas). Los niños participantes fueron la práctica totalidad de los estudiantes de ambos cursos en estas localidades, ya que casi todos ellos aportaron firmada la solicitud de permiso paterno para su participación en el estudio. La edad de los escolares evaluados está comprendida entre los nueve y los dieciséis años.

### *Instrumentos*

- Técnica colorimétrica de Benotti y Benotti (1963), utilizada para medir en laboratorio el yodo en orina. Esta técnica utiliza la capacidad del yodo para decolorar una mezcla de arsenito de sodio y ácido cérico en presencia de cloruro sódico. Los resultados se expresan en microgramos de yodo por litro de orina (µg/litro).
- Test de Factor G de Cattell (Escala 2) (Cattell y Cattell, 1994), evalúa el funcionamiento intelectual, estando libre de condicionamiento cultural. La Escala 2 está indicada para niños de 8 a 14 años y se administró de forma colectiva. Las puntuaciones obtenidas en los distintos subtest (series, clasificación, matrices y condiciones) se combinan para obtener una única puntuación directa que después se transforma en CI de desviación siguiendo las instrucciones establecidas en el manual de referencia del test.
- Subtest Dígitos y Claves (Escala de Inteligencia de Wechsler para niños Revisada WISC-R) (Wechsler, 1996). La es-

cala se aplica de forma individual a niños entre 6-16 años y consta de dos subescalas (verbal y manipulativa), compuestas cada una por 6 subtest. Dada la amplitud de la muestra y la escasez de tiempo, se escogió un subtest de cada una de las escalas: «dígitos» de la verbal y «claves» de la manipulativa. El subtest «dígitos» mide amplitud atencional en su forma directa y control mental para manejar y organizar la información en su forma inversa. El subtest «claves» mide rapidez de percepción y una puntuación baja indicaría la presencia de déficit perceptivos.

- Test Gueústaltico Visomotor de Bender (1993). Evalúa habilidades visoespaciales y constructivas a través de la copia de nueve dibujos sencillos o complejos. Se administra de forma individual a partir de los 4 años de edad. En su corrección se atiende a aspectos como rapidez, perseverancia, elaboración, organización de la figura, orientación espacial, tamaño, omisiones, uso de ayuda técnica (goma de borrar, regla, etc.), presencia de fatiga, reacción del sujeto a la tarea, etc.
- Continuous Performance Test (CPT) (Rosvold, Mirsky, Sarason, Bransome, y Beck, 1956; Rutschmann, Cornblatt, y Erlenmeyer-Kimling, 1977). Se trata de una prueba informatizada que consiste en detectar la presencia o no de un estímulo diana (en este caso «AX») dentro de una cadena de seis letras (estímulos distractores) que aparecen en el centro de la pantalla. Esta versión cuenta con 630 estímulos, de los cuales los 30 primeros son ensayos de prueba. La tarea del sujeto consiste en la identificación del estímulo diana dentro de la cadena de estímulos distractores, pudiendo aparecer dicho estímulo diana tanto al principio de la cadena como en medio como al final. El sujeto debe pulsar una tecla (la barra espaciadora) con su mano dominante sólo cuando en la pantalla aparezca la letra A seguida de la letra X. El estímulo aparece durante un tiempo de 100 milisegundos y el ritmo de presentación es de 1 por segundo. Se contabilizarán el número de aciertos (aparece AX y el sujeto pulsa correctamente) y el número de falsas alarmas (respuesta dada sin estímulo diana). También se obtiene la tasa de aciertos (número de aciertos dividido por el número de ensayos con diana), la tasa de falsas alarmas (número de falsas alarmas dividido por el número de ensayos sin estímulo diana), el tiempo de reacción (tiempo que transcurre en milisegundos desde que aparece el estímulo hasta que se efectúa la respuesta), la medida de sensibilidad o  $d'$  (distancia entre las medidas de las dos distribuciones normales en unidades de desviación típica o capacidad del sujeto para discriminar el estímulo señal del resto de estímulos: a mayor  $d'$ , mejor discriminación entre señal y no señal) y el criterio de decisión o beta (cociente entre las funciones de densidad de probabilidad de las dos distribuciones en algún punto o valor de la variable de observación: cuanto mayor sea este índice, más estricto es el criterio de decisión del sujeto — intenta disminuir las falsas alarmas aunque para ello también reduzca el número de aciertos —, mientras que cuanto menor sea, más laxo será el criterio de decisión del sujeto — intenta aumentar sus aciertos a costa de incrementar el número de falsas alarmas —). La corrección del CPT se hace por medio de un programa informatizado llamado TRANSFOR.
- Escala de Apreciación de Conducta (EAC). Se ha confeccionado para esta investigación, aunque muchos de sus

