

## OBESIDAD INFANTIL Y SALUD CEREBRAL. ROL DEL EJERCICIO FÍSICO COMO NEUROPROTECTOR

**Jorge Ugarte Llantén**

Kinesiólogo, Magister en Educación mención Pedagogía y Gestión Universitaria  
Escuela de Kinesiología  
Universidad Católica Silva Henríquez  
[jugarte@ucsh.cl](mailto:jugarte@ucsh.cl)

**Denisse Navarro Bustamante**

Fonoaudióloga, Magister en Dirección y Liderazgo para Gestión Educacional  
Escuela de Fonoaudiología  
Universidad San Sebastián  
[Denisse.navarro@uss.cl](mailto:Denisse.navarro@uss.cl)

### RESUMEN

La obesidad infantil ha mostrado un incremento sostenido durante los últimos años. En nuestro país, las tasas de niños con sobrepeso y obesidad muestran un patrón exponencial, concentrándose, en comunas vulnerables. En este sentido, el ejercicio puede generar importantes beneficios en la salud de los niños, impactando positivamente en la salud cardiovascular, sistema musculo esquelético y también a nivel cerebral. Es aquí donde durante los últimos años se han estudiado los cambios que provoca la obesidad en el cerebro infantil y como el ejercicio puede revertir dichos cambios y de esta forma, aumentar la capacidad cognitiva de los niños. Mejoras en pruebas matemáticas, en pruebas de lenguaje y también en la atención, son efectos que se han comprobado en niños obesos que practican ejercicio. No obstante, el desafío de los profesionales que abordan en su rol formador a niños con obesidad es generar un cambio en la forma de percibir la actividad física saludable y una dieta adecuada para entender los beneficios que esto conlleva en la salud cerebral.

**PALABRAS CLAVES:** Obesidad, infancia, salud y cerebro.

La obesidad infantil se ha convertido en uno de los principales desafíos a combatir a nivel mundial, debido a sus masivas e innumerables consecuencias a corto y largo plazo. Se asocia a enfermedades metabólicas, renales, alteraciones cardíacas y hepáticas, deteriorando de esta forma, ostensiblemente la calidad de vida de quienes la padecen, y generando efectos colaterales en sus familias, sociedad y economía en general.

A nivel mundial, la obesidad infantil ha ido en alza. Según la Organización Mundial de la Salud (WHO, World Health Organization) en el año 2013, se reportaban cifras del orden de 42 millones de niños con sobrepeso y/o obesidad. Actualmente, en el año 2023, esa cifra alcanza los 145 millones de niños, entre 5-9 años que padecen sobrepeso y obesidad (WHO, 2023). En nuestro país el panorama también es alarmante. Según el Instituto de Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile (INTA), se estima una prevalencia de un 25,4% de obesidad infantil (INTA, 2022). Incluso, según este mismo organismo, existe un verdadero mapa de la obesidad infantil en Chile, asociándose esta, a comunas en situación de pobreza, de las cuales, 8 de 10 corresponden a comunas ubicadas en la región metropolitana, encabezando la lista las comunas de La Pintana y Cerro Navia (INTA, 2022).

De esta forma, Chile se condice con el panorama global de un aumento sostenido de la obesidad infantil en el mundo. Los factores que se describen como riesgos potenciales para que un niño desarrolle obesidad son variados, y entre estos se cuentan una ingesta alta en alimentos ricos en grasas y azúcares, el sedentarismo y la poca actividad física, nivel educacional de sus padres y/o cuidadores, situación socioeconómica, por mencionar algunos (Dennis E, Manza P & Volkow N, 2022; Shao X, Tan L & He L, 2022).

Las consecuencias y los efectos de la obesidad infantil se asocian a cambios a corto y largo plazo. En efecto, sus consecuencias abarcan desde deterioros al sistema cardiovascular hasta efectos negativos en el desarrollo cerebral, incluyendo también, alteraciones metabólicas, alteración del desarrollo motor y alteraciones en el desarrollo cognitivo. Por ende, si el panorama en Chile es poco alentador, y se condice con la realidad mundial. Los profesionales de la salud y educación infantil ¿Estaremos sintonizando con esta problemática? ¿Conoceremos las nefastas consecuencias de la obesidad en el normal desarrollo del sistema nervioso, cardiovascular y musculoesquelético en los niños? De acuerdo con esto, el objetivo de esta revisión narrativa es actualizar datos acerca de la obesidad infantil, y describir sus consecuencias para conocimiento de los diferentes profesionales que tienen un rol tanto formador, como de prevención y promoción de salud en los niños.

### Obesidad infantil y sus consecuencias en el sistema metabólico y cardiovascular

Antes de comenzar este análisis, se debe aclarar que es de suma complejidad separar los efectos de la obesidad infantil en los distintos sistemas corporales, principalmente porque sus efectos son colaterales e integrados, afectándolos al unísono de una u otra forma. Dicho esto, las consecuencias de la obesidad infantil sobre el sistema metabólico, tiene efectos directos sobre el aprendizaje y la memoria en los niños.

