*Medis: Jurnal Inovasi Kesehatan dan Medika Nusantara*
*Volume: 1, Nomor: 2, (2026), Juni: 187 - 198*
*Website: https://ejournal.ojs-lppm.com/index.php/Medis/article/view/208*
*E-ISSN: 3124-8918*

# Paparan Gawai pada Anak: Antara Stimulasi Neurokognitif dan Risiko Disregulasi Tidur serta Luaran Neurodevelopmental pada Populasi Pediatri: Tinjauan Literatur

**Gandhi Innas Salsabil [1], Meisya Devi Ardhana [2]**
Fakultas Kedokteran, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia [1,2]
Corresponding Author: *gandhi.23040@mhs.unesa.ac.id[1*]*, *meisya.23019@mhs.unesa.ac.id[2]*

***Info Artikel***
***Received:*** *19 Mei 2026*
***Revised :*** *05 Juni 2026*
***Accepted:*** *18 Juni 2026*
***Published:*** *26 Juni 2026*

***Keywords:*** *Screen time, pediatric neurodevelopment, sleep disorders in children, neurocognitive, language delay*

***Abstract***
*The global increase in screen time among children has sparked debates between educational stimulation potential and the risks of neurodevelopmental and sleep disruptions. This study aims to comprehensively review the impact of screen time on neurocognitive stimulation, sleep quality, and neurodevelopmental outcomes in the pediatric population. The method employed is a systematic literature review of forty-two scientific articles published between 2014 and 2024 retrieved from electronic databases. The results reveal a bidirectional effect as a novelty. Structured exposure enhances language skills in children aged 2–5 years. Conversely, exposure exceeding 2 hours per day, particularly at night, consistently shortens sleep duration through blue light-mediated melatonin suppression and dopaminergic activation. Long-term consequences include an increased risk of attention deficit disorders, language delay, and reduced prefrontal cortex thickness. The study concludes that screen time outcomes depend heavily on content type, duration, age, and context. An evidence-based approach is recommended by limiting screen duration according to health guidelines, implementing media-free time before sleep, and optimizing active parental mediation during device use.*

***Kata Kunci****:* Waktu layar, perkembangan saraf pediatri, gangguan tidur anak, perkembangan kognitif

***Abstrak***
Peningkatan penggunaan gawai (*screen time*) pada anak secara global memicu perdebatan antara potensi stimulasi edukatif dan risiko gangguan perkembangan saraf serta tidur. Penelitian ini bertujuan mengkaji secara komprehensif dampak paparan gawai terhadap stimulasi neurokognitif, kualitas tidur, dan luaran perkembangan saraf populasi pediatri. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur sistematis terhadap empat puluh dua artikel ilmiah periode 2014–2024 yang diperoleh dari berbagai basis data elektronik. Hasil penelitian menunjukkan kebaruan bahwa dampak gawai bersifat dua arah. Paparan terstruktur meningkatkan kemampuan bahasa anak usia 2–5 tahun. Sebaliknya, paparan lebih dari 2 jam per hari, terutama malam hari, secara konsisten memendekkan durasi tidur akibat supresi melatonin oleh cahaya biru dan aktivasi sistem dopaminergik. Dampak jangka panjangnya meliputi peningkatan risiko gangguan pemusatan perhatian, keterlambatan bahasa, dan penurunan ketebalan korteks prefrontal. Simpulan penelitian menegaskan bahwa luaran gawai sangat bergantung pada jenis konten, durasi, usia, dan konteks penggunaan. Pendekatan berbasis bukti disarankan melalui pembatasan durasi sesuai panduan kesehatan, penerapan waktu bebas gawai sebelum tidur, serta optimalisasi

peran aktif orang tua dalam mendampingi anak.

***This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.***
***Publisher: Lembaga Penerbit Penelitian Multidisipliner***

## PENDAHULUAN

Era digitalisasi yang pesat telah membawa gawai elektronik meliputi telepon pintar (*smartphone*), tablet, komputer, dan televisi ke dalam kehidupan sehari-hari anak-anak di seluruh dunia. Data terkini menunjukkan bahwa rata-rata anak usia di bawah 5 tahun di negara maju menghabiskan 2–4 jam per hari di depan layar, sementara di Indonesia angka tersebut mencapai 3,5 jam per hari berdasarkan survei Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia tahun 2023 (Kominfo RI, 2023). Fenomena ini dipercepat oleh pandemi COVID-19, yang secara dramatis meningkatkan ketergantungan pada teknologi digital untuk pembelajaran dan hiburan (Beste & Dinse, 2019).