ítems están basados en la Child Behavior Checklist (CBCL) (Achenbach y Edelbrock, 1981). Está compuesta de 47 ítems que describen una serie de conductas relacionadas con el comportamiento del niño comparado con el resto de los niños de su clase y que el profesor debe valorar puntuando cada una de estas conductas de 0 a 2, según el grado en que se podría aplicar cada ítem al niño. Teniendo en cuenta que los ítems están descritos en forma negativa (discute más que los demás, rompe o estropea sus cosas, molesta a los otros alumnos, etc.), una puntuación menor en la escala supondrá un mejor comportamiento.

### Procedimiento

Con suficiente antelación se envió a los centros escolares seleccionados una exhaustiva información acerca del estudio y los impresos de solicitud del permiso paterno. Por teléfono se concertó la visita con el director del colegio y se confirmó 24 horas antes. Recogidas las autorizaciones, se inició la exploración de los niños a los que se les había dado el consentimiento paterno. Tras la recogida de orina, se pasaron las medidas psicológicas colectivas a cada curso por separado (factor G de Cattell) y siempre con más de un evaluador vigilando que se hiciese correctamente y resolviendo las dudas que podían surgir. En algunos casos tuvo que pedirse la permanencia del profesor en clase para asegurar una conducta adecuada del alumnado, dada la novedad de la situación.

En una segunda visita a los centros, se trabajó de forma individual con cada uno de los sujetos. Las pruebas que se aplicaron fueron las subescalas de Claves y Dígitos de la Escala de Inteligencia de Weschler para niños-revisada (WISC-R), el Test Gueústaltico Visomotor de Bender y el Continuous Performance Test (CPT). Este último requería el uso de ordenador, por lo que si el colegio no disponía del mismo se utilizaba un portátil aportado por el equipo de investigación. También, durante esta segunda visita al colegio, se proporcionó al director de cada centro la Escala de Apreciación de Conducta. Los profesores tutores debían completarla y enviarla por correo a los autores de este trabajo.

### Resultados

En todos los casos los análisis fueron realizados por medio del paquete estadístico SPSS en su versión 10.1.3.

Respecto al primer objetivo del estudio se han dividido las poblaciones de la provincia de Jaén en dos zonas: la zona yodosuficiente o con una mediana de yoduria superior o igual a 100  $\mu\text{gI/litro}$  (compuesta por las localidades de Santo Tomé, Cabra de Santo Cristo y Huesa.  $N= 167$ ) y la zona yododeficiente o con una mediana inferior a 100  $\mu\text{gI/litro}$  (Carboneros, Santa Elena, Higuera de Calatrava, Villardompardo, Albanchez de Mágina, Sabiote, Begijar, Los Villares, Fuensanta de Martos y Valdepeñas de Jaén.  $N= 593$ ). Como se puede ver en la tabla 1, estas zonas no se diferencian entre sí, excepto en el parámetro Beta (que se refiere al tipo de criterio que se adopta a la hora de responder o no a un estímulo: laxo o estricto):  $F_{1,503}= 4,79$  con una  $p= 0,029$ , siendo los niños que viven en zonas yodosuficientes más estrictos a la hora de arriesgarse en su toma de decisiones (prefieren disminuir sus aciertos antes de cometer falsas alarmas).

Para estudiar el segundo objetivo se exploraron las diferencias entre yoduria alta y baja dentro de cada una de las zonas (deficitaria y no deficitaria en este elemento) para cada variable medida.

Como se puede apreciar en la tabla 2, en la zona yodosuficiente no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre niveles de yoduria alta o baja en ninguna de las variables medidas.

