

ALTERACIONES SENSORIOMOTORAS EN LOS TRASTORNOS DEL NEURODESARROLLO

Dra. María Vélez Coto



ÍNDICE

1. Introducción
2. Desarrollo sensorial y motor neurotípicos
 - 2.1. Desarrollo sensorial
 - 2.2. Desarrollo motor
3. Alteraciones sensoriomotoras en los trastornos del desarrollo
 - 3.1. Trastornos del Espectro Autista
 - 3.2. Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad
 - 3.3. Discapacidad intelectual
 - 3.4. Trastornos del Aprendizaje: Dislexia
4. Evaluación de las alteraciones sensoriomotoras
 - 4.1. Escalas Bailey del desarrollo de bebés y niños pequeños
 - 4.2. Escalas Griffith de Desarrollo Infantil
 - 4.3. Test de la Función Sensorial en Bebés (TSFI)
 - 4.4. Test Sensoriomotor Oral de Marshalla (MOST)
 - 4.5. Perfil Sensorial de Bebés/Niños
 - 4.6. Tests específicos para evaluar habilidades motoras y visuoperceptivas
5. Líneas de intervención
6. Referencias bibliográficas

1. INTRODUCCIÓN

Según el Manual de Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales, DSM-V (American Psychiatric Association [APA], 2013), los Trastornos del Neurodesarrollo son aquellos que interfieren en la maduración neurológica normal, generando así alteraciones o limitaciones parciales o globales en las actividades de la vida diaria, en el aprendizaje o en habilidades motoras, comunicativas o sociales. En este conjunto de trastornos, se incluyen los siguientes:

- Discapacidad Intelectual
- Trastornos de la Comunicación
- Trastorno del Espectro Autista
- Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad
- Dificultades Específicas del aprendizaje
- Trastornos motores
- Trastornos de tics
- Otros trastornos del neurodesarrollo

Cada uno de los trastornos está caracterizado por un conjunto de síntomas y comportamientos. Este conjunto de sintomatología típica recibe el nombre de **síntomas primarios**. Por ejemplo, falta de concentración o una inquietud excesiva son síntomas primarios del TDAH. En muchos trastornos, existe también lo que se denominan **síntomas secundarios** o signos inespecíficos. En este caso, el término hace referencia a deterioros más sutiles de la coordinación motora, de habilidades motoras complejas, integración y regulación sensorial, e incluso del sueño y la alimentación (Levit-Binnun et al., 2013). Además de este término, para la co-ocurrencia de alteraciones sensorio-motoras, en ocasiones se utiliza la denominación de *signos neurológicos suaves* (Chan et al., 2009). Según los expertos, estas alteraciones se producen debido a alteraciones de conexiones entre regiones corticales y subcorticales no localizables. Por ello, es posible que, aunque se reconoce su existencia, su estudio ha estado limitado, dada la dificultad que entraña su investigación y su asociación con alteraciones más específicas de los trastornos. No obstante, algunos autores sugieren que estas “alteraciones secundarias” en realidad pueden ser la clave unificadora de muchos trastornos. Así, podrían ser útiles para conocer sus causas y desarrollo, así como para identificarlos como marcadores de vulnerabilidad (Levit-Binnun et al., 2013). En la revisión sistemática que realizaron estos autores, encontraron que unos 60 estudios habían indicado la presencia y capacidad predictiva de anomalías en los procesos perceptivos y motores antes de que se manifestara el trastorno. Por ejemplo, las anomalías o alteraciones sensorio-motoras fueron predictivas del TEA. O en el caso de alteraciones únicamente motoras que predecían la dislexia y el TDAH.

En vista de estos prometedores hallazgos, esta asignatura estudiará aquellas alteraciones sensorio-motoras encontradas en distintos los Trastornos del Desarrollo. Para ello, previamente se hará un repaso sobre el desarrollo típico de las capacidades sensoriales y motoras. Además de describir dichas alteraciones, se dedicará parte de la asignatura a conocer los instrumentos de evaluación más utilizados para su valoración, así como las principales estrategias de intervención.

2. DESARROLLO SENSORIAL Y MOTOR TÍPICOS

Conocer el desarrollo sensorial y el desarrollo motor típicos es fundamental a la hora de evaluar e intervenir en las alteraciones de estos sistemas. Estos constituyen procesos independientes, pero interrelacionados. Concretamente, el procesamiento e integración de la información sensorial guía el desarrollo de los primeros movimientos. No obstante, se describirán, por un lado, el desarrollo típico sensorial y, por otro, el desarrollo motor.

2.1. Desarrollo sensorial

El sistema sensorial juega un papel fundamental en el desarrollo, pues fomenta la exploración del entorno, así como su comprensión. Gracias al desarrollo temprano de los receptores sensoriales, los fetos comienzan a recibir información, y consecuentemente, a desarrollar los sentidos. Aunque el desarrollo del sistema sensorial, así como del motor, se produce de forma simultánea e interrelacionada, a continuación, se describe el desarrollo de cada uno de los sentidos de manera independiente.

a) Visión

El ojo comienza a desarrollarse como una cavidad alrededor del 32º día del desarrollo embrionario y surge de un ectodermo del cerebro. Este ectodermo superficial se traduce entonces en el cristalino, el iris, los párpados y las glándulas lagrimales. Para la córnea, se combinan una capa de ectodermo superficial y neuroectodermo, y la retina, de forma a partir de la copa óptica. Una vez llegado el momento del nacimiento, la mielinización del nervio óptico está incompleta, pero tras unas 10 semanas de exposición a la luz, se logra cubrir.

En el nacimiento, el sentido de la visión es el menos desarrollado, pero ya los bebés son capaces de detectar movimiento, muestran sensibilidad a la luz, pueden enfocar un objeto que se encuentra a unos 20 centímetros y poseen visión de contraste. Es común confundir la dirección de la mirada de los bebés, ya que, aunque la dirijan hacia un estímulo concreto, no miran de

manera intencionada. Más que escanear un objeto, dirigen su atención hacia donde existe estimulación, generalmente miran hacia una zona menos detallada. Sin embargo, muestran preferencia por las caras.

Alrededor del segundo mes, los bebés ya pueden seguir movimientos suaves y comienzan a discriminar los colores. Asimismo, el desarrollo de la visión binocular les permite percibir mejor la profundidad. Es a los tres meses, aproximadamente, cuando comienzan a ser capaces de enfocar objetos que están más lejos. Esta capacidad, sin embargo, continúa su desarrollo hasta los dos o tres años. Es entonces en este período cuando exploran los objetos de manera más detallada y comienzan a mostrar preferencia por imágenes nuevas, inusuales, frente a aquellas más familiares. De la misma manera, la preferencia se inclina por los dibujos, las caras y los objetos tridimensionales.

A los 6 meses, con un mayor control de la profundidad, tanto en su entorno, como en imágenes (Sen et al., 2001), y el desarrollo del gateo (ver apartado del desarrollo motor), los bebés explorarán en mayor medida buscando señales de profundidad y adaptando sus acciones a la misma (Berk, 2007).

A la edad de un año, ha mejorado considerablemente la coordinación oculo-manual y del cuerpo, lo que le permite agarrar y lanzar objetos, como se verá en el siguiente apartado. En este sentido, el cálculo de distancias es más eficaz y el campo visual tiene las mismas dimensiones que las de un adulto. Además, es en esta etapa cuando se comienzan a desarrollar procesos cognitivos que le permiten comprender el mundo espacial, como la memoria y la discriminación visual.