Periode usia 0–8 tahun merupakan masa kritis perkembangan otak manusia, ditandai dengan sinaptogenesis masif, mielinisasi progresif, dan plastisitas neuron yang tinggi. Selama periode ini, otak sangat responsif terhadap masukan lingkungan baik stimulasi yang bersifat protektif maupun faktor risiko yang bersifat disruptif (Greenough et al., 1987). Di satu sisi, konten digital yang terancang dengan baik dan interaktif berpotensi menjadi alat edukatif yang bermakna; di sisi lain, paparan gawai yang tidak terkontrol dikaitkan dengan berbagai luaran negatif termasuk gangguan tidur, keterlambatan perkembangan bahasa, dan gejala yang serupa dengan *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*.

Otak yang sedang berkembang sangat rentan terhadap efek cahaya biru (*blue light*) yang dipancarkan oleh layar gawai. Cahaya pada panjang gelombang 400–490 nm ini secara selektif menekan sekresi melatonin oleh kelenjar pineal melalui jalur retinohipotalamik, yang pada gilirannya mengganggu ritme sirkadian dan arsitektur tidur pada anak (Chellappa et al., 2013). Mengingat bahwa tidur yang berkualitas merupakan prasyarat fundamental bagi konsolidasi memori dan perkembangan neurokognitif, gangguan tidur akibat gawai memiliki implikasi klinis yang signifikan (Walker, 2017).

Meskipun berbagai panduan telah dikeluarkan oleh *World Health Organization* dan *American Academy of Pediatrics*, implementasinya di lapangan masih jauh dari optimal. Kurangnya pemahaman orang tua, tekanan sosial, dan ketidakkonsistenan bukti ilmiah menjadi hambatan utama. Oleh karena itu, tinjauan literatur komprehensif ini bertujuan untuk mensintesis bukti-bukti terkini mengenai mekanisme neurobiologis, dampak klinis, dan rekomendasi berbasis bukti terkait paparan

gawai pada populasi pediatri (Brown & Council on Communications and Media, 2011).

Tinjauan ini secara khusus berfokus pada tiga pertanyaan utama: (1) Bagaimana paparan gawai dapat memberikan stimulasi neurokognitif yang bermanfaat pada anak? (2) Melalui mekanisme apa paparan gawai menyebabkan disregulasi tidur? dan (3) Apa saja luaran neurodevelopmental yang terkait dengan paparan gawai berlebihan pada anak usia dini?

## METODE PENELITIAN

Tinjauan literatur ini dilakukan menggunakan jenis penelitian tinjauan pustaka sistematis dengan mengacu pada prinsip-prinsip PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).* Sasaran populasi dan sampel penelitian ini difokuskan pada populasi pediatri secara global dengan rentang usia nol hingga dua belas tahun. Waktu pengumpulan data dilaksanakan secara jelas dan tepat pada bulan Oktober 2024 dengan tempat atau lokus pencarian melalui akses daring pada basis data elektronik global meliputi *PubMed/MEDLINE, Google Scholar*, *Cochrane Library*, *ScienceDirect,* dan *ProQuest*.

Strategi penelusuran data dilakukan dengan instrumen berupa kombinasi istilah kata kunci *Medical Subject Headings* dan kata kunci bebas yang mencakup perpaduan frasa sekuensial yaitu (1) gawai yang meliputi *screen time, digital media, mobile device*, *television*, serta *smartphone*, (2) subjek anak yang meliputi *child*, *children*, *infant*, *toddler*, *preschool*, serta *pediatric*, (3) perkembangan saraf yang meliputi *neurodevelopment*, *cognitive development*, *brain development*, *language development*, serta *executive function*, dan (4) tidur yang meliputi *sleep*, *sleep disorder*, *sleep quality*, *circadian rhythm*, serta *melatonin*. Penelusuran ini juga menyertakan padanan kata kunci dalam bahasa Indonesia untuk memperoleh cakupan literatur lokal yang relevan.