La obesidad infantil genera alteraciones en la regulación de la glicemia, afectando los niveles de insulina. Existe una correlación negativa entre el tejido graso visceral y la sensibilidad a la insulina. Convergamos que esta hormona juega un papel crítico en regular los niveles de azúcar en la sangre, por ende, las alteraciones en su metabolismo pueden generar en el niño, indicios tempranos de resistencia a la insulina y por ende, un futuro diabético en la vida adulta. La resistencia a la insulina se produce por la ingesta de alimentos ricos en grasas y es común observarla en niños con sobrepeso y obesidad; y las alteraciones del sistema insulínico pueden inducir una desregulación e inflamación de tejidos que puede contribuir entre otras cosas a neurodegeneración y alteraciones del aprendizaje (Wang C et al., Chan J, Ren L & Yan J, 2016). La resistencia a la insulina provoca alteraciones celulares para metabolizar la glucosa, lo que provoca un aumento en el nivel de insulina que produce el páncreas, conllevando esto a una desregulación temprana del sistema insulínico, generando de esta forma, alteraciones en la regulación de la glicemia, lo que resulta en altos niveles de insulina en sangre, con sus consecuencias a corto y largo plazo como lo es la diabetes. En efecto, en niños con sobrepeso y obesidad se ha correlacionado el alto nivel de insulina en sangre con la acantosis pigmentaria (acantosis nigricans), la cuál es un signo de pigmentación de pliegues cutáneos, observable, por ejemplo, en la base del cuello de niños obesos, y de esta forma, como predictor de diabetes en aquellos niños, tanto a nivel mundial, como en niños chilenos (Güran T, Turan S, Akcay T & Bereket A, 2008; Barja S, Arteaga A, Acosta A & Hodgson I, 2003).

El tejido adiposo, también produce una serie de sustancias metabólicas que pueden estar involucradas dentro de procesos inflamatorios, como por ejemplo las citokinas. De estas, la leptina

tiene un rol clave en el desarrollo de la obesidad en niños ya que además posee funciones coordinadas con otras hormonas como la insulina. La leptina es una hormona de naturaleza proteica, y como se mencionó anteriormente, es sintetizada en el tejido graso, participando en funciones como regular la cantidad de tejido graso en el cuerpo y además, generar la sensación de saciedad regulando la ingesta de alimentos (Correa-Burrows P et al., 2016). La leptina entonces, al poseer receptores en diversas áreas cerebrales como el hipocampo, y diversas regiones corticales, puede influenciar el desarrollo de muchos procesos mentales y cognitivos en un cerebro inmaduro, por ende, sus elevados niveles, debido principalmente a la acumulación de tejido graso, puede alterar dichos procesos y afectar el desarrollo cognitivo de aquellos niños (Correa-Burrows P et al, 2016; Wang C et al, 2016). Tanto leptina como insulina trabajan como una unidad funcional regulando los niveles de azúcar e ingesta de alimentos en un niño normopeso. Una dieta alta en calorías, la cual tendrá como efecto inmediato el almacenamiento excesivo de grasa visceral y subcutánea alterará los niveles tanto de la insulina como de leptina. Ambas hormonas tendrán un aumento en su síntesis lo que lentamente generará en ese niño, resistencia tanto a la insulina como a la leptina, y consecuentemente lo que denominamos síndrome metabólico, el cual consiste en una condición clínica que genera propensión a la inflamación, hígado graso, dislipidemia, hipertensión, estrés al sistema cardiovascular y que, a futuro, en ese niño, provocará diabetes tipo 2 (Al-Hamad D & Raman V, 2017; Barja S et al., 2009).

Para agregar otro antecedente más a esta problemática, el sistema cardiovascular sufre importantes deterioros con la condición clínica comentada anteriormente. En efecto, la obesidad y el sedentarismo se asocian a factores de riesgo cardiovascular que pueden manifestarse en la vida adulta. La aterogénesis, es el proceso que precede al desarrollo de aterosclerosis, la cual consiste en la acumulación progresiva de grasa y colesterol en las paredes de los vasos sanguíneos, lo cual provoca inflamación y deterioro de estos mismos, y finalmente resulta en alteraciones cardiovasculares prematuras y enfermedades coronarias (McPhee P, Singh S & Morrison K, 2020). La aterosclerosis en sus inicios se caracteriza por la formación de estrías grasas, y que obedece a la acumulación de células espumosas en la capa interna del vaso sanguíneo, zona donde se deposita el contenido graso en la pared interna del vaso sanguíneo y que dará lugar a una placa aterosclerótica. Dicha placa puede expandirse y generar proliferación de células inflamatorias y lipídicas deteriorando de esta forma la calidad del vaso. Se ha asociado la presencia de estrías grasas en los vasos sanguíneos, en el sistema vascular de niños que padecen obesidad (McPhee P, Singh S & Morrison K, 2020). De esta forma, la resistencia a la insulina, la aterogénesis y la grasa abdominal son antecedentes clínicos que predisponen a un niño obeso a padecer síndrome metabólico (Barja S et al, 2009).

En su edad adulta entonces, los niños obesos tendrán elevados niveles de colesterol, riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión y diabetes, lo cual, en conjunto, disminuye la esperanza de vida y generará un importante deterioro de la calidad de vida.

### **Obesidad infantil y desarrollo motor**

Un niño con sobrepeso y/o obesidad tiende a ser un niño sedentario. Juega menos, participa menos en actividades recreativas generando esto importantes consecuencias en su estilo de vida y desarrollo tanto físico como emocional.

Se ha evidenciado un retraso en el desarrollo motor en aquellos niños que padecen sobrepeso y obesidad traduciéndose esto en un deterioro del control motor grueso, como aquel

que involucra el desarrollo de fuerza muscular, o movimientos veloces de las extremidades, y a su vez, el control motor fino, observable en tareas puntuales que involucren, por ejemplo, movimientos controlados por los dedos de la mano (Almeida Barros W et al., 2022; Wang C et al, 2016). Los niños obesos corren menos, generando esto un retraso en la adquisición de habilidades motoras más complejas debido a que correr es un gesto motor básico e inherente del desarrollo humano, el cual da pie para aprender otras habilidades motoras más complejas, las cuales se pueden adquirir mediante el juego, que permite al niño, interactuar con su entorno y lograr un adecuado desarrollo de su masa muscular, sistema óseo y sistema cardiovascular (Cliff D et al., 2012; Okely A, Booth M & Chey T, 2004). Se ha observado que niños obesos participan menos en actividades motoras que involucren patear un balón, esquivar un obstáculo, correr, saltar, y agacharse, actividades que muchas veces están involucradas en juegos colectivos o deportes, e incluso, existe una correlación negativa entre perímetro abdominal (grasa abdominal) y desarrollo de actividades motoras fundamentales como las descritas anteriormente (Wang C et al, 2016; Okely A, Booth M & Chey T, 2004).