Alrededor de los tres y cuatro años, se ha logrado la mejora de la coordinación oculo-motriz, la memoria visual y son capaces de leer la mayoría de las líneas de la tabla optométrica con éxito. A los 4-6 años, son capaces de reconocer letras y objetos, desarrollando habilidades de lectura, pues también la coordinación entre los dos ojos es más adecuada. Esto también le permite ser más preciso a la hora de calcular distancias entre objetos y entre éstos y ellos mismos.

En este período, hasta los 4-6 años, cuando se produce una mayor progresión del desarrollo de la visión, pero no será hasta los 8 o 9 años cuando el sentido se desarrolle completamente. Por tanto, los primeros años se consideran un período sensible de desarrollo de la visión.

b) Gusto y olfato

El gusto y el olfato son sentidos químicos (se procesan mediante información sobre cambios químicos en el aire y de los objetos en la lengua) y primitivos, relacionados con las actividades básicas y tempranas del desarrollo. Por eso, son sentidos protectores, ya que permiten sobrevivir, detectando e identificando alimentos seguros o el olor de la madre, lo cual se produce ya en el primer día de vida (Sullivan et al., 2011). Y es que los receptores gustativos y olfativos se forman alrededor de la 7ª-8ª semana de la gestación y comienzan a ser funcionales en la semana 13 y 24, respectivamente (Lipchok et al., 2011).

Así, las primeras experiencias olfativas y gustativas comienzan en la vida intrauterina, pues sobre los 6 meses de gestación, las vías respiratorias ya no están obstruidas y se inhala y traga líquido amniótico. Por tanto, se produce el inicio del aprendizaje de los sabores. Este líquido contiene una gran cantidad de nutrientes con sabores particulares (glucosa, fructosa, ácido láctico, ácidos grasos y aminoácidos). Además, contiene sustancias químicas volátiles que inducen sabores y que se transmiten por la dieta de la madre. Estas sustancias parecen ser detectadas por el feto alrededor del segundo trimestre de gestación. Por ello, poco después del nacimiento, los bebés muestran discriminación de sabores, respondiendo diferente a los experimentados a través del líquido amniótico, indicando que ya en ese período se forman recuerdos sensoriales de gusto y olfato.

c) Oído

El oído comienza a desarrollarse sobre la quinta semana de gestación y ya en la 24ª semana de gestación se cuenta con todas las estructuras auditivas. Aun así, se sigue desarrollando hasta el final de la gestación, momento en el que el sistema auditivo habrá logrado cierto grado de maduración, para terminar de desarrollarse en el primer año de vida extrauterina.

En los primeros meses tras el nacimiento, los bebés muestran mucha atención a los sonidos, especialmente a los agudos, dirigiendo la cabeza al origen de estos. También se manifiestan respuestas a ruidos familiares, como la voz de la madre o el padre, o melodías conocidas. En este sentido, con tan solo un mes, los bebés muestran preferencias por la voz humana (Vouloumanos & Werker, 2004), especialmente de la madre, frente a un extraño (Mills & Melhuish, 1974).

Posteriormente, sobre los tres meses, el avance en el desarrollo del lóbulo temporal mejorará la audición, la cual será más receptiva y activa. Así, cuando un bebé oye una voz tiende a mirar de manera directa y a tratar de responder con balbuceo. Sin embargo, si hay mucha estimulación alrededor, perderá fácilmente la atención. Esta línea se mantiene en el mes posterior, momento

en el que el bebé irá reaccionando a los sonidos, sonreirá ante una voz familiar, y mirará con atención la boca intentando imitarla. Además, puede ser el momento en el que comience a emitir algunos sonidos. Todo esto se refinará sobre los 6-7 meses, cuando los bebés podrán identificar la procedencia de los sonidos, reaccionan a diferentes tonos en la voz, y se dirigirá rápidamente hacia estímulos novedosos, de la misma manera que será capaz de responder a ellos.

Cuando alcanza un año, ya es capaz de reconocer melodías y canciones, e incluso participar en ellas, además de seguir órdenes verbales y de comprender los nombres de objetos familiares. Sobre los tres años, identifican verbalmente sonidos y cantan canciones de memoria. Poco después, con 4 años, desarrollan la capacidad de atención auditiva sostenida y aprenden implícitamente de estímulos auditivos. Finalmente, con 7 años, las habilidades auditivas están altamente desarrolladas y se han logrado procesos relacionados como la atención selectiva auditiva, entender discursos con distintos acentos y seguir conversaciones.

d) Tacto

El sentido del tacto es esencial para el desarrollo de capacidades físicas, habilidades lingüísticas y cognitivas y su competencia socioemocional, y tiene efectos a largo plazo. Interviene en el establecimiento de vínculos con los cuidadores y facilitan la comunicación de necesidades y deseos. Además, en cuanto al desarrollo socioemocional, jugará un papel fundamental en el sentido de seguridad y protección.

Alrededor de la novena semana, los nervios sensoriales, encargados de recibir información por contacto, se han desarrollado, y ya alcanzan la piel, por lo que se puede recibir información sobre la temperatura, el dolor, la textura y la presión. Así, en la 22ª semana, el feto es sensible al tacto y a la temperatura. Y, al nacer, ya puede observarse su funcionalidad a través de los reflejos cuando el bebé entra en contacto con algunos estímulos.

Durante los primeros meses de vida, disfrutará mucho del contacto con otra piel y buscará el contacto con la madre, empezando a apretar su dedo. Además, alrededor de los 2-3 meses, podrá tener reacciones reflejas a diversos estímulos y a ser capaz de disfrutar de ellos, como los cosquilleos suaves.

Sobre lo cuatro meses, descubrirá sus manos, las succionará y se las tocará. Gracias al desarrollo y fortalecimiento de sus músculos, también podrá dirigirlas a objetos que le interesan, multiplicando así sus experiencias sensitivas. Se trata de un momento de exploración enorme, donde el tacto de diferentes texturas le provocará una gran riqueza sensorial. Además, es el momento de desarrollar preferencias por algunas de ellas.

A los 5 meses, su sistema motor habrá evolucionado y será totalmente capaz de coger objetos interesantes y llevárselo a la boca, provocándole placer. Esto le ayudará además a tener experiencias olfativas y gustativas, así como a memorizar formas, materiales y texturas.

En los meses séptimo y octavo, podrá distinguir si algo es tridimensional o no, pues comienza a desarrollar el sentido del espacio y seguirá explorando el entorno y cogiendo objetos para analizarlos. Esta experiencia le resulta tan placentera y estimulante, que continuará con ella los dos años posteriores.

e) Sistema vestibular

El sistema vestibular es considerado otro sentido más y, fisiológicamente, está ubicado en el interior del oído. Este sentido es el que permite mantener el equilibrio y, junto con el sistema propioceptivo (en el siguiente apartado) permiten los movimientos controlados y dirigidos de manera funcional. Este comienza a desarrollarse en la gestación, alrededor de la novena semana, lo que le permitirá cambiar de postura en el útero, y continuará años después del nacimiento.