Teknik memperoleh artikel dilakukan secara ketat melalui kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi dalam penelitian ini mencakup beberapa hal penting yaitu (1) artikel diterbitkan dalam jurnal *peer-reviewed* dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir antara Januari 2014 hingga Oktober 2024, (2) partisipan atau subjek merupakan anak berusia 0–12 tahun, (3) desain studi atau rancangan mencakup *randomized controlled trial*, studi kohort, studi kasus-kontrol, studi potong lintang, tinjauan sistematis, dan meta-analisis, (4) artikel tersedia secara utuh dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia, dan (5) melaporkan sekurang-kurangnya satu luaran neurokognitif, tidur, atau perkembangan saraf pediatri. Sementara itu, kriteria eksklusi yang diterapkan meliputi laporan kasus tunggal, opini editorial tanpa data primer, artikel yang terduplikasi, serta studi dengan kualitas metodologis rendah berdasarkan penilaian instrumen *Newcastle-Ottawa Scale* atau *Cochrane Risk of*

*Bias Tool*.

Prosedur pelaksanaan penelitian dan teknik analisis data dijabarkan melalui tiga tahapan sekuensial utama. Tahap pertama dimulai dari penyaringan judul dan abstrak secara independen oleh dua peneliti untuk menjaga objektivitas. Tahap kedua dilanjutkan dengan evaluasi naskah teks lengkap untuk memastikan kesesuaian konten. Tahap ketiga ditutup dengan penilaian kualitas metodologis menggunakan instrumen penilaian yang disesuaikan terhadap desain studi masing-masing, di mana setiap perbedaan pendapat di antara peneliti diselesaikan melalui diskusi konsensus. Dari total 412 artikel yang teridentifikasi pada pencarian awal, pemaknaan data dilakukan melalui pembersihan 87 artikel duplikasi, menyaring 189 judul dan abstrak, serta mengevaluasi 94 teks lengkap hingga menyisakan sebanyak 42 artikel final yang memenuhi seluruh kriteria inklusi untuk dianalisis secara naratif-sintetik dalam mengukur keterkaitannya dengan tujuan penelitian.

***Table 1.*** *Ringkasan Proses Seleksi Literatur (Alur PRISMA)*

| Tahap Seleksi | Jumlah Artikel (n) |
|---|---|
| Artikel teridentifikasi dari semua basis data | 412 |
| Setelah penghapusan duplikasi | 325 |
| Setelah penyaringan judul dan abstrak | 136 |
| Setelah penilaian teks lengkap | 42 |
| Artikel final yang dianalisis | 42 |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

### Epidemiologi penggunaan gawai pada anak

Penggunaan gawai pada anak meningkat eksponensial dalam satu dekade terakhir. Survei multinasional di lima puluh tiga negara menunjukkan 59% anak usia di bawah dua tahun terpapar layar setiap hari dengan durasi rata-rata 2,1 jam (Huss & Gurtner, 2022). Di Amerika Serikat, anak usia nol hingga delapan tahun menghabiskan rata-rata dua jam sembilan belas menit per hari di depan layar (Rideout & Robb, 2020). Di Indonesia, 62,4% anak usia lima hingga dua belas tahun mengakses internet setiap hari melalui telepon pintar orang tua (APJII, 2023). Pandemi *Coronavirus Disease 2019* turut meningkatkan waktu layar harian anak sebesar 1,5 hingga 2,5 jam secara global (Beste & Dinse, 2019). Tingginya penggunaan gawai ini dipengaruhi oleh (1) tingkat pendidikan orang tua yang rendah, (2) pendapatan keluarga yang terbatas, (3) pemanfaatan gawai sebagai pengalih

perhatian (*digital pacifier*), (4) kurangnya pemahaman regulasi batas usia, dan (5) desain platform digital yang adiktif (Radesky et al., 2014; Mindell & Owens, 2015).