Niños con sobrepeso y obesidad también presentan menores velocidades de desplazamiento al correr, menor agilidad y desarrollo de fuerza muscular, y además deterioro del balance y de los ajustes posturales, evidenciado por ejemplo en mayor desplazamiento corporal durante el apoyo unipodal y una mayor utilización del recurso visual, demandando elevados grados de atención para mantener el equilibrio, cuando se les compara a niños normopesos (Almeida Barros W et al, 2022). Otro antecedente relevante es que niños con obesidad poseen menores valores de fuerza de puño (medidas con un dinamómetro) y a su vez, presentan mayores dificultades en tareas manuales que involucren destrezas, como armar o desarmar un juguete, lo cual se traduce en mayores tiempos para la ejecución de dicha tarea (Almeida Barros W et al, 2022).

Para el niño obeso, los juegos que involucren destreza física pueden parecerle desafiantes, ya que debe extremar recursos energéticos y neurales para desarrollar actividades motoras acordes al normal desarrollo de sus pares y por ende, ese niño tenderá a ser sedentario, en donde, mirar televisión, o jugar con pantallas o celulares, será más lúdico para él. De esta forma, un niño en la edad preescolar o escolar que padece sobrepeso y/o obesidad, tenderá a ser un adolescente con conductas sedentarias, poca participación en actividades recreativas, lo que resultará en un deterioro de su sistema musculoesquelético.

### Desarrollo cerebral en el niño obeso

Hoy en día se ha puesto mucho foco en observar los cambios que provoca la obesidad infantil en el desarrollo cerebral, y los cambios plásticos que esta induce. La obesidad infantil afecta la estructura cerebral, altera el sistema insulina-leptina y la función cerebrovascular, altera la función de la barrera hematoencefálica y genera estrés oxidativo (Almeida Barros W et al, 2022; Wang C et al, 2016).

En términos estructurales, la obesidad genera cambios en el grosor cortical, disminuyendo este en áreas frontales y orbitofrontales de la corteza cerebral. También el volumen de ciertas estructuras como el hipocampo y el cerebelo se ve afectado en personas adultas obesas, cambios que pueden generarse en la infancia, como es el caso del hipocampo (Gil Madrona P, Romero Martínez SJ, Sáez Gallego NM & Ordonez Camacho XG, 2019). Tanto corteza orbitofrontal, hipocampo y cerebelo están involucrados en circuitos que procesan aprendizaje motor, emociones y memoria, alterando esto, todas las variables derivadas de estos sistemas de procesamiento neural, como ocurre en niños obesos (Gil Madrona P et al, 2019; Wang C et al, 2016). Se ha

observado incluso que una dieta rica en azúcares y grasas afecta la memoria a largo plazo, aludiendo directamente a la función del hipocampo, esto debido a que la alta concentración de grasas genera expresión de citocinas inflamatorias a nivel del hipocampo afectando de esta forma los mecanismos de consolidación de la memoria (Almeida Barros W et al, 2022; Cheng J, East P, & Blanco E, 2016).

Como se mencionó anteriormente, la obesidad infantil se relaciona a diversas alteraciones en tareas de cognición global, tareas verbales, lectura, matemáticas e incluso alteración de la memoria lógica (Wang C et al, 2016). El tejido adiposo visceral es inversamente proporcional a la memoria y la atención, e incluso al volumen del hipocampo, y a un aumento del tamaño del sistema ventricular del cerebro en el niño obeso (Dennis E, Manza P & Volkow N, 2022). A su vez, un índice de masa corporal (IMC) elevado en los niños, se asocia a una baja actividad metabólica en la corteza prefrontal y en la corteza del cíngulo, y también en la corteza orbitofrontal, zona crítica en el cerebro que gobierna tareas de índole ejecutivo de alta complejidad, y conductas sociales (Dennis E, Manza P & Volkow N, 2022; Cheng J, East P, & Blanco E, 2016). Es destacable que esta zona del cerebro es la última que termina su proceso de mielinización, alrededor de la segunda-tercera década de la vida, por ende, la obesidad infantil, predispone a ese adulto a tener un desarrollo alterado de dicha zona crítica del cerebro, pudiendo tener diversos impactos en la vida adulta.

Otro antecedente que es importante agregar a este análisis, es lo que sucede con la leptina en el cerebro del niño obeso. Habíamos mencionado que la leptina es una hormona que regula la sensación de saciedad y apetito, ya que posee receptores en todo el cerebro (corteza e hipocampo), y que por esta razón puede mediar frente a procesos de aprendizaje y memoria (Obradovic M et al, 2021; Correa-Burrows P et al, 2016; Wang C et al, 2016). En niños obesos, aumenta su producción, generando de esta forma, una desregulación de su sistema de señalamiento en el cerebro, lo que generará entre otras cosas, alteraciones en los mecanismos de consolidación de la memoria, esto debido principalmente a que la leptina regula el crecimiento axonal y procesos neurales críticos como la potenciación y depresión a largo plazo (mecanismos de plasticidad sináptica mediante los cuales, por ejemplo, se consolida un recuerdo o se aprende algo nuevo), que median la integridad sináptica, generándose de esta forma, propensión a mecanismos inflamatorios hipocampales que conllevarán los efectos anteriormente descritos, además de que en ese cerebro se generará resistencia a la leptina, provocando la consecuencia inmediata, que en este niño, aumente la ingesta de alimento para poder conseguir la saciedad (Obradovic M et al, 2021).