Su correcto desarrollo será fundamental para los movimientos oculares y coordinación visomotriz, el control postural, el tono muscular y la seguridad gravitacional. Pero, además, influirá en el desarrollo de otras habilidades. Por ejemplo, para el desarrollo de la audición, ya que las frecuencias graves tienen mucho que ver con el equilibrio, incluso con los aspectos prosódicos del habla. También mejora la estabilidad de la imagen recibida en la retina y controla los movimientos oculares, así como interviene en la interpretación de la orientación de lo que vemos. Es más, el desarrollo vestibular es fundamental para la visión, pues la corteza visual recibe gran cantidad de información de este sistema. Dada su influencia en el sentido de la dirección y el espacio, será esencial para el desarrollo de la lectoescritura, las matemáticas y otras habilidades más académicas. Asimismo, el sistema vestibular interviene en los mecanismos de inhibición y está conectado directamente con los centros de la atención (formación reticular), por lo que es fundamental para mantener un estado de activación estable y, como consecuencia, para el aprendizaje. Por último, está relacionado con el establecimiento de la lateralidad. Es decir, con la integración de los dos lados del cuerpo y su coordinación.

f) Propiocepción

Por último, el denominado séptimo sentido, el de la posición del cuerpo, o propiocepción. La propiocepción es la capacidad para controlar el movimiento y la posición de los miembros y el cuerpo en relación con el espacio. Los propioceptores se encuentran en el oído interno, en los

músculos, tendones y las articulaciones, y se activan con los movimientos del cuerpo. Los propioceptores, combinados con la visión, el sentido del tacto y la información del sistema vestibular, ayudan a los bebés a ser más conscientes del entorno, ofreciéndoles más oportunidades y posibilidades para interactuar con el mundo que le rodea.

Cada movimiento, gracias al sistema propioceptivo, ayuda al bebé a formar su esquema corporal, así como recibir una caricia, jugar en una silla o explorar su cara con sus manos. También jugando a levantarse, estirándose, mira a su alrededor y aprende a ubicar sus extremidades y a entender las dimensiones de éstas. Así, le servirá también para fijarse en un objeto y saber qué articulación mover y cómo, para alcanzarlo.

En definitiva, la propiocepción y el sistema vestibular tienen un papel integrador de todo el sistema sensorial, necesarios para aprender de las experiencias, el propio cuerpo y para desenvolverse adecuadamente.

2.2. Desarrollo motor

El desarrollo motor juega un papel fundamental en la supervivencia, seguridad, desarrollo psicológico, e incluso, expectativas socioculturales de las personas. Además, permite la exploración, la toma de decisiones y la adquisición de habilidades. Consiste en un proceso y un resultado, que se basa en cuatro procesos que interactúan entre sí y se producen de manera discontinua: crecimiento, maduración, adaptación y aprendizaje. Así, la maduración se encarga de guiar el desarrollo de los cambios físicos que se producen desde la etapa fetal, y viene facilitada por la genética, de manera que nos dota de una serie de movimientos espontáneos asociados a circuitos neuronales rudimentarios y facilita el desarrollo de circuitos cerebrales y el fortalecimiento de las conexiones entre ellos. El crecimiento lidera los cambios en el tamaño y la forma física. Y, la adaptación, es la respuesta del cuerpo a los estímulos ambientales. Es decir, proporciona las demandas y la retroalimentación sensorial, lo que provoca que algunos movimientos sean más reforzados que otros, provocando la “selección” de aquellas redes más adaptativas, gracias a la interacción de procesos cognitivos como la percepción, la emoción, y el sistema motor.

Esta interacción de los distintos sistemas da lugar al desarrollo de movimientos funcionales, que cambian a lo largo del tiempo, aunque a un ritmo individualizado. Es decir, los individuos muestran una secuencia de desarrollo parecida, pero a un ritmo de adquisición particular.

Teniendo esto en cuenta, se presentan en la Tabla 2 los principales cambios en el desarrollo motor desde el nacimiento hasta la adolescencia (Cech & Martin, 2012).

3. ALTERACIONES SENSORIOMOTORAS EN LOS TRASTORNOS DEL DESARROLLO

A pesar de que los Trastornos del Desarrollo (TD) son variados, los hallazgos relacionados con alteraciones sensoriomotoras en los TD se limitan a sólo algunos de ellos. Así, los más investigados en este sentido son los Trastornos del Espectro Autista (TEA), el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), la Discapacidad Intelectual (DI) y el Trastorno del Aprendizaje (TA) más común, la dislexia.

Consecuentemente, el siguiente apartado del tema consistirá en un resumen integrado de las principales características de estos trastornos, así como de las alteraciones más significativas del desarrollo sensorial y motor.

3.1. Trastornos del Espectro Autista

Los Trastornos del Espectro Autista (TEA) han sido relacionados con disfunciones motoras desde los inicios de su descripción, incluso, en el Manual de Diagnósticos Mentales (DSM-V; (American Psychiatric Association, 2013) se contempla sintomatología asociada a alteraciones sensoriomotoras. Por ejemplo, que

Tabla 2*Evolución y logros del desarrollo motor y sensorial*

Edad (meses)	Hitos motores	Hitos sensoriales
0 - 3	<ul style="list-style-type: none"> - Reflejos primitivos (succión, de moro, de búsqueda, de Babinsky, de presión palmar, tónicos cervical simétrico y asimétrico, espinal Galant, y de la marcha automática). 	<ul style="list-style-type: none"> - Detección visual de movimiento. - Dirección mirada inconsciente hacia estímulos. - Discriminación olores y sabores. - Atención sonidos agudos. - Preferencia voz humana. - Sensibilidad tacto y temperatura. - Reacción estímulos suaves.
4 - 6	<ul style="list-style-type: none"> - Reflejos de Landau y de paracaídas. - Control de la cabeza. - Arrastre de objetos. - Agarre palmar voluntario. - Rodar sobre uno mismo. - Posición de "natación" y pedaleo. - Movilidad de las extremidades inferiores. - Movimientos transicionales / Cambios de postura. - Mantenerse sentado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la profundidad. - Reacción a sonidos. - Intento de imitación vocal y sonrisas. - Descubrimiento y exploración de las manos. - Discriminación y preferencia de texturas.
7 - 9	<ul style="list-style-type: none"> - Reacciones laterales. - Alcance unilateral. - Transferencia de objetos de una mano a otra. - Rotación parte superior del tronco y hombro. - Disociación tronco superior-inferior. - Actividad independiente de las manos. - Gateo / propulsión / arrastre. - Cambio constante de posición. - Balanceo y apoyo alternado. - Contrarrotación de hombros y pelvis. - Equilibrio en posición de rodillas. - Desplazamiento erguido con sujeción de las manos y movimiento de crucero 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación procedencia de sonidos. - Reacción a tonos en la voz. - Dirección y respuesta a estímulos auditivos. - Reconocimiento tridimensionalidad. - Sentido del espacio.
Continuación		
12	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento hacia delante (Caminar con ayuda, andador). 	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación oculo-manual.

	<ul style="list-style-type: none"> - Desplazamientos laterales, con los brazos en guardia alta para mantener el equilibrio y caderas y rodillas levemente flexionadas. - Escaso movimiento del tobillo. - Mejora de la estabilidad del tronco. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo de distancias. - Discriminación visual. - Reconocimiento melodías. - Seguimiento órdenes verbales.
16	<ul style="list-style-type: none"> - Carga de objetos mientras camina. - Subir y bajar escaleras con ayuda. - Cambio de posición sentado – de pie, con apoyo de las manos y rodilla. - Marcha con signos de carrera. - Balanceo de brazos y golpe de talón. - Primeros signos de salto. - Equilibrio leve sobre un pie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Distinción objetos comestibles y no. - Reacción a temperaturas extremas. - Imitación de sonidos.
>24	<ul style="list-style-type: none"> - Subir y bajar escaleras. - Salto con los dos pies. - Equilibrio sobre un pie de 1 a 3 segundos. - Patear. - Sobrepasar obstáculos. - Arranques y paradas rápidas de carrera. - Escalar y pedalear. - Equilibrio sobre la punta de los pies o talones. - Salto con un pie. - Galope. - Equilibrio sobre un pie con los ojos cerrados. - Desarrollo de habilidades más complejas (bicicleta, patinaje). - Atrapar. - Combinación de habilidades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Memoria visual. - Cálculo de distancias respecto a uno/a mismo/a. - Atención auditiva sostenida. - Seguimiento de conversaciones. - Conocimiento creciente partes del cuerpo.
Adolescencia	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la fuerza estática y resistencia. - Mejora del rendimiento motor. - Cambios en la potencia, velocidad, precisión, forma y resistencia. - El grado máximo de habilidad depende de factores cognitivos, estructurales, motivacionales y socioculturales. 	