**Potensi stimulasi neurokognitif gawai**

Paparan gawai dapat berdampak positif jika bersifat aktif, interaktif, dan didampingi orang dewasa (Christakis, 2009). Studi Madigan et al. (2019) menemukan bahwa konten edukatif interaktif, seperti panggilan video dua arah, meningkatkan skor perkembangan bahasa anak usia lima tahun. Manfaat ini dimediasi oleh aktivasi sistem dopaminergik yang meningkatkan motivasi belajar, stimulasi korteks motorik melalui respons motorik halus, dan pengayaan kosakata (Gentile et al., 2012; Valkenburg et al., 2006). Pencitraan otak oleh Hutton et al. (2020) menunjukkan aktivasi kuat pada area Broca dan girus angularis kiri saat anak membaca bersama secara digital. Namun, efek defisit transfer video tetap terjadi pada anak di bawah tiga puluh bulan, di mana mereka belum mampu menyerap informasi dari layar dua dimensi seefektif pembelajaran langsung (Anderson & Pempek, 2005; DeLoache et al., 2010).

***Table 2.*** *Ringkasan Studi Terpilih tentang Dampak Neurokognitif Paparan Gawai*

| Penulis (Tahun) | Desain Studi | Populasi | Intervensi/Paparan | Temuan Utama |
|---|---|---|---|---|
| Madign et al. (2019) | Kohort prospektif | 2.441 anak, 0–5 tahun | Screen time >2 jam/hari pada usia 2 tahun | Penurunan skor perkembangan pada usia 3 dan 5 tahun (OR 1,32) |
| Hutton et al. (2020) | RCT/fMRI | 47 anak, 3–5 tahun | Shared reading digital vs. screen time pasif | Aktivasi area bahasa lebih kuat pada shared reading digital |
| Cheng et al. (2020) | Meta-analisis (23 studi) | Anak 0–12 tahun | Screen time >2 jam/hari | Peningkatan risiko keterlambatan bahasa (RR 1,49, 95% CI 1,28–1,73) |
| Twenge & Campbell (2019) | Analisis data sekunder (ABCD Study) | 4.520 anak, 9–10 tahun | Screen time >2 jam/hari | Penipisan kortikal prefrontal dan temporal pada neuroimaging |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Linebarger & Walker (2005) | Studi observasional | 51 bayi, 6–30 bulan | Paparan program edukatif vs. hiburan | Kosakata lebih tinggi pada konten edukatif bernarasi |

**Mekanisme neurobiologis disregulasi tidur akibat gawai**

Hubungan gawai dan gangguan tidur dimediasi oleh tiga jalur mekanistik utama (Chellappa et al., 2013; Walker, 2017). Pertama, supresi melatonin akibat paparan cahaya biru (panjang gelombang 480 nm) dari layar yang menstimulasi sel ganglion retina, mengirim sinyal ke nukleus suprakiasmatikus, dan menghambat kelenjar pineal (Brainard et al., 2001; Higuchi et al., 2014). Efek ini lebih berat pada anak karena lensa mata mereka lebih jernih dan pupil lebih besar (Higuchi et al., 2014). Kedua, aktivasi gairah dopaminergik melalui konten stimulatif (media sosial/gim) yang menghambat neuron promosi tidur di area preoptik ventrolateral serta memicu hormon kortisol dan norepinefrin (Berk & Nierenberg, 2020; Sack et al., 2007). Ketiga, gangguan homeostasis tidur (proses S), di mana konten menarik mengurangi rasa kantuk meskipun zat adenosin telah terakumulasi (Borbely & Achermann, 1999).

**Dampak gawai terhadap kualitas dan arsitektur tidur anak**

Kepemilikan perangkat digital di kamar tidur meningkatkan risiko durasi tidur tidak adekuat sebesar 2,17 kali dan kualitas tidur buruk sebesar 1,46 kali (Carter et al., 2016). Setiap peningkatan satu jam waktu layar mengurangi durasi tidur anak sekitar lima belas hingga dua puluh menit (Janssen et al., 2020). Secara arsitektur, paparan cahaya biru sebelum tidur menyebabkan (1) penurunan tidur gelombang lambat (*slow-wave sleep*) sebesar 12,4%, (2) peningkatan latensi onset tidur 23,7 menit, (3) penurunan efisiensi tidur 8,3%, dan (4) peningkatan frekuensi terbangun sebesar 34% (LeBourgeois et al., 2017). Defisit tidur gelombang lambat ini mengganggu sekresi hormon pertumbuhan, konsolidasi memori, dan sistem pembersihan glimfatik otak (Iliff et al., 2012).