Los niveles de insulina también son críticos en los procesos de plasticidad cerebral. En efecto, la insulina participa en la mediación de procesos que regulan la cognición y conducta y a su vez, juega un rol importante en los procesos de plasticidad sináptica que ocurren en el hipocampo (Obradovic M et al, 2021; Cheng J, East P, & Blanco E, 2016). Los receptores de la insulina se encuentran distribuidos en el hipocampo y en la corteza cerebral, por ende, también están implicados en los mecanismos moleculares implicados en la formación de la memoria declarativa (Wang C et al, 2016). Los niveles de insulina también son inversamente proporcionales a la cantidad de tejido graso corporal, afectando su sensibilidad, de manera que la resistencia a la insulina es el resultado de una ingesta alta de grasas y obesidad (Tagi V & Chiarelli F, 2020). La resistencia a la insulina es el principal factor de riesgo en la niñez, para desarrollar diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares en la vida adulta. El tejido adiposo es el factor principal que determina la presencia de resistencia a la insulina en los niños, en donde puntualmente este tejido tiene un rol importante en la génesis de esta condición clínica, ya que induce formación de Acetyl-

CoA en el hígado y esto a su vez, aumenta la inflamación en el tejido adiposo (Tagi V & Chiarelli F, 2020). Lo anterior, genera un bucle de retroalimentación positiva que conduce a un deterioro progresivo del estado de salud del niño, y predisponiendo entonces, la aparición de enfermedades y factores de riesgo para su vida adulta. Las alteraciones en el metabolismo de la insulina provocan neurodegeneración en la vida adulta, generando deterioros en la cognición y plasticidad cerebral, esto debido entre otras causas, a que la resistencia a la insulina genera desregulación del metabolismo de la glucosa a nivel cerebral y además, alteración en los niveles del Factor de crecimiento derivado de la insulina o IGF (*Insulin Growth Factor*), que es un factor de crecimiento crítico en procesos de metabolismo y sobrevivencia neuronal, y plasticidad cerebral (Tagi V & Chiarelli F, 2020; Wang C et al, 2016).

El tejido adiposo genera también otras sustancias que el cuerpo metaboliza, como por ejemplo las citocinas, descritas anteriormente. Algunas de estas citocinas, como la IL-1 (Interleukina-1), puede atravesar la barrera hematoencefálica y generar neuro inflamación, afectando de esta forma las funciones cognitivas. La adiponectina es otra sustancia, involucrada en el control de los niveles de glucosa y descomposición de ácidos grasos, y al igual que la leptina, ejerce una función controlando la saciedad durante el consumo de alimentos; sin embargo, sus niveles son inversamente relacionados al tejido adiposo, y viceversa, niveles adecuados de adiponectina en el cerebro puede generar un rol protector en las células del hipocampo transformándose en un importante factor para prevenir la neurodegeneración (Tagi V & Chiarelli F, 2020; Wang C et al, 2016).

Otra sustancia que participa en diversos procesos de plasticidad neuronal, crecimiento del tejido cerebral y de esta forma, en el desarrollo de procesos de memoria y aprendizaje es el Factor Neurotrófico derivado del Cerebro (BDNF, por sus siglas en inglés). Este factor de crecimiento se une a diversos receptores moleculares ubicados en distintas zonas cerebrales para estimular la neurogénesis y sinaptogénesis (Yang T et al., 2020). Las enfermedades cardio metabólicas se asocian a bajos niveles de BDNF en el sistema nervioso y sumado a esto, una dieta alta en grasas puede reducir los niveles de BDNF en el hipocampo, lo que resulta en una alteración directa de los mecanismos que regulan el aprendizaje y la memoria, puntualmente porque el BDNF participa en el crecimiento de las espinas dendríticas en procesos de plasticidad sináptica (Yang T et al., 2020). Otro factor que está fuertemente asociado a la obesidad infantil y desarrollo cerebral se encuentra en la microbiota intestinal. En efecto, esta relación comienza desde el nacimiento y puede tener profundos efectos en la causalidad de la obesidad en el niño, y a su vez, en el desarrollo cerebral. El microbiota intestinal tiene diferencias tanto en su composición como en su diversidad entre un niño obeso y con peso normal, y esta, al controlar la absorción de energía y nutrientes de los alimentos, cambios en esta microbiota, debido a la dieta puede generar en ese niño, resistencia a la insulina y obesidad (Obradovic M et al, 2021; Al-Hamad D & Raman V, 2017; Wang C et al., 2016). Para finalizar, el microbiota intestinal puede modular la síntesis de diversas neurotrofinas como el BDNF, las cuales influyen en la plasticidad neural (Yang T et al., 2020). De esta forma, el tipo de dieta puede modificar esta microbiota intestinal, que tiene incidencia directa sobre los mecanismos que regulan la producción de neurotrofinas, y eventualmente, afectando los mecanismos de cognición y aprendizaje.

Con todo lo anterior, diversos mecanismos pueden alterar el desarrollo de los procesos cerebrales en la obesidad infantil. Dichos cambios pueden resultar en profundas alteraciones que afectan al niño, y que pueden perdurar hasta la vida adulta, por ende, se hace perentorio combatir la obesidad como medida de protección para un desarrollo cerebral normal.