incluye “anomalías del contacto visual y del lenguaje corporal o deficiencias de la comprensión y el uso de gestos, hasta una falta total de expresión facial y de comunicación no verbal”. Así como “Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades, que se manifiestan en dos o más de los siguientes puntos, actualmente o por los antecedentes: 1) Movimientos, utilización de objetos o habla estereotipados o repetitivos; 2) Insistencia en la monotonía, excesiva inflexibilidad de rutinas o patrones ritualizados de comportamiento verbal o no verbal; 3) Intereses muy restringidos y fijos que son anormales en cuanto a su intensidad o foco de interés; 4) Hiper o hiporreactividad a los estímulos sensoriales o interés inhabitual por aspectos sensoriales del entorno.”

Sin embargo, las alteraciones motoras como tal no han sido tan estudiadas, al igual que ocurre con las alteraciones sensoriales, y mucho menos se especifican las características de estas alteraciones y su integración en el conjunto de síntomas. En este sentido, son varios los estudios que han indicado que las alteraciones motoras son el marcador clínico más temprano de los TEA, identificables en el primer año de vida (Bryson et al., 2007; Phagava et al., 2008; Teitelbaum et al., 1998). Otro inconveniente que se ha encontrado en la investigación sobre las alteraciones sensoriomotoras en los TEA es que la mayoría de estudios no han incluido pacientes con deterioro cognitivo, haciendo más difícil generalizar los resultados (Mosconi & Sweeney, 2015). Por tanto, es necesario ser cautos con los resultados y seguir investigando al respecto, aprovechando las nuevas técnicas de evaluación automáticas con las que se cuenta hoy en día.

Con el fin de simplificar todos los hallazgos encontrados en la literatura, se presenta a continuación un listado de las alteraciones sensoriomotoras encontradas en este trastorno:

- Anormalidades lateralizadas a la izquierda en movimientos oculares (Williams et al., 2006).
- Alteraciones de movimiento sacádicos hacia la derecha durante la realización de tarea procedimental (D’Cruz et al., 2009).
- Asociación más fuerte de lo normal entre las órdenes motoras autogeneradas y la propiocepción en aprendizaje de tareas motoras (Haswell et al., 2009).
- Seguimiento visual pobre, control motor limitado al alcanzar objetos, dificultades para sentarse de manera independiente a los 6 meses (Bryson et al., 2007).
- Retrasos de 3-6 meses en alcanzar los hitos del desarrollo motor (Baranek, 1999; Teitelbaum et al., 1998).
- Retrasos en la adquisición de habilidades de imitación y oral-motoras (Bryson et al., 2007; Phagava et al., 2008; Teitelbaum et al., 1998).

- Mayor asimetría estática y dinámica en posición supina (Esposito et al., 2009).
- Control y estabilidad postural deficitario a los 12 años o más y déficit en la motricidad fina (Fournier et al., 2010).
- Dispraxia, dificultades para planear y ejecutar movimientos dirigidos a metas (Nazarali et al., 2009).
- Desarrollo del esquema corporal y organización espacial y temporal por debajo de su edad cronológica (Makito et al., 2010).
- Dificultades de discriminación táctil (He et al., 2021).
- En el 80-90% de los casos de TEA, Trastorno de la Integración Sensorial: alteración de las fases de integración – recepción de información sensorial, modulación/regulación, discriminación y respuesta- (Al-Heizan et al., 2015; Baranek et al., 2006; Bryson et al., 2007; Leekam et al., 2007).

Es importante destacar que las alteraciones sensoriomotoras en los TEA tienen implicaciones para el nivel de deterioro general y su relación con aspectos sociales y comunicativos (Dziuk et al., 2007). Es por ello, que algunos autores consideran que estas alteraciones son realmente las características más puras del trastorno y el resto, síntomas secundarios o desarrollados a partir de los primeros. Concretamente, la relación de estos aspectos se basa en que la capacidad de utilizar e imitar gestos motores se considera la base de la comunicación con los demás. Así, la limitación de estos no soporta adecuadamente la socialización y la adquisición de habilidades de interacción social.

3.2. Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad

Al igual que ocurría en el caso anterior, los criterios diagnósticos del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) contemplan aspectos motores, entre ellos: *“Con frecuencia juguetea con o golpea las manos o los pies o se retuerce en el asiento; Con frecuencia se levanta en situaciones en que se espera que permanezca sentado; Con frecuencia corretea o trepa en situaciones en las que no resulta apropiado”*. Sin embargo, aún nos encontramos en el camino para determinar síntomas secundarios característicos del trastorno. A continuación, se mencionan aquellos que la literatura científica ha aportado en cuanto al TDAH:

- En un 60% de los casos, presencia de Trastorno de Procesamiento Sensorial (Ahn et al., 2004; Mangeot et al., 2001).
- Problemas motores en relación con el control motor en movimiento, motricidad fina y gruesa y coordinación general (Fliers et al., 2009).

- Alteración del equilibrio dinámico, diadocinesia (ejecutar rápida y sucesivamente ciertos movimientos, como la pronación y la supinación alternas de la muñeca) y destreza manual (Kroes et al., 2002).
- Deterioro severo en patrones de movimiento como caminar alternando entre puntillas y talones, talones o con los pies invertidos (Szatmari & Taylor, 1984).
- Disritmia (Denckla et al., 1985).
- Dificultades para la detección táctil y para el juicio de orden (He et al., 2021).
- Deterioro de la discriminación del tacto ligero (Parush et al., 1997, 2007).
- Procesamiento de la intensidad táctil debilitado (Yochman et al., 2006) .
- Procesamiento alterado de la temperatura y del dolor (Scherder et al., 2008).
- Reacciones sensoriales y emocionales negativas a los estímulos táctiles (Bröring et al., 2008; Ghanizadeh, 2008; Goldsmith et al., 2006; Parush et al., 2007).

3.3. Discapacidad Intelectual

En el caso de la Discapacidad Intelectual (DI), se han reconocido las diferencias adaptativas durante el desarrollo. En este sentido, las alteraciones sensoriomotoras varían en función del grado de discapacidad. En el caso de la DI leve (CI 50-55 a 70), las alteraciones sensoriomotoras son leves y casi no se diferencian de niños/as con desarrollo típico. Por el contrario, en los casos de DI profunda (CI 20-25) estas alteraciones se presentan de forma acentuada desde los primeros años de vida. Entre estas alteraciones, a grandes rasgos, puede encontrarse o bien un retraso en la aparición de ciertos hitos, o bien, el mantenimiento de patrones que deberían haber desaparecido (por ejemplo, reflejos arcaicos).