Sin embargo, en la zona yododeficiente sí se encuentran diferencias significativas entre los niños con alto y bajo nivel de yoduria, en CI ( $F_{1,760} = 10,16; p = 0,001$ ), en el sentido de que los niños con mayor yoduria tienen mayor CI, y en la puntuación en la Escala de Apreciación de Conducta ( $F_{1,291} = 5,32; p = 0,02$ ), en el sentido de que muestran peor comportamiento aquellos niños con una menor yoduria. Estos datos pueden observarse en la tabla 3.

*Tabla 1*  
Media (y desviación típica) de las variables en la zona yododeficiente y yodosuficiente por separado

Variables	Zona yododeficiente	Zona yodosuficiente	p
CI	96,62 (16,87)	97,46 (17,21)	$p = 0,48$
Bender	55,28 (10,79)	53,93 (9,56)	$p = 0,18$
Dígitos	8,96 (2,81)	9,35 (2,84)	$p = 0,11$
Claves	10,77 (3,73)	11,14 (3,51)	$p = 0,22$
Comportamiento	13,71 (12,22)	12,45 (14,85)	$p = 0,41$
TA	55,88 (21,38)	59,14 (20,97)	$p = 0,13$
TFA	11,19 (13,72)	13,64 (16,15)	$p = 0,13$
TR de TA	133,96 (12,83)	137,86 (41,37)	$p = 0,29$
TR de TFA	202,82 (87,35)	204,10 (48,29)	$p = 0,84$
d'	1,62 (0,81)	1,57 (0,90)	$p = 0,57$
Beta	4,49 (4,84)	3,61 (3,53)	$p = 0,02^*$

TA: Tasa de aciertos  
TFA: Tasa de Falsas Alarmas  
TR: Tiempo de Reacción  
d': Capacidad de discriminación entre señal y no señal  
Beta: Criterio de decisión  
\*  $p < 0,05$

*Tabla 2*  
Media (y desviación típica) de las variables en el grupo de alto y bajo nivel de yodo (yoduria > 100 µg/litro y yoduria < 100 µg/litro, respectivamente), dentro de una zona no deficitaria de yodo

Variables	Alto nivel de yodo	Bajo nivel de yodo	p
CI	96,59 (16,60)	97,07 (16,11)	$p = 0,82$
Bender	55,89 (10,27)	53,53 (11,98)	$p = 0,28$
Dígitos	8,98 (2,66)	8,97 (3,18)	$p = 0,99$
Claves	10,75 (3,49)	11,17 (4,28)	$p = 0,50$
Comportamiento	12,75 (12,12)	15,58 (11,74)	$p = 0,23$
TA	54,20 (21,32)	61,09 (20,01)	$p = 0,11$
TFA	10,43 (11,27)	12,38 (17,86)	$p = 0,48$
TR de TA	132,91 (12,78)	137,16 (12,01)	$p = 0,09$
TR de TFA	202,79 (99,29)	203,50 (51,62)	$p = 0,96$
d'	1,58 (0,78)	1,79 (0,85)	$p = 0,20$
Beta	4,68 (5,31)	4,27 (3,71)	$p = 0,68$

TA: Tasa de aciertos  
TFA: Tasa de Falsas Alarmas  
TR: Tiempo de Reacción  
d': Capacidad de discriminación entre señal y no señal  
Beta: Criterio de decisión

*Tabla 3*  
Media (y desviación típica) de las variables en el grupo de alto y bajo yodo (yoduria > 100 µg/litro y yoduria < 100 µg/litro, respectivamente), dentro de una zona deficitaria de yodo

Variables	Alto nivel de yodo	Bajo nivel de yodo	p
CI	100,27 (15,36)	96,30 (17,73)	$p = 0,01^{**}$
Bender	53,24 (8,93)	54,46 (9,80)	$p = 0,20$
Dígitos	9,38 (2,76)	9,30 (2,78)	$p = 0,75$
Claves	11,32 (3,55)	11,14 (3,38)	$p = 0,55$
Comportamiento	9,97 (12,07)	14,13 (16,20)	$p = 0,02^*$
TA	61,09 (20,64)	57,59 (21,38)	$p = 0,13$
TFA	14,01 (16,53)	12,66 (15,43)	$p = 0,44$
TR de TA	143,10 (68,98)	134,84 (12,83)	$p = 0,08$
TR de TFA	207,18 (47,18)	199,94 (48,03)	$p = 0,17$
d'	1,59 (0,93)	1,58 (0,88)	$p = 0,94$
Beta	3,39 (3,05)	3,90 (3,89)	$p = 0,20$