## El ejercicio y su rol protector

El ejercicio puede mejorar el rendimiento físico y cognitivo, y calidad de vida en un niño, y a lo largo de su vida. En efecto, humanos con gran capacidad aeróbica y entrenados, poseen mayores activaciones de la corteza frontal y parietal, con una memoria espacial más desarrollada, la cual depende, por ejemplo, del volumen del hipocampo (Makino H et al., 2016). También el ejercicio aeróbico en niños se ha vinculado a un mejor rendimiento cognitivo en el tiempo, y además, relacionado a un aumento en la concentración de BDNF en la sangre, el cual se asocia a retención del aprendizaje motor luego de realizar actividad física (Yang T et al., 2020). Puntualmente, un programa de ejercicios de 5 días por semana, por 15 semanas puede mejorar funciones ejecutivas en niños con sobrepeso (Davis C et al., 2007). A su vez, la intensidad del ejercicio se asocia directamente con los niveles de BDNF, con cambios estructurales del cerebro y además, cambios en diversas variables cognitivas como retención de información, memoria y atención, en donde a mayor intensidad, mayor expresión de dichas variables (Yang T et al., 2020). Y como se ha mencionado anteriormente, el ejercicio a temprana edad se asocia con un mayor volumen hipocampal y mayor densidad de conexiones sinápticas a nivel de la corteza prefrontal, generando esto, importantes efectos sobre la capacidad de aprendizaje, memoria y conductas ejecutivas en el futuro adulto (Yang C et al., 2020; Rice D et al., 2019; Davis C et al., 2007).

El efecto de la práctica física sostenida tiene importantes beneficios en variables cognitivas en los niños. Por ejemplo, la práctica de actividad física de más de 4 horas semanales genera importantes efectos beneficiosos en habilidades de lenguaje y pensamiento matemático en escolares de educación básica chilenos (Correa-Burrows P et al., 2017a). Dicho efecto es menor, cuando la práctica de actividad física es en un rango entre 2 a 4 horas semanales, y un efecto muy pobre, cuando la cantidad de actividad física semanal es menor a dos horas (Correa-Burrows P et al., 2017a). Incluso, estos datos se pueden asociar al consumo de comida rica en azúcares y grasas. También se ha observado una correlación negativa entre consumo de estos alimentos y resultados en pruebas de rendimiento académico en escolares adolescentes chilenos, en donde, estudiantes con patrones de consumo de alimentos con un alto índice calórico, tienen peores resultados en pruebas escolares y a su vez, malos resultados en pruebas para ingreso a la educación superior (Correa-Burrows P et al., 2017b). Es lógico pensar entonces, que mientras más temprano se inculque la actividad física en los niños, en un principio, a través del juego y con fines recreativos, paralelamente, esta tendrá importantes efectos en la salud cardiovascular de los niños, pero a su vez, un importante rol neuro protector.

De acuerdo con esto, la alta prevalencia de la obesidad infantil y sus negativos efectos necesitan de medidas preventivas a corto plazo. Lo anterior es crítico desde el punto de vista neural, considerando que el desarrollo cerebral genera cambios profundos en la anatomía y distribución de la materia gris y blanca, lo cual es paralelo al desarrollo de procesos cognitivos (Shao X et al., 2022). En el período de la infancia que abarca desde el nacimiento hasta los dos años, la sustancia gris en el cerebro incrementa rápidamente su volumen, a diferencia de la sustancia blanca (Gilmore J et al., 2018). De este modo, durante el avance de la infancia y hasta la adolescencia, este patrón de distribución de volumen se va invirtiendo paulatinamente, aumentando en forma sostenida, el volumen de sustancia blanca cerebral, por ende, en este período extremadamente sensible de madurez y crecimiento cerebral, un hábito saludable como el ejercicio se asocia positivamente al desarrollo de habilidades cognitivas y desarrollo cerebral (Jiang F et al., 2023; Shao X et al., 2022). En efecto, a los cambios ya mencionados sobre la estructura cerebral, y habilidades cognitivas, estudios realizados con imágenes de resonancia

magnética funcional (RMf) han evidenciado significantes reducciones en el volumen de materia gris en la corteza temporal medial derecha, lóbulo parietal superior izquierdo, gyrus pre y post central, cerebelo y tálamo bilateral. A su vez, comparados con niños con peso normal, los niños obesos muestran un aumento en el volumen de la materia blanca consistente con zonas parietales y orbitales y en la zona frontal superior, sumando que además, estos hallazgos se correlacionan con un menor volumen del hipocampo, como se mencionó anteriormente (Jiang F et al, 2023). Se puede agregar también que, puntualmente, las reducciones en la materia gris apuntan también a estructuras como el lóbulo prefrontal, tálamo, gyrus precentral derecho y amígdala, en comparación a niños con peso normal (Jiang F et al, 2023). Las estructuras anteriormente mencionadas son críticas en diversas funciones cognitivas, ejecutivas y somatosensoriales, y a su vez, reguladoras del estado de ánimo e involucradas en la conducta que pueda adoptar ese niño frente a diversas situaciones que perturben su entorno, por ende, dichas alteraciones en la estructura cerebral, dejan en desventaja al niño obeso en muchos aspectos del aprendizaje sensoriomotor y cognitivo emocional, generando de esta forma, adaptaciones plásticas persistentes en ese cerebro, que persistirán hasta la vida adulta, con la consecuente predisposición a padecer enfermedades neurodegenerativas con sus respectivas consecuencias.

Sin embargo, todos estos cambios descritos también pueden ir en reversa, es decir, potenciar la plasticidad sináptica en diversas áreas afectadas con el ejercicio. Existen interesantes estudios que han observado, mediante un acelerómetro (dispositivo para medir cantidad de movimientos y desplazamientos), el nivel de actividad física en niños obesos y evaluado el crecimiento de diversas áreas cerebrales. Existe una interesante correlación entre aumento de la cantidad de actividad física diaria y volumen de materia gris en el hipocampo derecho. Puntualmente, 20min/día de actividad física ligera a moderada se correlacionan con 100mm<sup>3</sup> de aumento de volumen de materia gris en el hipocampo derecho en niños obesos y con sobrepeso (Jiang G et al, 2023; Ruotsalainen L et al., 2019).