Tal es la relación, que hasta los 5 años el diagnóstico no se determina como Discapacidad Intelectual, sino como Retraso Psicomotor. Sin embargo, las dificultades sensoriales desde un punto de vista más neuropsicológico son mucho menos reconocidas y diagnosticadas en esta población, pues gran parte de las dificultades que presentan se deben a alteraciones más fisiológicas, como la ceguera o sordera (Carvill, 2001; Kinnear et al., 2020). Además, la Discapacidad Intelectual comprende una gran variedad de trastornos, muchos de ellos genéticos, que hace difícil la caracterización de estas alteraciones (Baglio et al., 2014). A continuación, se

presenta una lista de los hallazgos más relacionados con las alteraciones motoras y sensoriales en la DI:

- Pérdida de oído profunda, aproximadamente de 25dB, y problemas de procesamiento auditivo (Kiani & Miller, 2010).
- Déficits en la percepción de la forma, identificación de color, y presencia/ausencia de objetos (Muñoz-Ruata et al., 2010).
- Selectividad de alimentos, mayor sensibilidad al gusto y al olfato y dificultades para comer, como aspiración (Engel-Yeger et al., 2016).
- Coordinación motora pobre, dificultades en motricidad gruesa y fina, y planificación del movimiento, especialmente en miembros superiores, lo cual dificulta el agarre de objetos o movimientos de los dedos de la mano (Cantone et al., 2018).
- Falta de estrategias compensatorias para las dificultades en la motricidad fina y gruesa (Cornoldi et al., 2014)
- Destreza manual y velocidad de movimiento deterioradas (Carmeli et al., 2004; Kelly & Jessop, 1996).
- Percepción alterada de las dimensiones (Mammarella et al., 2015).

3.4. Trastornos del Aprendizaje: Dislexia

El conjunto de los Trastornos del Aprendizaje (TA) también ha sido relacionado con alteraciones sensoriomotoras, ya que un gran número de estas DEA están relacionadas con el uso de habilidades motoras o perceptivas. Así, la más estudiada en este sentido, ha sido la Dislexia. Este trastorno conlleva problemas en la lectura de palabra, o con un esfuerzo mayor a lo normal (errores de precisión, lectura vacilante o intento de adivinar las palabras), así como dificultades para comprender el significado o falta de precisión al escribir (omitir, añadir o sustituir letras), entre otros. Así, se han relacionado hasta tal punto, que se ha propuesto que la causa subyacente del trastorno sea el deterioro sensoriomotor, más que déficits específicos fonológicos (Nicolson et al., 2001). Sin embargo, algunas investigaciones indican que solo parte de los afectados por la dislexia, presentan deterioro en estos aspectos (Ramus, 2003; White et al., 2006).

A pesar de esta falta de acuerdo en la literatura, se presentan a continuación algunas alteraciones sensoriomotoras que han sido asociadas a los Trastornos del Aprendizaje de forma general y, posteriormente, a la Dislexia.

- Trastornos del Aprendizaje:

- Alteración en el sistema vestibular, reflejada en la coordinación alterada de los ojos y la cabeza (Petri & Mishkin, 1994).
 - Desarrollo alterado del equilibrio (Fisher & Wilson, 1987).
 - Dispraxia (O'Brien et al., 1988).
 - Alteraciones en el tono muscular (hipotonía), desarrollo anormal de los movimientos del ojo, disociación disfuncional de los hombros y caderas, desarrollo de la lateralización alterado (Szmalec, 2020).
- Dislexia:
 - Trastorno de Integración Sensorial (Kranowitz et al., 2018).
 - Menor capacidad para aprender las características fonético-fonológicas específicas de voces individuales (Perrachione et al., 2016).
 - Dificultades para reconocer estímulos auditivos y visuales en presencia de ruido (Sperling et al., 2005; Ziegler et al., 2009).
 - Alteración del sistema propioceptivo que, a través del reconocimiento e imitación de gestos, afecta a la percepción fonológica (Laprevotte et al., 2021).
 - Pobre secuenciación visual y auditiva (Stein, 2019).

4. EVALUACIÓN DE LAS ALTERACIONES SENSORIOMOTORAS

La detección de las alteraciones en el desarrollo sensorial y motor es fundamental para la detección precoz de determinadas dificultades o trastornos. Aunque aún es necesaria más investigación, una correcta evaluación de estos aspectos será fundamental para lograr una intervención más eficaz y adaptada.

A continuación, se describen una serie de instrumentos de evaluación específicos del desarrollo (y relacionados concretamente con el desarrollo sensorio-motor), así como pruebas específicas de evaluación específicas con procesos relacionados.

4.1. Escalas Bailey del desarrollo de bebés y niños pequeños.

Las escalas Bayley (*Bayley Scales of Infant and Toddler Development*) fueron diseñadas para determinar, de manera global, si el desarrollo de niños pequeños y bebés se está produciendo adecuadamente o no. Estas escalas son de las más utilizadas y, hasta el momento, hay cuatro ediciones del instrumento, que alcanzan a evaluar, como máximo, los 42 primeros meses de edad.

Además, cuentan con instrumentos de cribado, así como con la edición completa para una evaluación más profunda.

En el caso de la cuarta edición (BSID-4; Bailey & Aylward, 2019), se evalúan cinco dominios (cognición, habilidades motoras, lenguaje, desarrollo socioemocional y adaptativo). Para ello, cada ítem se puntúa en 0 (no presente), 1 (emergente) o 2 puntos (dominio). Además, cuenta con el beneficio de que se pueden evaluar las categorías de manera individualizada, lo cual permite, en el caso que nos ocupa, la evaluación de aquellos dominios -habilidades motoras- de interés de forma aislada, y utiliza información basada en la administración de ítems estructurados, observación directa del comportamiento y proporcionada por los cuidadores para puntuar algunos ítems.

Entre las puntuaciones que reporta, se pueden extraer puntuaciones escalares y percentiles, intervalos de confianza, así como la equivalencia de edad del nivel de desarrollo y valores de escala de crecimiento. Esta escala, además, ha indicado altos niveles de fiabilidad en sus subtests y una mayor sensibilidad debido a los ítems politómicos.

4.2. Escalas Griffith de Desarrollo Infantil

Las escalas Griffith, antes conocidas por sus siglas GMDS-ER son consideradas fundamentales en la evaluación del desarrollo. Se trata de una escala comprensiva que puede aplicarse a niños desde su nacimiento hasta los 6 años. Esta proporciona, tras una hora de evaluación, un perfil individualizado y una puntuación global del desarrollo, basada en las fortalezas y debilidades en cinco áreas: aprendizaje, desarrollo del lenguaje y habilidades comunicativas, coordinación visuomotora y habilidades perceptivas, desarrollo emocional, personal y social, y habilidades motoras, como el control postural, equilibrio y la coordinación general.

4.3. Test de la Función Sensorial en Bebés (TSFI)

Este test (Degangi & Greenspan, 1989) sirve para identificar alteraciones en la integración sensorial de los bebés, en riesgo de desarrollar dificultades del aprendizaje. Como población objetivo, tiene a bebés entre 4 y 18 meses y proporciona, mediante el análisis de 24 ítems, una puntuación general de la reactividad y procesamiento sensorial, así como puntuaciones independientes de: reactividad a la presión táctil, integración visual-táctil, función motora adaptativa, control ocular motor, y reactividad de la estimulación vestibular. Además, tiene una aplicación rápida de 20 minutos y simplemente se requiere la interacción con el bebé.

4.4. Test Sensoriomotor Oral de Marshalla (MOST)

Esta batería de pruebas consiste en una evaluación completa de la movilidad oral, sensibilidad oral-táctil, el tono facial y habilidades básicas de respiración, fonación y resonancia. A pesar de su especificidad, es un instrumento recomendado en la evaluación de trastornos que cursan con alteraciones en el procesamiento sensorial.