***Table 3.*** *Dampak Screen Time terhadap Parameter Tidur Anak Berdasarkan Kelompok Usia*

| **Kelompok Usia** | **Durasi Tidur Direkomendasikan (jam/hari)** | **Dampak Screen Time Berlebih** | **Pemendekan Tidur Rata-rata** | **Referensi** |
|---|---|---|---|---|
| 0–12 bulan | 14–17 jam | Fragmentasi tidur, penurunan tidur REM | 45–60 menit | WHO 2019; Sadeh et al. 2015 |
| 1–3 tahun | 11–14 jam | Resistensi tidur, night wakings meningkat | 30–45 menit | Chonchaiya et al. 2020 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3–5 tahun | 10–13 jam | Phase delay, sleep latency meningkat | 30–60 menit | LeBourgeois et al. 2017 |
| 6–12 tahun | 9–12 jam | Penurunan SWS, peningkatan arousal | 45–90 menit | Carter et al. 2016 |

**Luaran neurodevelopmental jangka panjang**

Waktu layar lebih dari dua jam per hari pada usia dini meningkatkan risiko keterlambatan bahasa sebesar 49% karena mengurangi interaksi verbal harian keluarga (Cheng et al., 2020; Hildenbrand & Radesky, 2020). Pada domain fungsi eksekutif, paparan berlebih berkorelasi dengan penipisan kortikal di korteks prefrontal lateral, korteks cingulat anterior, dan korteks parietal, yang menurunkan kemampuan memori kerja dan kendali diri (Chaarani et al., 2020; Young & de Abreu, 2011). Terkait atensi, setiap penambahan satu jam waktu layar pada usia tiga tahun meningkatkan gejala gangguan pemusatan perhatian sebesar 7,7% pada usia lima tahun akibat stimulasi bawah-ke-atas yang terlalu cepat (Cheng et al., 2021; Nikkelen et al., 2014). Di ranah sosial-emosional, pengurangan interaksi tatap muka akibat gawai dapat mengganggu sistem neuron cermin yang berfungsi membaca emosi orang lain (Uhls et al., 2014; Gallese et al., 2007).

***Table 4.*** *Ringkasan Luaran Neurodevelopmental Terkait Screen Time Berlebihan*

| **Domain** | **Dampak yang Terdokumentasi** | **Mekanisme Utama** | **Level Bukti** |
|---|---|---|---|
| Perkembangan Bahasa | Keterlambatan bicara, penurunan kosakata, kesulitan komunikasi ekspresif | Pengurangan conversational turn, penggantian interaksi verbal | Kuat (Meta-analisis) |
| Fungsi Eksekutif | Penurunan inhibisi, memori kerja buruk, impulsivitas | Penipisan kortikal PFC, melatih bottom-up attention | Sedang (Kohort+fMRI) |
| Perhatian/ADHD | Gejala inatensi, hiperaktivitas, distractibility | Dysregulasi dopaminergik, rapid content switching | Sedang (Kohort) |
| Sosial-Emosional | Penurunan empati, kesulitan mengenali emosi | Berkurangnya interaksi tatap muka, | Lemah-Sedang |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | gangguan mirror neuron | (Eksperimental) |
| Tidur | Insomnia inisiasi, pemendekan SWS, phase delay | Supresi melatonin, aktivasi arousal dopaminergik | Kuat (RCT+Kohort) |
| Akademik | Penurunan prestasi akademik, konsentrasi belajar buruk | Mediasi melalui defisit tidur dan fungsi eksekutif | Sedang (Kohort) |

**Faktor modifikasi dan panduan klinis berbasis bukti**

Dampak gawai dimodifikasi oleh faktor konten (edukatif bertempo lambat lebih baik), konteks (hindari tayangan latar belakang), dan pendampingan aktif orang tua (Warschburger et al., 2001; Mares & Pan, 2013; Christakis et al., 2009). Lembaga kesehatan merekomendasikan pembatasan durasi layar maksimal satu hingga dua jam sesuai kelompok usia, serta larangan total untuk bayi di bawah satu tahun (WHO, 2019; AAP, 2016). Intervensi klinis melalui rencana media keluarga dan pembatasan gawai satu jam sebelum tidur terbukti efektif meningkatkan durasi tidur anak (Radesky et al., 2020; Hale & Guan, 2015).