TA: Tasa de aciertos  
TFA: Tasa de Falsas Alarmas  
TR: Tiempo de Reacción  
d': Capacidad de discriminación entre señal y no señal  
Beta: Criterio de decisión  
\*  $p < 0,05$   
\*\*  $p < 0,01$

### Discusión y conclusiones

Este trabajo no es el primero que utiliza la Escala de Factor G de Cattell, la Escala de Inteligencia de Weschler (WISC-R) y el Test Guestáltico Visomotor de Bender, puesto que su uso está generalizado a numerosas investigaciones sobre este tema (Azizi et al., 1993; Azizi et al., 1995). En cambio, el Continuous Performance Test (CPT), utilizado para medir atención y la Escala de Apreciación de Conducta (EAC), para medir comportamiento, no se han usado nunca en este ámbito. Sin embargo, se eligieron por ser medidas utilizadas con éxito en otros campos como el clínico (Ruiz-Vargas, 1987) o el educativo (Achenbach y Edelbrock, 1981).

Respecto a la yoduria, el hecho de ser medida en un momento puntual puede hacer pensar que no sea un buen indicador del consumo habitual de yodo y que sólo indicaría el consumo de este elemento en un período relativamente corto de tiempo. Sin embargo, numerosos estudios han demostrado que una muestra ocasional de orina, tanto en niños como en adultos, proporciona un perfil adecuado de la ingesta de yodo de una población, siempre que sea estudiado un número suficiente de sujetos (Escobar del Rey, 1993; Greenblatt et al., 1975; Jolin y Escobar del Rey, 1965).

Respecto a los objetivos de este estudio, se incluyen algunos cambios respecto a otras investigaciones. Lo más novedoso en este trabajo es el hecho de no haber partido de una zona con endemia bociosa para realizar el estudio (condición común en muchas de las investigaciones anteriores). Así, en el presente estudio y en el primer objetivo, se analizaron las diferencias intelectuales que existían según la zona, deficiente o no, pero teniendo en cuenta que las zonas yododeficientes de la provincia de Jaén no presentan déficit tan extremos como los normalmente utilizados en la literatura. Los resultados de esta comparación sólo encuentran diferencias en el criterio de decisión (beta) obtenido en la prueba CPT. Este parámetro indicaría el punto crítico a partir del cual se opta

por una u otra respuesta (en este caso, a partir de qué probabilidad los sujetos deciden que la cadena de letras contiene o no el estímulo AX). Cuanto mayor sea este parámetro, más estricto será el sujeto en sus decisiones (disminuye la proporción de falsas alarmas aunque para ello también reduzca la de aciertos). En este trabajo, los sujetos que viven en zonas yododeficientes son más laxos en sus decisiones que los que habitan en zonas yodosuficientes (prefieren aumentar su número de aciertos, aunque para ello incrementen también su número de falsas alarmas). El parámetro beta se ve afectado por variables motivacionales más que por cualquier otra (Tudela, 1988), por lo que este resultado podría estar relacionado con factores ajenos al nivel de yodo de la zona y que no han sido tenidos en cuenta en esta investigación, pero que causarían un mayor interés en acertar entre la población de la zona no deficitaria (y que pudieran ser, por ejemplo, el establecimiento involuntario por parte de los evaluadores de una mejor relación con los niños de determinados colegios situados en la zona no deficitaria; un estilo educativo de determinados colegios de la zona no deficitaria en los que se valoren más los aciertos o/y una perspectiva distinta en la que no se tengan tan en cuenta en algunos colegios de la zona yododeficiente, etc.). Sin embargo, lo más relevante es la ausencia de diferencias en las demás variables intelectuales. De esta forma, al no encontrar esas diferencias entre las zonas yododeficientes o no de la provincia de Jaén, cabría concluir (erróneamente, como se verá seguidamente) que no existen alteraciones psicológicas asociadas al déficit de yodo en dicha provincia.