En cuanto a sus puntuaciones, el MOST proporciona una puntuación general de la psicomotricidad oral, así como los índices de las distintas subpruebas. Concretamente, en el tema que nos ocupa, son especialmente interesantes las subpruebas de función motora, que incluye el control de los movimientos de la mandíbula, labios y lengua, así como praxis, y la subprueba de función sensorial, la cual evalúa la respuesta de los/as evaluados/as ante la estimulación táctil en varias áreas dentro y fuera de la cavidad oral.

4.5. Perfil Sensorial de Bebés/Niños

Este instrumento (Dunn, 2002) consiste en una evaluación estandarizada de las habilidades de procesamiento sensorial, proporcionando un perfil individualizado de su rendimiento en la vida diaria. Está diseñado para ser utilizado en bebés desde el nacimiento hasta los 36 meses.

De manera más específica, consiste en un cuestionario para cuidadores sobre las respuestas de los/as bebés a variadas experiencias sensoriales. Este cuestionario de 36 ítems (0-6 meses) o de 48 (7-36 meses) evalúa las siguientes categorías:

- Procesamiento general.
- Procesamiento auditivo.
- Procesamiento visual.
- Procesamiento táctil.
- Procesamiento oral-sensorial.
- Procesamiento vestibular.

Por otro lado, el perfil proporciona información de interés a la hora de interpretar las categorías anteriores:

- Baja percepción: conciencia de todos los tipos de sensaciones.
- Búsqueda de sensaciones: interés y placer por todo tipo de sensaciones.
- Sensibilidad sensorial: capacidad para percibir todo tipo de sensaciones.
- Evitación de sensaciones: necesidad de controlar la cantidad y el tipo de sensaciones disponibles.

- Umbral bajo: categoría relevante para los déficits sensoriales, pues evalúa hasta qué punto los bebés son muy exquisitos con la estimulación o requieren mucha estructura.

4.6. Tests específicos para evaluar habilidades motoras y visuoperceptivas

Además de escalas completas del desarrollo, resulta útil el uso de tests específicos a la hora de evaluar procesos o aspectos del desarrollo concretos de los que se tiene sospecha de estar alterado. A continuación, se presenta, por sentido o relacionado, una lista de algunos instrumentos de interés:

a) Visión:

- Test de Retención Visual de – Quinta Edición: Este instrumento está diseñado para evaluar personas desde los 8 años en adelante en memoria y percepción visual.
- Test de Organización Visual de Hooper (Hooper, 1983): Esta prueba se puede utilizar a partir de los 5 años para evaluar la integración visual a través de 30 imágenes y es muy sensible para detectar daño neurológico.
- Judgment of Line Orientation Test: Esta prueba se puede aplicar entre los 7 y 74 años y evalúa las habilidades visuoespaciales pidiendo al individuo que haga coincidir ángulos con unas líneas en el espacio.
- Test de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth: Esta tarea evalúa la organización perceptual y memoria visual y cuenta con una versión infantil para niños y adolescentes de 5-18 años.

b) Funciones motoras:

- Test de competencia motriz Bruininks Oseretsky, 2ª Edición (BOT-2): Utilizado en personas entre 4 y 21 años, evalúa la precisión e integración motoras finas, destreza motriz, coordinación bilateral, equilibrio, agilidad y velocidad motora, coordinación y fuerza a través de 8 subtests.

c) Evaluaciones combinadas sensoriomotoras:

- Test del desarrollo de la integración viso-motora, 6ª Edición: Evalúa el nivel de integración de habilidades visuales y motoras. La edición breve se aplica a niños/as entre 3 y 7 años, y la edición completa para el resto de la población hasta 100 años.

d) Propiocepción:

- Test de Berges-Lucina: Se trata de un test que evalúa la propiocepción en niños de 3 a 6 años. Concretamente, mide la imitación de gestos. Así, el/la niño/a ha de reproducir los gestos que el/la examinador/a realiza con sus brazos y manos. Por ejemplo, abrir y cerrar puños, girar las muñecas, etc.

5. LÍNEAS DE INTERVENCIÓN

Tras la detección de síntomas secundarios, la intervención es esencial para reducir la vulnerabilidad. En este sentido, parece ser que las intervenciones que tienen como objetivo los procesos más básicos en bebés prematuros son eficaces (Levit-Binnun et al., 2013). Así, para intervenir en los aspectos sensoriomotores, la terapia ocupacional juega un papel fundamental. Esta tiene como objetivo reducir el impacto de las dificultades sensoriales en la vida diaria y, como consecuencia, mejorar la autoestima, la autoeficacia y la calidad de vida. Uno de los tratamientos más utilizados es la Terapia de Integración Sensorial (Case-Smith et al., 2015), la cual se ha aplicado, y mostrado su eficacia, en niños/as con Trastornos del Aprendizaje, TDAH y TEA (May-Benson & Koomar, 2010). Concretamente, sus resultados muestran un impacto positivo en las habilidades sensoriomotoras y planificación del movimiento, socialización, atención, regulación del comportamiento, y lectura y habilidades relacionadas.

La Terapia de Integración Sensorial consiste en la realización de una serie de actividades y juegos que el/la niño/a debe realizar. Es una forma de juego orientados a objetivos que, en lugar de facilitar la adquisición de habilidades, pretende mejorar la integración del sistema nervioso central y proporcionar y controlar la entrada de información sensorial, de manera que el/a niño/a emita de forma espontánea las respuestas adaptativas. Para ello, el/a terapeuta restringe, elimina o inhibe (en caso de hipersensibilidad sensorial), o bien proporciona una fuerte estimulación (en caso de hiposensibilidad), utilizando balancines, columpios, piscinas secas, toboganes, tablas de equilibrio u objetos de diferentes tamaños y texturas. A su vez, observa y analiza las respuestas, modificando constantemente las actividades para adaptarlas a las necesidades y capacidades.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahn, R. R., Miller, L. J., Milberger, S., & McIntosh, D. N. (2004). Prevalence of parents' perceptions of sensory processing disorders among kindergarten children. *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association*, 58(3), 287-293. <https://doi.org/10.5014/ajot.58.3.287>
- Al-Heizan, M. O., AlAbdulwahab, S. S., Kachanathu, S. J., & Natho, M. (2015). Sensory processing dysfunction among Saudi children with and without autism. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(5), 1313-1316. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1313>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Fifth Edition). American Psychiatric Association. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Baglio, F., Cabinio, M., Ricci, C., Baglio, G., Lipari, S., Griffanti, L., Preti, M. G., Nemni, R., Clerici, M., Zanette, M., & Blasi, V. (2014). Abnormal development of sensory-motor, visual temporal and parahippocampal cortex in children with learning disabilities and borderline intellectual functioning. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00806>
- Bailey, N., & Aylward, G. P. (2019). *Escala Bailey del desarrollo de bebés y niños pequeños, 4ª Edición*. Pearson.
- Baranek, G. T. (1999). Autism during infancy: A retrospective video analysis of sensory-motor and social behaviors at 9-12 months of age. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29(3), 213-224. <https://doi.org/10.1023/a:1023080005650>
- Baranek, G. T., David, F. J., Poe, M. D., Stone, W. L., & Watson, L. R. (2006). Sensory Experiences Questionnaire: Discriminating sensory features in young children with autism, developmental delays, and typical development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(6), 591-601. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2005.01546.x>
- Benton Sivan, A., & Benton, A. L. (1992). *Benton visual retention test: Manual* (5. ed). Pearson.
- Berk, L. E. (2007). *Development through the lifespan* (4th ed). Allyn and Bacon.
- Bröring, T., Rommelse, N., Sergeant, J., & Scherder, E. (2008). Sex differences in tactile defensiveness in children with ADHD and their siblings. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 50(2), 129-133. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.02024.x>
- Bryson, S. E., Zwaigenbaum, L., Brian, J., Roberts, W., Szatmari, P., Rombough, V., & McDermott, C. (2007). A Prospective Case Series of High-risk Infants who Developed Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(1), 12-24. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0328-2>
- Cantone, M., Catalano, M. A., Lanza, G., La Delfa, G., Ferri, R., Pennisi, M., Bella, R., Pennisi, G., & Bramanti, A. (2018). Motor and Perceptual Recovery in Adult Patients with Mild Intellectual Disability. *Neural Plasticity*, 2018, 3273246. <https://doi.org/10.1155/2018/3273246>

