

Jak wpływamy na mózgi naszych dzieci?

23 czerwca 2019

16 luty 2015 r. Liczby są szokujące. Według U.S. Centers for Disease Control and Prevention, w latach 2006-2008 zdiagnozowano zaburzenia rozwojowe u około 1,8 miliona dzieci więcej niż dekadę wcześniej. W tym czasie rozpowszechnienie autyzmu wzrosło niemalże o 300%, podczas gdy rozpowszechnienie ADHD podniosło się o 33%. Liczby podawane przez CDC wskazują również, że 10 do 15% wszystkich dzieci narodzonych w Stanach Zjednoczonych cierpi na pewien typ neurobehawioralnego zaburzenia rozwojowego. Jeszcze więcej spośród nich dotykają zaburzenia neurologiczne nie podlegające klinicznej diagnozie.

Nie dotyczy to tylko Stanów Zjednoczonych. Tego rodzaju upośledzenia atakują miliony dzieci na całym świecie. Liczby są tak wielkie, że Philippe Grandjean reprezentujący the University of Southern Denmark oraz Harvard T.H. Chan School of Public Health i Philip Landrigan z the Icahn School of Medicine at Mount Sinai w Nowym Jorku, będący lekarzami i wybitnymi naukowcami w tej dziedzinie, opisują tę sytuację jako "pandemiczną".

Chociaż wcześniejsza i bardziej sumienna diagnoza wyjaśnia niektóre spośród udokumentowanych wzrostów, nie tłumaczy ich wszystkich – stwierdza Irva Hertz-Piccioto – profesor zdrowia środowiskowego i zawodowego oraz kierownik MIND Institute na University of California. Grandjean i Landrigan wyjaśniają za pomocą czynników genetycznych 30 do 40 % przypadków. Jednak znacząca i rosnąca liczba badań wskazuje, że narażenie na substancje zanieczyszczające środowisko przyczynia się do niepokojącego wzrostu liczby dziecięcych zaburzeń neurologicznych.

Co tak naprawdę się dzieje? I jak możemy temu zaradzić?

Substancje chemiczne i mózg

„Niektóre substancje chemiczne, takie jak na przykład ołów, rtęć czy pestycydy fosforoorganiczne od dawna uważane są za substancje toksyczne, które wywierają długofalowy wpływ na zdrowie neurologiczne dzieci” – mówi Bruce Lanphear, profesor nauk o zdrowiu w Simon Fraser University. Choć farba ołowiowa jest obecnie zakazana w Stanach Zjednoczonych, nadal występuje w wielu domach i pozostaje w użyciu w innych miejscach na całym świecie. Dzieci mogą zetknąć się z ołowiem pochodzącym z używanych do produkcji zabawek farb, barwnikach i metalach, mimo że takie użycie jest prawnie zabronione w Stanach Zjednoczonych (zobacz: Thomas the Tank Engine). Inne źródła szkodliwego ołowiu stanowią: zanieczyszczona gleba, narażenie środowiskowe, a także plastik, w którym ołów używany jest jako środek zmiękczający. Źródła narażenia na rtęć obejmują niektóre ryby, zanieczyszczenie powietrza oraz stare termometry i termostaty, które zawierają ten pierwiastek. Chociaż podejmuje się wysiłki, by ograniczyć i wyeliminować wspomniane czynniki narażenia, problem nie przestaje martwić, ponieważ obecnie wiemy, że szkodliwe skutki mogą wystąpić na wyjątkowo niskich poziomach stężenia.

Na wczesnych etapach rozwoju człowieka – prenatalnym oraz lub czasie niemowlęctwa – komórki mózgowe łatwo mogą ulec zniszczeniu pod wpływem przemysłowych chemikaliów i innych neurotoksyn.

Obecnie naukowcy dowiadują się, że związki chemiczne powszechnie występujące w powietrzu, włączając składniki spalin oraz materię cząsteczkową, podobnie jak domowe i konsumenckie produkty, mogą wywierać szkodliwy wpływ na rozwój mózgu, także w okresie prenatalnym.

Lanphear wymienia substancje chemiczne w opóźniaczach spalania, plastiku, produktach higieny osobistej oraz sprzętach gospodarstwa domowego wśród obiektów zmartwienia ze

względu na ich skutki dla rozwoju neurologicznego.

Substancje chemiczne, które wywołują zmiany hormonalne, są coraz bardziej podejrzewane o przynoszenie neurologicznych skutków – mówi Linda Birnbaum, dyrektor National Institute of Environmental Health Sciences and National Toxicology Program. Badaniu pod kątem wywierania neurologicznego wpływu na wczesnych etapach życia poddane zostały: opóźniacze spalania, znane jako PBDE, które były szeroko stosowane w piankach tapicerskich, elektronice oraz w innych produktach, ftalany, powszechnie używane jako zmiękczacze oraz w zapachach syntetycznych i poliwęglowy plastyczny składnik bisfenol A, powszechnie znany jako BPA; związki fluoru, które stosowane są w warstwach plamo-, wodo- i tłuszczoodporne oraz różnych pestycydach.

Precyzyjna choreografia

Jak wyjaśniają Grandjean i Landrigan, płód nie jest dobrze chroniony przed substancjami chemicznymi pochodzącymi ze środowiska, które łatwo przenikają przez łożysko. Badacze stwierdzają, że hemocytoasty nerwowe są bardzo wrażliwe na substancje neurotoksyczne.