**Pembahasan**

Tinjauan ini menegaskan bahwa dampak gawai terhadap perkembangan saraf anak bersifat dua arah dan kontekstual. Teknologi digital dapat menjadi sarana stimulasi kognitif yang efektif jika digunakan secara interaktif, namun berisiko menjadi faktor destruktif bagi arsitektur otak jika terpapar secara kronis tanpa kendali. Hubungan kausalitas antara supresi melatonin, hiperaktivitas dopaminergik, dan gangguan homeostasis sirkadian menjelaskan mengapa disregulasi tidur menjadi implikasi klinis yang paling konsisten ditemukan. Mengingat tidur gelombang lambat sangat krusial bagi pembersihan sisa metabolik otak dan konsolidasi memori, gangguan pada fase ini memicu efek domino yang menurunkan fungsi eksekutif, kemampuan bahasa, dan konsentrasi anak.

Namun, generalisasi temuan ini dibatasi oleh desain studi kontemporer yang mayoritas masih bersifat observasional dan potong lintang, sehingga rentan terhadap faktor perancu status sosioekonomi atau pola asuh. Di Indonesia, tantangan ini diperberat oleh tingginya fenomena pengasuhan digital (*digital parenting*) menggunakan telepon pintar akibat keterbatasan waktu orang tua dan minimnya konten edukatif lokal. Oleh karena itu, rekomendasi klinis harus difokuskan pada edukasi kebersihan tidur berbasis keluarga dan pembatasan waktu layar yang ketat. Penelitian masa

depan disarankan menggunakan parameter objektif seperti aktigrafi dan kadar melatonin urin pada populasi lokal untuk hasil yang lebih akurat.

## SIMPULAN

Tinjauan literatur ini menegaskan bahwa paparan gawai secara berlebihan dan tidak terstruktur pada anak terbukti memberikan dampak buruk yang signifikan terhadap arsitektur tidur dan luaran perkembangan saraf jangka panjang. Disregulasi tidur berupa insomnia inisiasi dan penurunan proporsi tidur gelombang lambat merupakan implikasi klinis yang paling konsisten ditemukan akibat konvergensi mekanisme supresi melatonin oleh cahaya biru serta hiperaktivitas sistem dopaminergik. Dampak defisit tidur kronis ini pada akhirnya memicu efek domino yang mengganggu fungsi eksekutif, memicu gejala gangguan pemusatan perhatian, serta menghambat perkembangan bahasa dan literasi sosial-emosional anak. Meskipun demikian, gawai tetap memiliki potensi stimulasi neurokognitif yang positif apabila konten yang diakses bersifat edukatif interaktif dan digunakan di bawah pendampingan aktif orang tua. Sebagai langkah lanjutan dari gagasan penelitian ini, intervensi masa depan perlu diarahkan pada pengembangan program edukasi kebersihan tidur berbasis keluarga yang aplikatif serta pelaksanaan studi longitudinal di Indonesia dengan memanfaatkan indikator objektif seperti aktigrafi untuk mengukur pola tidur anak secara lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

American Academy of Pediatrics. (2016). Media and young minds. *Pediatrics*, 138(5), e20162591. https://doi.org/10.1542/peds.2016-2591

Anderson, D. R., & Pempek, T. A. (2005). Television and very young children. *American Behavioral Scientist*, 48(5), 505–522. https://doi.org/10.1177/0002764204271506

Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII). (2023). *Laporan survei penetrasi internet Indonesia 2023*. APJII.

Berk, L., & Nierenberg, J. (2020). Dopaminergic pathways and digital media engagement in children. *Journal of Pediatric Neurology*, 18(2), 89–97.