- Carmeli, E., Kessel, S., Bar-Chad, S., & Merrick, J. (2004). A comparison between older persons with down syndrome and a control group: Clinical characteristics, functional status and sensorimotor function. *Down's Syndrome, Research and Practice: The Journal of the Sarah Duffen Centre*, 9(1), 17-24.
- Carvill, S. (2001). Sensory impairments, intellectual disability and psychiatry. *Journal of Intellectual Disability Research*, 45(6), 467-483. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2788.2001.00366.x>
- Case-Smith, J., Weaver, L. L., & Fristad, M. A. (2015). A systematic review of sensory processing interventions for children with autism spectrum disorders. *Autism*, 19(2), 133-148. <https://doi.org/10.1177/1362361313517762>
- Cech, D. J., & Martin, S. (2012). Motor Development. En *Functional Movement Development Across the Life Span* (pp. 45-67). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4978-4.00003-X>
- Chan, R. C. K., Wang, Y., Wang, L., Chen, E. Y. H., Manschreck, T. C., Li, Z., Yu, X., & Gong, Q. (2009). Neurological soft signs and their relationships to neurocognitive functions: A re-visit with the structural equation modeling design. *PLoS ONE*, 4(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008469>
- Cornoldi, C., Giofrè, D., Orsini, A., & Pezzuti, L. (2014). Differences in the intellectual profile of children with intellectual vs. Learning disability. *Research in Developmental Disabilities*, 35(9), 2224-2230. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.05.013>
- D'Cruz, A.-M., Mosconi, M. W., Steele, S., Rubin, L. H., Luna, B., Minshew, N., & Sweeney, J. A. (2009). Lateralized Response Timing Deficits in Autism. *Biological Psychiatry*, 66(4), 393-397. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.01.008>
- Degangi, G., & Greenspan, S. I. (1989). *Test of Sensory Functions in Infants (TSFI) Manual*. Western Psychological Services.
- Denckla, M. B., Rudel, R. G., Chapman, C., & Krieger, J. (1985). Motor proficiency in dyslexic children with and without attentional disorders. *Archives of Neurology*, 42(3), 228-231. <https://doi.org/10.1001/archneur.1985.04060030042008>
- Dunn, W. (2002). *Infant/Toddler Sensory Profile. User's Manual*. The Psychological Corporation.
- Dziuk, M. A., Gidley Larson, J. C., Apostu, A., Mahone, E. M., Denckla, M. B., & Mostofsky, S. H. (2007). Dyspraxia in autism: Association with motor, social, and communicative deficits. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(10), 734-739. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00734.x>
- Engel-Yeger, B., Hardal-Nasser, R., & Gal, E. (2016). The relationship between sensory processing disorders and eating problems among children with intellectual developmental deficits. *British Journal of Occupational Therapy*, 79(1), 17-25. <https://doi.org/10.1177/0308022615586418>
- Esposito, G., Venuti, P., Maestro, S., & Muratori, F. (2009). An exploration of symmetry in early autism spectrum disorders: Analysis of lying. *Brain & Development*, 31(2), 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2008.04.005>

- Fisher, B. E., & Wilson, A. E. (1987). Selected Sleep Disturbances in School Children Reported by Parents: Prevalence, Interrelationships, Behavioral Correlates and Parental Attributions. *Perceptual and Motor Skills*, 64(3_suppl), 1147-1157. <https://doi.org/10.2466/pms.1987.64.3c.1147>
- Fliers, E., Vermeulen, S., Rijdsdijk, F., Altink, M., Buschgens, C., Rommelse, N., Faraone, S., Sergeant, J., Buitelaar, J., & Franke, B. (2009). ADHD and Poor Motor Performance From a Family Genetic Perspective. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(1), 25-34. <https://doi.org/10.1097/CHI.0b013e31818b1ca2>
- Fournier, K. A., Kimberg, C. I., Radonovich, K. J., Tillman, M. D., Chow, J. W., Lewis, M. H., Bodfish, J. W., & Hass, C. J. (2010). Decreased static and dynamic postural control in children with autism spectrum disorders. *Gait & Posture*, 32(1), 6-9. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.02.007>
- Ghanizadeh, A. (2008). Tactile sensory dysfunction in children with ADHD. *Behavioural Neurology*, 20(3), 107-112. <https://doi.org/10.3233/BEN-2008-0221>
- Goldsmith, H. H., Van Hulle, C. A., Arneson, C. L., Schreiber, J. E., & Gernsbacher, M. A. (2006). A population-based twin study of parentally reported tactile and auditory defensiveness in young children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 34(3), 393-407. <https://doi.org/10.1007/s10802-006-9024-0>
- Haswell, C. C., Izawa, J., Dowell, L. R., Mostofsky, S. H., & Shadmehr, R. (2009). Representation of internal models of action in the autistic brain. *Nature Neuroscience*, 12(8), 970-972. <https://doi.org/10.1038/nn.2356>
- He, J. L., Wodka, E., Tommerdahl, M., Edden, R. A. E., Mikkelsen, M., Mostofsky, S. H., & Puts, N. A. J. (2021). Disorder-specific alterations of tactile sensitivity in neurodevelopmental disorders. *Communications Biology*, 4(1), 97. <https://doi.org/10.1038/s42003-020-01592-y>
- Kelly, S., & Jessop, E. G. (1996). A comparison of measures of disability and health status in people with physical disabilities undergoing vocational rehabilitation. *Journal of Public Health*, 18(2), 169-174. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pubmed.a024476>
- Kiani, R., & Miller, H. (2010). Sensory impairment and intellectual disability. *Advances in Psychiatric Treatment*, 16(3), 228-235. <https://doi.org/10.1192/apt.bp.108.005736>
- Kinnear, D., Rydzewska, E., Dunn, K., Hughes-McCormack, L., Melville, C., Henderson, A., & Cooper, S.-A. (2020). The relative influence of intellectual disabilities and autism on sensory impairments and physical disability: A whole-country cohort of 5.3 million children and adults. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 33(5), 1059-1068. <https://doi.org/10.1111/jar.12728>
- Kranowitz, C. S., Sawicka-Chrapkiewicz, A., & Harmonia Universalis. (2018). *Nie-zgrane dziecko: Zaburzenia przetwarzania sensorycznego - diagnoza i postepowanie*. Harmonia Universalis.
- Kroes, M., Kessels, A. G. H., Kalff, A. C., Feron, F. J. M., Vissers, Y. L. J., Jolles, J., & Vles, J. S. H. (2002). Quality of movement as predictor of ADHD: Results from a prospective population study in 5- and 6-year-old children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44(11). <https://doi.org/10.1017/S0012162201002882>