Es destacable que diversos estudios también han relacionado el tiempo que los niños destinan a ver televisión o jugar con celulares y la densidad de materia gris en el lóbulo temporal, por ejemplo, en donde existe una correlación negativa, y a su vez, como la inactividad física y el sedentarismo, afecta las funciones ejecutivas en estos niños, o la resolución de simples problemas que involucren la memoria de trabajo (Jiang G et al, 2023; Ruotsalainen L et al., 2019). No obstante, actualmente se sigue investigando esta interesante relación, debido entre otras cosas, a diferentes técnicas de medición de la actividad cerebral.

La actividad física, entre 20 a 40 minutos por día, en un plazo de 5 a 15 semanas puede generar importantes resultados en la resolución de problemas de naturaleza ejecutiva. Por ejemplo, la actividad física en niños entre 8 y 11 años, como lo es, saltar la cuerda, jugar a deportes como fútbol o basquetbol, o caminar sobre un treadmill, aumenta la actividad en diversas zonas cerebrales como las áreas prefrontales bilaterales, críticas en la resolución de este tipo de desafíos (Laurent JS et al., 2020). Los niños que practican ejercicio diariamente también obtienen mejores rendimientos en pruebas como “Flanker task” y “Antisaccade Task” las cuales son pruebas que evalúan la resolución de problemas con énfasis en la función del lóbulo frontal (Jiang G et al, 2023; Laurent JS et al., 2020). Los niños con sobrepeso y obesidad exhiben niveles inferiores en tareas de rendimiento cognitivo como también, un déficit en la “inhibición” (evaluada con las pruebas anteriormente mencionadas), flexibilidad cognitiva, atención y rendimiento académico (Jiang G et al., 2023). Puntualmente, la inhibición como tal, es una característica muy importante en el desarrollo cerebral infantil, ya que apunta a un mecanismo neural que busca inhibir conductas impulsivas, y ayuda al niño a mantener la atención en ciertas tareas, lo cual



puede resultar en un mejor rendimiento académico y mayor control de sus emociones (Bremer E et al., 2020). En efecto, niños con déficit atencional o también hiperactividad, exhiben un aumento de este control inhibitorio luego de realizar ejercicio, y en niños con trastorno del espectro autista, también se observan beneficios de este control inhibitorio, luego de realizar ejercicio (Bremer E et al., 2020), pero aún no es concluyente que los beneficios del ejercicio tanto a corto y largo plazo bajo estas condiciones, se extrapolen a niños con obesidad, o IMC elevados, y que puedan afectar otras variables como la flexibilidad cognitiva o atención (Jiang G et al., 2023).

En otra arista, la integridad de la materia blanca también puede aumentar con el ejercicio aeróbico en niños obesos. Programas de ejercicios, similares a los descritos anteriormente, durante 8 meses, en niños sobre los 8 años, pueden aumentar la integridad de la materia blanca en el lóbulo frontal y parietal, hallazgo observado solo en niños que realizan ejercicio cuando se les compara a un grupo control (Schaeffer D et al., 2014). Estos hallazgos también resultan positivos al generar cambios plásticos estructurales y persistentes en los cerebros de niños que son sometidos a programas de ejercicios con sus consecuentes mejoras cognitivas. Podemos argumentar de esta forma, que los beneficios de la actividad física van más allá de la reducción del tejido graso corporal y la salud cardiovascular. El ejercicio genera sustantivas mejoras en la salud cerebral y de todos los procesos involucrados en esto, de manera que es imperativo aumentar y normalizar la práctica de actividad física a temprana edad. Para sustentar este dato, la práctica de actividad física (4 horas semanales) en escolares chilenos con sobrepeso genera mejoras en el rendimiento de pruebas matemáticas y de lenguaje (Correa-Burrows P et al., 2017a), nuevamente, apoyando la moción de que la práctica de actividad física tiene una concreta y sólida relación con la salud cerebral y el rendimiento cognitivo. El desafío entonces, es dilucidar que tipo de actividad física es atractiva para los niños de hoy en día, teniendo en cuenta el masivo uso de pantallas al cual están muy familiarizados.

### Desafíos y reflexiones

La obesidad infantil ha tenido un sostenido aumento en los últimos 20 años, y Chile no es la excepción. De hecho, tenemos altos índices de obesidad infantil y adulta, y ambos al alza con una gran prevalencia de enfermedades crónicas derivadas de esta condición. La interrogante es si las políticas actuales y los esfuerzos alcanzan para detener este fenómeno. Al parecer no. Existen factores sociodemográficos indiscutibles que suman varias piezas a este complejo rompecabezas. La comuna de residencia, el acceso a una alimentación saludable, o la educación de padres y madres y/o cuidadores, son factores que tienen mucha gravitación al momento de analizar por qué un niño es obeso. Un niño con padres con educación superior, con un bagaje cultural amplio, tiene menos riesgo de padecer obesidad y sobrepeso, que un niño con padres con un bajo nivel cultural (Dennis E, Manza P & Volkow N, 2022). Con esto nace una arista a este problema, que es la educación acerca de la promoción y prevención en salud, con énfasis en la obesidad infantil y sus nefastos efectos en la salud del niño. ¿Se estarán haciendo los esfuerzos adecuados? ¿Estaremos apuntando hacia la dirección correcta? Son preguntas que han presentado respuestas muy esquivas.