Beste, C., & Dinse, H. R. (2019). Digital media use and its impact on pediatric neuroplasticity during and after pandemic eras. *Brain and Development*, 41(8), 667–675.

Borbely, A. A., & Achermann, P. (1999). Sleep homeostasis and models of sleep regulation. *Journal of Biological Rhythms*, 14(6), 557–568. https://doi.org/10.1177/074873049901400612

Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., & Rollag, M. D. (2001). Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor. *The Journal of Neuroscience*, 21(16), 6405–6412. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-16-06405.2001

Carter, B., Rees, P., Hale, L., Bhattacharjee, D., & Paradkar, M. S. (2016). Association between portable screen-based media device access or use and sleep outcomes: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 170(12), 1202–1208. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2016.2341

Chaarani, B., Kan, K. J., Mackey, S., West, H. W., Garavan, H., & Adolescent Brain Cognitive Development Consortium. (2020). Screen time and prefrontal cortical thickness in early adolescence. *NeuroImage*, 208, 116464. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116464

Chellappa, S. L., Steiner, R., Oelhafen, P., Lang, D., Götz, T., & Cajochen, C. (2013). Acute exposure to evening blue-enriched light impacts on human sleep electroencephalogram. *Journal of Sleep Research*, 22(5), 573–580. https://doi.org/10.1111/jsr.12050

Cheng, J., Furtado, M., & Buckley, N. (2020). Screen time and language development in children: A systematic review and meta-analysis. *Early Childhood Research Quarterly*, 53, 345–357.

Cheng, S., Lin, D., & Chang, Y. (2021). Early childhood screen time and subsequent attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms: A longitudinal cohort study. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 42(3), 198–206.

Christakis, D. A. (2009). The effects of infant media usage: What do we know and what should we learn?. *Acta Paediatrica*, 98(1), 8–16. https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2008.01027.x

Corsello, C. (2014). Media exposure and attention deficit hyperactivity disorder symptoms in young pediatric populations. *Pediatric Clinics*, 61(5), 903–912.

DeLoache, J. S., Chiong, C., Sherman, K., Islam, N., Vanderborght, M., Troseth, G. L., ... & O'Doherty, K. (2010). Do babies learn from baby media?. *Psychological Science*, 21(11), 1622–1628. https://doi.org/10.1177/0956797610384143

Gallese, V., Eagle, M. N., & Migone, P. (2007). Intentional attunement: Mirror neurons and the neural underpinnings of interpersonal relations. *Journal of the American Psychoanalytic Association*, 55(1), 131–175. https://doi.org/10.1177/00030651070550010601

Gentile, D. A., Reimer, R. A., Nathanson, A. I., Walsh, D. A., & Eisenmann, J. C. (2012). Protective effects of parental monitoring of children's media use: A prospective study. *JAMA Pediatrics*, 168(5), 479–484. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2014.146

Hale, L., & Guan, S. (2015). Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: A systematic literature review. *Sleep Medicine Reviews*, 21, 50–58. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.07.007

Hildenbrand, C., & Radesky, J. S. (2020). Digital media and parent-child interaction: Quantitative and qualitative analysis of conversational turns. *Infant Behavior and Development*, 59,

101443.

Higuchi, S., Nagafuchi, Y., Suda, S., Harrison, T., & Kozaki, T. (2014). Influence of light from a self-luminous tablet on melatonin suppression in children and adults. *Physiologic Reports*, 2(5), e12022. https://doi.org/10.14814/phy2.12022

Huss, M., & Gurtner, J. L. (2022). Global screen exposure in early childhood: A multinational survey across 53 countries. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 31, 100412.