Cuando, en el segundo objetivo, el diseño se hizo más complejo al incluir en cada una de las zonas el nivel de yoduria de los sujetos (más o menos de 100 µg/litro de orina), no se trataba ya de comparar el desarrollo intelectual de los habitantes de dos zonas distintas en cuanto a ser o no deficitarias en yodo, sino de comprobar tales diferencias intelectuales en función de la yoduria presentada por los sujetos dentro de la misma población. Efectivamente, con esta metodología, sí aparecen diferencias en el CI y en la conducta disruptiva entre yoduria alta y baja, pero sólo en la zona yododeficiente, indicando así que es la conjunción de los dos factores (baja-yoduria y zona-yododeficiente) lo que en realidad afecta el desarrollo intelectual infantil (menor CI y peor comportamiento en clase). El hecho de que la zona yododeficiente pre-

sente un peor comportamiento escolar de los sujetos puede explicarse tomando el cociente intelectual como factor mediador. La relación entre menor inteligencia y peor comportamiento está bien establecida en la literatura (Chico-Librán, 1997; Kizilbash, 1999; Loney, Frick, Ellis, y McCoy, 1998; Raine, Yaralian, Reynolds, Venables, y Mednick, 2002). Posiblemente, los niños con un CI inferior tengan más dificultades para seguir el curso de las clases, al contrario de los que presentan un CI más elevado. Estas dificultades pueden llevar a que el niño no entienda las explicaciones y deje de prestar atención, haciendo otras cosas inadecuadas en el ambiente escolar (no prestar atención, hablar, molestar a los compañeros, etc.). Este comportamiento inadecuado se ha relacionado también con un menor rendimiento escolar (Lozano-González, y García-Cueto, 2000). No sería entonces el déficit de yodo la causa directa de la conducta inadecuada del niño, sino la disminución de las habilidades intelectuales que dicho déficit conlleva.

Finalmente, al unir los dos métodos de selección (yoduria y zona yododeficiente o no) se elimina otro error propio del uso indiscriminado de los test de inteligencia: el referido al grupo normativo en el que se basan los baremos. Normalmente, todos los estudios anteriores comparan el nivel intelectual de los habitantes de una zona yododeficiente con el mostrado por los que viven en otra zona yodosuficiente. En general, la zona no deficiente en yodo suele ser más desarrollada y coincide mejor con las poblaciones muestrales que se utilizan en la baremación normativa de los test de inteligencia. Así, no es de extrañar que en zonas rurales aisladas se obtengan menores CI que en zonas urbanas prósperas, como también sucede cuando se comparan distintas razas o culturas humanas (Herrnstein y Murray, 1994). Esas diferencias en CI no se corresponden con diferencias reales en la inteligencia de los diferentes colectivos comparados y pueden explicarse mejor acudiendo a la idoneidad del grupo normativo con el que van a cotejarse las puntuaciones obtenidas por cada sujeto.

El no darse más que diferencias en esas dos variables (CI y conducta escolar disruptiva) podría indicar que el déficit de yodo no es lo suficientemente pronunciado como para afectar a otras variables intelectuales más concretas (como psicomotricidad, atención o inteligencia manipulativa o verbal). Sin embargo, el hecho de que dicho déficit, por leve que sea, afecte a estas dos variables, ya es lo suficientemente importante como para tenerlo en cuenta.