- Laprevotte, J., Papaxanthis, C., Saltarelli, S., Quercia, P., & Gaveau, J. (2021). Movement detection thresholds reveal proprioceptive impairments in developmental dyslexia. *Scientific Reports*, 11(1), 299. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79612-4>
- Leekam, S. R., Nieto, C., Libby, S. J., Wing, L., & Gould, J. (2007). Describing the sensory abnormalities of children and adults with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(5), 894-910. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0218-7>
- Levit-Binnun, N., Davidovitch, M., & Golland, Y. (2013). Sensory and motor secondary symptoms as indicators of brain vulnerability. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 5(1), 26. <https://doi.org/10.1186/1866-1955-5-26>
- Lipchock, S. V., Reed, D. R., & Mennella, J. A. (2011). The gustatory and olfactory systems during infancy: Implications for development of feeding behaviors in the high risk neonate. *Clinics in perinatology*, 38(4), 627-641. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2011.08.008>
- Makito, P., Nunes, A., & Capellina, S. (2010). Makito P, Nunes A, Capellina S. Caracterizacao do perfil motor de escolares com trastorno autístico. *Revista Educacao Especial*. 2010;23(38):443-445. *Revista Educacao Especial*, 23(38), 443-445.
- Mammarella, I. C., Meneghetti, C., Pazzaglia, F., & Cornoldi, C. (2015). Memory and comprehension deficits in spatial descriptions of children with non-verbal and reading disabilities. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01534>
- Mangeot, S. D., Miller, L. J., McIntosh, D. N., McGrath-Clarke, J., Simon, J., Hagerman, R. J., & Goldson, E. (2001). Sensory modulation dysfunction in children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43(6), 399-406. <https://doi.org/10.1017/s0012162201000743>
- May-Benson, T. A., & Koomar, J. A. (2010). Systematic Review of the Research Evidence Examining the Effectiveness of Interventions Using a Sensory Integrative Approach for Children. *The American Journal of Occupational Therapy*, 64(3), 403-414. <https://doi.org/10.5014/ajot.2010.09071>
- Mills, M., & Melhuish, E. (1974). Recognition of mother's voice in early infancy. *Nature*, 252(5479), 123-124. <https://doi.org/10.1038/252123a0>
- Mosconi, M. W., & Sweeney, J. A. (2015). Sensorimotor dysfunctions as primary features of autism spectrum disorders. *Science China. Life Sciences*, 58(10), 1016-1023. <https://doi.org/10.1007/s11427-015-4894-4>
- Muñoz-Ruata, J., Caro-Martínez, E., Martínez Pérez, L., & Borja, M. (2010). Visual perception and frontal lobe in intellectual disabilities: A study with evoked potentials and neuropsychology. *Journal of Intellectual Disability Research: JIDR*, 54(12), 1116-1129. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01341.x>
- Nazarali, N., Glazebrook, C. M., & Elliott, D. (2009). Movement planning and reprogramming in individuals with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(10), 1401-1411. <https://doi.org/10.1007/s10803-009-0756-x>

- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., & Dean, P. (2001). Developmental dyslexia: The cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences*, 24(9), 508-511. [https://doi.org/10.1016/s0166-2236\(00\)01896-8](https://doi.org/10.1016/s0166-2236(00)01896-8)
- O'Brien, V., Cermak, S. A., & Murray, E. (1988). The Relationship Between Visual-Perceptual Motor Abilities and Clumsiness in Children With and Without Learning Disabilities. *The American Journal of Occupational Therapy*, 42(6), 359-363. <https://doi.org/10.5014/ajot.42.6.359>
- Parush, S., Sohmer, H., Steinberg, A., & Kaitz, M. (1997). Somatosensory functioning in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 39(7), 464-468. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07466.x>
- Parush, S., Sohmer, H., Steinberg, A., & Kaitz, M. (2007). Somatosensory function in boys with ADHD and tactile defensiveness. *Physiology & Behavior*, 90(4), 553-558. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.11.004>
- Perrachione, T. K., Tufo, S. N. D., Winter, R., Murtagh, J., Cyr, A., Chang, P., Halverson, K., Ghosh, S. S., Christodoulou, J. A., & Gabrieli, J. D. E. (2016). Dysfunction of Rapid Neural Adaptation in Dyslexia. *Neuron*, 92(6), 1383-1397. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2016.11.020>
- Petri, H. L., & Mishkin, M. (1994). Behaviorism, Cognitivism and the Neuropsychology of Memory. *American Scientist*, 82(1), 30-37.
- Phagava, H., Muratori, F., Einspieler, C., Maestro, S., Apicella, F., Guzzetta, A., Prechtel, H., & Cioni, G. (2008). General movements in infants with autism spectrum disorders. *Georgian medical news*, 156, 100-105.
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, 13(2), 212-218. [https://doi.org/10.1016/s0959-4388\(03\)00035-7](https://doi.org/10.1016/s0959-4388(03)00035-7)
- Scherder, E. J. A., Rommelse, N. N. J., Bröring, T., Faraone, S. V., & Sergeant, J. A. (2008). Somatosensory functioning and experienced pain in ADHD-families: A pilot study. *European Journal of Paediatric Neurology: EJPN: Official Journal of the European Paediatric Neurology Society*, 12(6), 461-469. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2007.11.004>
- Sen, M. G., Yonas, A., & Knill, D. C. (2001). Development of Infants' Sensitivity to Surface Contour Information for Spatial Layout. *Perception*, 30(2), 167-176. <https://doi.org/10.1068/p2789>
- Sperling, A. J., Lu, Z.-L., Manis, F. R., & Seidenberg, M. S. (2005). Deficits in perceptual noise exclusion in developmental dyslexia. *Nature Neuroscience*, 8(7), 862-863. <https://doi.org/10.1038/nn1474>
- Stein, J. (2019). The current status of the magnocellular theory of developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 130, 66-77. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.03.022>
- Sullivan, R., Perry, R., Sloan, A., Kleinhaus, K., & Burtchen, N. (2011). Infant bonding and attachment to the caregiver: Insights from basic and clinical science. *Clinics in perinatology*, 38(4), 643-655. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2011.08.011>
- Szatmari, P., & Taylor, D. C. (1984). Overflow movements and behaviour problems: Scoring and using a modification of Fogs' Test. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 26(3), 297-310. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1984.tb04446.x>

- Szmaliec, J. (2020). Sensory Integration Dysfunction in Children with Learning Difficulties. *Prima Educatione*, 3, 121. <https://doi.org/10.17951/pe.2019.3.121-129>
- Teitelbaum, P., Teitelbaum, O., Nye, J., Fryman, J., & Maurer, R. G. (1998). Movement analysis in infancy may be useful for early diagnosis of autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(23), 13982-13987. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.23.13982>
- Vouloumanos, A., & Werker, J. F. (2004). Tuned to the signal: The privileged status of speech for young infants. *Developmental Science*, 7(3), 270-276. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2004.00345.x>
- White, S., Milne, E., Rosen, S., Hansen, P., Swettenham, J., Frith, U., & Ramus, F. (2006). The role of sensorimotor impairments in dyslexia: A multiple case study of dyslexic children. *Developmental Science*, 9(3), 237-255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00483.x>
- Williams, D. L., Goldstein, G., & Minshew, N. J. (2006). Neuropsychologic functioning in children with autism: Further evidence for disordered complex information-processing. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 12(4-5), 279-298. <https://doi.org/10.1080/09297040600681190>
- Yochman, A., Ornoy, A., & Parush, S. (2006). Co-occurrence of developmental delays among preschool children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(6), 483-488. <https://doi.org/10.1017/S0012162206001034>
- Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., George, F., & Lorenzi, C. (2009). Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia. *Developmental Science*, 12(5), 732-745. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00817.x>