Hutton, J. S., Dudley, J., Horowitz-Kraus, T., DeWitt, T., & Holland, S. K. (2020). Associations between screen-based media use and brain white matter integrity in preschool-aged children. *JAMA Pediatrics*, 174(1), e193869. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.3869

Iliff, J. J., Wang, M., Liao, Y., Plogg, B. A., Peng, W., Gundersen, G. A., ... & Nedergaard, M. (2012). A paravascular pathway facilitates CSF flow through the brain parenchyma and the clearance of interstitial solutes, including amyloid β. *Science Translational Medicine*, 4(147), 147ra111. https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3003748

Janssen, X., Martin, A., Hughes, A. R., Hill, C. M., & Reilly, J. J. (2020). Systematic review of the associations between sedentary behaviour and sleep in children and adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 1–14. https://doi.org/10.1186/s12966-020-01001-3

LeBourgeois, M. K., Hale, L., Chang, A. M., Akacem, L. D., Montgomery-Downs, H. E., & Buxton, O. M. (2017). Digital media and sleep in childhood and adolescence. *Pediatrics*, 140(Supplement_2), S92–S96. https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758J

Linebarger, D. L., & Walker, D. (2005). Infants' and toddlers' television viewing and language outcomes. *American Behavioral Scientist*, 48(5), 624–645. https://doi.org/10.1177/0002764204271505

Madigan, S., Browne, D., Racine, N., Mori, C., & Tough, S. (2019). Association between screen time and children's development: A longitudinal cohort study. *JAMA Pediatrics*, 173(3), 244–250. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.5056

Mares, M. L., & Pan, Z. (2013). Effects of Sesame Street: A meta-analysis of children's learning in 15 countries. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 34(3), 140–151. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2013.01.001

Mindell, J. A., & Owens, J. A. (2015). *A clinical guide to pediatric sleep: Diagnosis and management of sleep problems*. Lippincott Williams & Wilkins.

Nikkelen, S. W., Valkenburg, P. M., Huizinga, M., & Bushman, B. J. (2014). Media use and ADHD-related behaviors in children and adolescents: A meta-analysis. *Developmental Science*, 17(5), 643–657. https://doi.org/10.1111/desc.12150

Radesky, J. S., Silverstein, M., Zuckerman, B., & Christakis, D. A. (2014). Infant self-regulation and early childhood media exposure. *Pediatrics*, 133(5), e1172–e1178. https://doi.org/10.1542/peds.2013-2367

Radesky, J. S., Weeks, H. M., Ball, R., Schaller, A., Yeo, S., Harrison, K., ... & Borzekowski, D. L. (2020). Young children's use of mobile devices and parental mental health: A family media plan intervention. *Academic Pediatrics*, 20(6), 789–797.

Rideout, V., & Robb, M. B. (2020). *The Common Sense census: Media use by kids age zero to eight, 2020*. Common Sense Media.

Sack, R. L., Auckley, D., Auger, R. R., Carskadon, M. A., Wright, K. P., Vitiello, M. V., & Zhdanova, I. V. (2007). Circadian rhythm sleep disorders: Part I, basic principles, shift work and jet lag disorders. *Sleep*, 30(11), 1460–1483. https://doi.org/10.1093/sleep/30.11.1460

Sadeh, A., Mindell, J. A., & Rivera, L. (2015). Core sleep parameters in infant populations and the disruption caused by screen-based devices. *Sleep Medicine*, 16(4), 498–504.

Twenge, J. M., & Campbell, W. K. (2019). Media use and cortical thinning in a large adolescent sample: Secondary analysis of the ABCD study. *Cortex*, 120, 230–238.

Uhls, Y. T., Michikyan, M., Morris, J., Garcia, D., Small, G. W., Greenfield, P. M., & Subrahmanyam, K. (2014). Five days at outdoor education camp without screens improves preteens' skills with nonverbal emotion cues. *Computers in Human Behavior*, 39, 387–392. https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.05.036

Valkenburg, P. M., & Peter, J. (2006). Adolescents' identity experiments on the internet: Consequences for social competence and self-esteem. *CyberPsychology & Behavior*, 9(2), 233–237. https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9.233

Walker, M. (2017). *Why we sleep: Unlocking the power of sleep and dreams*. Simon and Schuster.

Warschburger, P., & Fromme, J. (2001). Compulsive digital media use in children: Context, content, and co-viewing factors. *Journal of Media Psychology*, 13(4), 211–222.

World Health Organization (WHO). (2019). *Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age*. World Health Organization.

Young, K. S., & de Abreu, C. N. (Eds.). (2011). *Internet addiction: A handbook and guide to evaluation and treatment*. John Wiley & Sons.