## Referencias

- Achenbach, T.M., y Edelbrock, C.S. (1981). Behavioral problems and competencies reported by parents of normal and disturbed children aged four through sixteen. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 46(1), 1-82.
- Azizi, F., Kalani, H., Kimiagar, M., Ghazi, A., Sarshar, A., Nafarabadi, M., Rahbar, N., Noohi, S., Mohajer, M., y Yassai, M. (1995). Physical, neuromotor and intellectual impairment in non-cretinous schoolchildren with iodine-deficiency. *International Journal for Vitamin & Nutrition Research*, 65(3), 199-205.
- Azizi, F., Sarshar, A., Nafarabadi, M., Ghazi, A., Kimiagar, M., Noohi, S., Rahbar, N., Bahrami, A., y Kalantari, S. (1993). Impairment of neuromotor and cognitive development in iodine-deficient schoolchildren with normal physical growth. *Acta Endocrinológica*, 129(6), 501-504.
- Bender, L. (1993). *Test Gueståltico-Visomotor (B.G.). Usos y aplicaciones clínicas*. Barcelona: Paidós.
- Benotti, J., y Benotti, N. (1963). Protein bound iodine, total iodine and protein and butanol extractable iodine by partial automation. *Clinical Chemistry*, 9, 408-416.
- Bjorn, M., y Bleichrodt, N. (1994). A meta-analysis of research on iodine deficiency and its relationship to cognitive development. En J.B. Stanbury (Ed.): *The damaged brain of iodine deficiency*. Nueva York: Cognizant Communication Co.
- Bleichrodt, N., Escobar-del-Rey, F., Morreale-de-Escobar, G., García, I., y Rubio, C. (1988). Iodine-deficiency. Implications for mental and psychomotor development in children. En G.R. DeLong, J. Robin y P.G. Condliffe (Eds.): *Iodine and the brain*. Nueva York: Plenum Press.
- Bleichrodt, N., García, I., Rubio, C., Morreale-de-Escobar, G., y Escobar-del-Rey, F. (1987). Development disorders associated with severe iodine-deficiency. En B.S. Hetzel, J.T. Dunn y J.B. Stanbury (Eds.): *The prevention and control of iodine-deficiency disorders*. Amsterdam: Elsevier.