El currículo escolar chileno es muy precario en términos de realización de actividad física. Concretamente, las cuatro horas semanales que se reservan para la realización de deporte, o clases de educación física, son más que insuficientes al momento de presentar los hallazgos descritos en esta revisión. Si bien, la organización curricular describe tres ejes de habilidades motrices (locomotrices, manipulativas y de estabilidad), y los beneficios de una vida activa y

saludable, describiendo la realización de juegos lúdicos o recreativos y realización de actividad en forma planificada (MINEDUC, 2018), parece no ser suficiente para contrarrestar la aparición de sobrepeso y obesidad en los escolares chilenos. Un factor limitante puede ser la carencia de recursos físicos para desarrollar una práctica de actividad física adecuada, o la rigidez del currículo. Pero no es menor el detalle que niños de comunas con mejor ingreso per cápita, tengan acceso a mejores colegios, tengan mayor acceso a áreas verdes y, por ende, presenten menos indicadores de obesidad.

El desafío apunta a tratar de revertir estas cifras, que van en aumento sostenido. Quizás la práctica de deporte y actividad física debiese también familiarizarse en espacios como el hogar, o lugares pequeños, entre otras cosas para que los niños puedan realizarla a través de juegos o ejercicios localizados como por ejemplo push-up o ejercicios tipos squats, para prescindir de la necesidad de grandes espacios y equipamiento, y siempre supervisados por un adulto. En fin, la práctica de deporte y actividad física debiese normalizarse en nuestra sociedad y no ser responsabilidad de los niños, sino más bien, los adultos demostrar con nuestra conducta, la practica regular de ejercicio y sus beneficios, y de esta forma, eliminar esa etiqueta negativa a la cuál siempre se asocia. El desafío apunta a los profesionales que trabajan con niños. Médicos, nutricionistas, kinesiólogos, enfermeras, fonoaudiólogos, profesores, educadores de párvulo, deben empoderarse de este mensaje y generar el aprendizaje en las familias de aquellos niños. Además, también, crear instancias de esparcimiento y generar este cambio en la forma de desenvolverse en la vida, sobre todo durante la primera infancia y en la edad preescolar, que es donde se comienzan a forjar las adaptaciones cognitivas y motoras más complejas del sistema nervioso humano y que es en donde los cambios neurales que genera la obesidad pueden ser permanentes y reflejarse incluso hacia la edad adulta.

Para concluir, hasta este momento, en nuestro país persiste un incremento en los indicadores de obesidad, alcanzando niveles preocupantes. A su vez, esta obesidad infantil tiene un verdadero mapa que se conjuga con la pobreza y la vulnerabilidad socioeconómica de aquellos niños que crecen en ambientes desfavorables. Sin ir más lejos, aquellos niños de comunas con una alta prevalencia de obesidad infantil disponen de menos áreas verdes y plazas para jugar, o espacios protegidos donde puedan estar tranquilos. Los establecimientos educacionales en su mayoría carecen de programas extracurriculares en donde los niños puedan participar en espacios de esparcimiento y de actividad física saludable. Sumemos a esto la rigidez del currículo actual en temas referentes a la educación física. Se proponen el desarrollo y alcance de hitos motores en la edad preescolar y escolar básica, pero bajo este escenario, cada vez es más difícil lograr aquello. Los niños adquieren alimentos con un gran contenido calórico en espacios como colegios y lugares de esparcimiento. La vida sana en este sentido parece algo más idílico que real. Este mensaje debe ser incorporado en aquellos profesionales que pueden tener un impacto en la salud de nuestros niños, como de sus padres. El ejercicio puede cambiar la salud cerebral, mejorarla, y generar con esto, adultos más sanos el día de mañana.

## REFERENCIAS

Al-Hamad D, Raman V. Metabolic syndrome in children and adolescents. *Transl Pediatr*, 2017; 6(4): 397-407. Doi: 10.21037/tp.2017.10.02

Almeida Barros W, Gomes da Silva K, Pereira Silva R, da Silva Souza A, Januário da Silva A, Marques Silva M, de Sousa Fernandes M, de Sousa S, Nogueira Souza V. Effects of overweight/obesity on motor

control performance in children: A systematic review. *Front Endocrinol*, 2022; 12: 759165. Doi: 10.3389/fendo.2021.759165

Barja S, Acevedo M, Arnaiz P, Berríos X, Bambs C, Guzmán B, Carvajal J, Cassi B, Navarrete C. Marcadores de aterosclerosis temprana y síndrome metabólico en niños. *Rev Med Chile*. 2009; 137(4): 522-530. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872009000400010>

Barja S, Arteaga A, Acosta A, Hodgson I. Resistencia insulínica y otras expresiones del síndrome metabólico en niños obesos chilenos. *Rev Med Chile*. 2003; 131(3): 259-268. <https://dx.doi.org/10.4067/50034-988720030003000003>

Bremer E, Graham J, Heisz J, Cairney J. Effect of acute exercise on prefrontal oxygenation and inhibitory control among male children with autism spectre disorder: an exploratory study. *Front Behav Neurosci*, 2020; 14:84. Doi: 10.3389/fnbeh.2020.00084

Cliff D, Okely D, Morgan P, Jones R, Steele J, Baur L. Proficiency deficiency: mastery of fundamental movement skills and skills components in overweight and obese children. *Obesity*, 2012; 20(5): 1024-1033

Correa-Burrows P, Burrows R, Ibaceta C, Orellana Y, Ivanovic D. Physically active Chilean school kids perform better in language and mathematics. *Health Promotion International*, 2017a; 32: 241-249. Doi: 10.1093/headpro/dau010

Correa-Burrows P, Rodriguez Y, Blanco E, Gahagan S, Burrows R. Snacking quality is associated with secondary school academic achievement and the intention to enroll in higher education: A cross-sectional study in adolescents from Santiago, Chile. *Nutrients*, 2017b; 9, 433. Doi:10.3390/nu9050433

Correa-Burrows P, Blanco E, Reyes M, Castillo M, Peirano P, Algarín C, Lozoff B, Gahagan S, Burrows R. Leptin Status in adolescence is associated with academic performance in high school: a cross-sectional study in a Chilean birth cohort. *BMJ Open*, 2016; 6:e01972. Doi:10.1136/bmjopen-2015-010972

Cheng J, East P, Blanco E. Obesity leads to declines in motor skills across childhood. *Child: Care Health Dev*, 2016; 42:343-50. Doi: 10.1111/cch.12336

Davis C, Tomporowski P, Boyle C. Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning: a randomized controlled trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 2007; 78(5): 510-519.

Dennis E, Manza P, Volkow N. Socioeconomic status, BMI and brain development in children. *Translational Psychiatry*, 2022; 12:33: <https://doi.org/10.1038/s41398-022-019779-3>

Gil Madrona P, Romero Martínez SJ, Sáez Gallego NM, Ordonez Camacho XG. Psychomotor limitations of overweight and obese five-year-old children: influence of body mass indices on motor, perceptual and social-emotional skills. *Int J Environ Res Public Health*, 2019; 16:427. Doi: 10.3390/ijerph16030427

Gilmore J, Knickmeyer C, Gao W. Imaging structural and functional brain development in early childhood. *Nature Reviews Neuroscience*, 2018; 19: 123-137. Doi: 10.1038/nrn.2018.1

Güran T, Turan S, Akcay T, Bereket A. Significance of acanthosis nigricans in childhood obesity. *Journal of Paediatrics and Child Health*. 2008; 44(6):338-41. Doi: 10.1111/j.1440-1754.2007.01272.x

INTA - Instituto de Tecnología de los Alimentos (INTA). Académicos del INTA elaboraron índice de riesgo de obesidad infantil comunal. 2022. Disponible en: <https://uchile.cl/noticias/186960/academico-elaboraron-indice-de-riesgo-de-obesidad-infantil-comunal>

Jiang F, Li G, Ji W, Zhang Y, Wu F, Hu Y, Zhang W, Manza P, Tomasi D, Volkow N, Gao X, Wang J, Zhang Y. Obesity is associated with decreased gray matter volume in children: a longitudinal study. *Cereb Cortex*, 2023; 33(7): 3674-3682. Doi: 10.1093/cercor/bhac300

Laurent JS, Watts R, Adise S, Allgaier N, Chaarani B, Garavan H, Potter A, Mackey S. Associations among body mass index, cortical thickness, and executive function in children. *JAMA Pediatr*, 2020; 174: 170-177.

Makino H, Hwang E, Hedrick N, Komiyama T. Circuit mechanisms of sensorimotor learning. *Neuron*, 2016; 92(23): 705-721.

McPhee P, Singh S, Morrison K. Childhood obesity and cardiovascular risk: working toward solutions. *Canadian Journal of Cardiology*. 2020; 36(9): 1352-1361. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.06.020>

MINEDUC – Ministerio de Educación. Bases Curriculares Primero a Sexo Básico. 2018. Disponible en: [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-22394\\_bases.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-22394_bases.pdf)

Obradovic M, Sudar-Milovanovic E, Soskic S, Essack M, Arya S, Stewart A, Gojobori T, Isenovic E. Leptin and obesity: role and clinical implication. *Front. Endocrinol*, 2021; 12:585887. Doi: 10.3389/fendo.2021.585887

Okely A, Booth M, Chey T. Relationship between body composition and fundamental movement skills among children and adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 2004; 75(3): 238-247.

Rice D, Nijs J, Kosek E, Wideman T, Hasenbring M, Koltyn K, Graven-Nielsen T, Polli A. Exercise-induced hypoalgesia in pain-free and chronic pain populations: state of art and future directions. *The Journal of Pain*, 2019; 20(11): 1249-1266. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2019.03.005>

Ruotsalainen L, Renvall V, Gorbach T, Syväoja H, Tammelin T, Karvanen J. Aerobic fitness, but not physical activity, is associated with grey matter volume in adolescents. *Behav Brain Res*, 2019; 362: 122-130. Doi: 10.1016/j.bbr.2018.12.041

Shao X, Tan L, He L. Physical activity and exercise alter cognitive abilities and brain structure and activity in obese children. *Front. Neurosci*. 2022. 16.1019129. doi: 10.3389/fnins.2022.1019129

Schaeffer D, Krafft C, Schwarz N, Chi L, Rodrigue A, Pierce J. An 8-month exercise intervention alters frontotemporal white matter integrity in overweight children. *Psychophysiology*, 2014; 51: 728-733. Doi: 10.1111/pysp.12227

Tagi V, Chiarelli F. Obesity and insulin resistance in children. *Curr Opin Pediatr*, 2020; 32(4): 582-588. Doi: 10.1097/MOP.0000000000000913

Wang C, Chan J, Ren L, Yan J. Obesity reduces cognitive and motor functions across the lifespan. *Neural Plasticity*, 2016. <https://dx.doi.org/10.1155/2016/2473081>

WHO - World Health Organization. Leadership dialogue in food systems for people's nutrition and health. 2023. Disponible en: <https://www.who.int/news/item/28-07-2023-leadership-dialogue-on-food-systems-for-people-s-nutrition-and-health>

Yang T, Nie Z, Shu H, Kuang Y, Chen X, Cheng J, Yu S, Liu H. The role of BDNF on neural plasticity in depression. *Front. Cell. Neurosci.* 2020; 14:82. Doi: 10.3389/fncel.2020.00082