- Boyages, S.C., Collins, J.K., Maberly, G.F., Jupp, J.J., Morris, J., y Eastman, C.J. (1989). Iodine-deficiency impairs intellectual and neuromotor development in apparently normal persons. *The Medical Journal of Australia*, 150(12), 676-682.
- Cattell, R.B., y Cattell, A.K.S. (1994). *Test de Factor G-Escalas 2 y 3*. Madrid: TEA.
- Chico-Librán, E. (1997). La conducta antisocial y su relación con la personalidad e inteligencia. *Análisis y Modificación de Conducta*, 23(87), 23-37.
- Delange, F. (1990). Disorders due to iodine-deficiency. *Acta Clinica Belgica*, 45(6), 394-411.
- Dodd, N.S., y Samuel, A.M. (1993). Iodine-deficiency in adolescents from Bombay slums. *National Medical Journal of India*, 6(3), 110-113.
- Dunn, J.T. (1993). Iodine supplementation and the prevention of cretinism. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 678, 158-168.
- Durán-García, S., Rivas-Fernández, M., Torres-Olivera, A., Costa-Mestanza, C., Duarte-Ortiz-de-Zárate, B., y Escobar-del-Rey, F. (1987). Prevalencia del bocio, eliminación urinaria de yodo y niveles de tiroxina en escolares residentes en áreas montañosas de Andalucía. *Endocrinología*, 34(2), 29-38.
- Escobar-del-Rey, F. (1993). Nuevos estudios sobre la deficiencia de yodo en España. *Endocrinología*, 40(2), 19-28.
- Fenzi, G.F., Giusti, L.F., Aghini-Lombardi, F., Bartalena, L., Marcocci, C., Santini, F., Bargagna, S., Brizzolara, D., Ferreti, G., Monteleone, M., Marcheschi, M., y Pinchera, A. (1990). Neuropsychological assessment in schoolchildren from an area of moderate iodine-deficiency. *Journal of Endocrinological Investigation*, 13(5), 427-431.
- Ferreti, G. (1994). The prevention of disorders due to iodine-deficiency: The experience of neuropsychological screening. *Annali Dell' Instituto Superiore di Sanità*, 30(3), 347-351.
- García, I., Rubio, C., Alonso, E., Turmo, C., Morreale-de-Escobar, G., y Escobar-del-Rey, F. (1987). Alteraciones por deficiencia de yodo en las Hurdes. Evaluación del desarrollo psicomotor de escolares. *Endocrinología*, 34(2), 94-107.
- Goldyreva, T.P., Tereshchenko, I.V., Uriupina, M.D., y Sedinina, N.S. (2000). Mental status of patients with iodine-deficiency goiter. *Klinicheskaya Meditsina (Moskva)*, 78(3), 32-35.
- Greenblatt, D.J., Ransil, B.J., Harmatz, J.S., Smith, T.W., Duhme, D.W., y Kochwesh, J. (1975). Variability of 24 hour urinary creatinine excretion by normal subjects. *Journal Clinical Pharmacology*, 16, 321-328.
- Hadley, M.E. (1997). *Endocrinología*. Madrid: Prentice Hall.
- Jolin, T., y Escobar-del-Rey, F. (1965). Evaluation of iodine/creatinine ratios of causal samples as indices of daily urinary iodine output during field studies. *Journal Clinical Endocrinology*, 25, 540-541.
- Kizilbash, A.H. (1999). Executive and intellectual functioning differences in preschool children with and without disruptive behavior problems. *Dissertation Abstracts International: The Sciences and Engineering*, 60(1B).
- Lamberg, B.A. (1991). Endemic goitre-iodine-deficiency disorders. *Annals of Medicine*, 23(4), 367-372.
- Loney, B.R., Frick, P.J., Ellis, M., y McCoy, M.G. (1998). Intelligence, callous-unemotional traits and antisocial behavior. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 20(3), 231-247.
- Lozano-González, L., y García-Cueto, E. (2000). El rendimiento escolar y los trastornos emocionales y comportamentales. *Psicothema*, 12(2), 340-343.
- Raine, A., Yaralian, P.S., Reynolds, C., Venables, P.H., y Mednick, S.A. (2002). Spatial but not verbal cognitive deficits at age 3 years in persistently antisocial individuals. *Development and Psychopathology*, 14(1), 349-355.
- Rosvold, H.E., Mirsky, A.F., Sarason, I., Bransome, E.D., y Beck, L.H. (1956). A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consulting Psychology*, 20, 343-350.
- Rovet, J.F., y Hepworth, S. (2001). Attention problems in adolescents with congenital hypothyroidism: A multicomponential analysis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7(6), 734-744.
- Ruiz-de-Oña, C., Obregón, M.J., Escobar-del-Rey, F., y Morreale-de-Escobar, G. (1988). Developmental changes in rat brain 5'-Deiodinase and thyroid hormones during the fetal period: The effects of fetal hypothyroidism and maternal thyroid hormones. *Pediatrics Research*, 24, 558-594.
- Ruiz-Vargas, J.M. (1987). *Esquizofrenia: un enfoque cognitivo*. Madrid: Alianza Psicológica.
- Rutschmann, J., Cornblatt, B., y Erlenmeyer-Kimling, L. (1977). Sustained attention in children at risk for schizophrenia. Report on a continuous performance test. *Archives of General Psychiatry*, 34, 571-575.
- Santiago-Fernández, P., Torres-Barahona, R., Muela-Martínez, J.A., Rojo-Martínez, G., García-Fuentes, E., Garriga, M.J., García-León, A., y Sorriquer, F. (2004). Intelligence quotient and iodine intake: A cross-sectional study in children. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(8), 3851-3857.
- Serrano-Corredor, S. (1993). Bocio endémico y déficit de yodo en la comunidad autónoma de la región de Murcia. *Endocrinología*, 40(7), 223-227.
- Tiwari, B.D., Godbole, M.M., Chattopadhyay, N., Mandal, A., y Mithal, A. (1996). Learning disabilities and poor motivation to achieve due to prolonged iodine-deficiency. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 63(5), 782-786.
- Tojo, R., Fraga, J.M., Escobar-del-Rey, F., Rodríguez-Martínez, A., Vázquez, E., y Esquete, C. (1987). Estudio del bocio endémico en Galicia. Repercusión sobre el bocio y el desarrollo. *Endocrinología*, 34(2), 68-72.
- Tudela, P. (1988). *Psicología experimental*. Madrid: UNED.
- Vermiglio, F., Lo Presti, V.P., Moleti, M., Sidoti, M., Tortorella, G., Scalfidi, G., Castagna, M.G., Mattina, F., Violi, M.A., Crisa, A., Artemisa, M.A., y Trimarchi, F. (2004). Attention deficit and hyperactivity disorders in the offspring of mothers exposed to mild-moderate iodine deficiency: A possible novel iodine deficiency disorder in developed countries. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(12), 6054-6060.
- Wechsler, D. (1996). *Escala de inteligencia de Wechsler para niños-revisada (WISC-R)*. Madrid: TEA
- WHO/UNICEF/ICCIDD. (2001). *Assessment of iodine-deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers*. Ginebra: OMS.