W czasie ostatnich trzydziestu do czterdziestu lat naukowcy zaczęli zyskiwać świadomość, że dzieci i niemowlęta są bardziej podatne na czynniki narażenia chemicznego niż dorośli.

Mózg dziecka jest bardzo podatny na takie zanieczyszczenia. Na wczesnych etapach rozwoju – w okresie prenatalnym i w niemowlęctwie komórki mózgowe mogą łatwo ulec zniszczeniu przez chemikalia przemysłowe i inne neurotoksyny. Zakłócenia te wpływają na strukturalny i funkcjonalny rozwój mózgu, prowadzą do długotrwałych i negatywnych skutków. „Mózg jest wyjątkowo wrażliwy na zewnętrzną stymulację” – podkreśla Grandjean.

Historycznie badano neurotoksyczność wywierającą wpływ na dorosłych, często w przypadkach wysokiego stopnia narażenia zawodowego. Jednak w czasie ostatnich trzydziestu – czterdziestu lat naukowcy zaczęli nabierać przekonania, że dzieci i niemowlęta są bardziej podatne na czynniki chemiczne niż dorośli. Stwierdzono też, że bardzo niski poziom narażenia na początku życia może mieć głębokie i trwałe skutki. Kolejnym ważnym odkryciem jest zrozumienie, w jaki sposób wpływ czynników chemicznych na dziecko lub niemowlę obejmuje więcej niż tylko szacowanie potencjalnych efektów dla fizycznie mniejszej osoby. Należy rozważyć także etap rozwoju oraz czas narażenia. Wczesne etapy rozwoju mózgu “bardzo dokładną choreografię” – wyjaśnia Frederica Perera – profesor Environmental Health Sciences w Uniwersytecie Columbia Mailman School of Public Health. “Każda substancja chemiczna, która jest w stanie zakłócić chemię mózgu na tym etapie, może być szkodliwa”.

Na przykład podczas wczesnych stadiów rozwoju mózgu, kiedy komórki stają się neuronami – “synchronizacja wyznacza cel” – wyjaśnia Deborah Kurrasch – docent w Uniwersytecie Calgary’s Cumming School of Medicine, specjalizująca się w badaniach neurologicznych.

Wyniki ostatniego badania poświęconego neurorozwojowym efektom BPA ilustrują opisaną tendencję. W artykule opublikowanym w styczniu 2015 Kurrasch bada wraz z kolegami efekty BPA oraz jego popularnego substytutu – bisfenolu S. Zbadano szczególnie, jak narażenie na BPA i BPS, na poziomach porównywalnych do występujących w lokalnym źródle wody pitnej, może wpłynąć na rozwój neuronalny danio pręgowanego na etapie porównywalnym do drugiego trymestru ciąży, kiedy neurony się formują i zajmują prawidłowe położenie w mózgu. „Po poddaniu badaniu pod kątem skutków dla rozwoju mózgu, wiele substancji chemicznych okazuje się ingerować w funkcje hormonów koniecznych dla zdrowego rozwoju mózgu.”

„To tak jakby wsiadały do autobusu jadącego do miejsca, w

którym powinny się znaleźć” – wspomina Kurrasch. Wyjaśnia, że po narażeniu na BPA i BPS odbywa się to jakby “dwa razy więcej neuronów wsiadło do wczesnego autobusu i o połowę więcej do późniejszego”. Badacze odkryli, że wspomniane narażenia wydają się modyfikować rozwój nerwowy – neurogenezę w taki sposób, że ryby stały się nadpobudliwe. Taka zmiana, spowodowana w tym przypadku przez “bardzo małą ilość BPA”, może przynieść trwałe skutki – mówi Kurrasch.

Po poddaniu analizie pod kątem skutków dla rozwoju mózgu, wiele substancji: BPA, ftalany, związki fluoru, bromowane opóźniacze spalania oraz różne pestycydy okazuje się ingerować w funkcje hormonów koniecznych dla zdrowego rozwoju mózgu. Są wśród nich hormony tarczycy, które regulują część mózgu odpowiedzialną za wiele ważnych czynności: rozmnażanie, sen, pragnienie, łaknienie oraz dojrzewanie płciowe.

Podczas pierwszego trymestru ciąży, płód nie wytwarza własnych hormonów tarczycy – podkreśla Thomas Zoeller – dyrektor the Laboratory of Molecular, Cellular and Developmental Endocrinology na Uniwersytecie Massachusetts Amherst. Jeśli środowiskowe narażenia na substancje takie jak polichlorowany bifenyl lub nadchloran wpływa na hormony tarczycy u matki w tym czasie, a może się to zdarzyć na przykład za pośrednictwem zanieczyszczenia wody, przynosi to negatywne skutki dla jej dziecka na kluczowym etapie rozwoju mózgu.

Kolejną kwestią do rozważenia w kontekście chemicznego narażenia niebezpiecznego dla gruczołów – stwierdza Zoeller – jest fakt, że znaczna część kobiet w wielu rozrodczym cierpi na niedobór jodu, który może niszczyć ich hormony tarczycy. Podczas gdy wspomniane niedobory niekoniecznie muszą powodować klinicznie szkodliwe skutki, mogą okazać się wystarczające, by osłabić neurorozwój płodu. “Skutki mogą pojawić się na poziomie o wiele niższym niż wskazują standardy bezpieczeństwa” – podkreśla Zoeller. Istnieje bardzo wiele substancji chemicznych, na które kobiety mogą być narażone środowiskowo, mających potencjalny wpływ na hormony tarczycy.

Należą do nich PBDEs, PCBs, BPA, różne pestycydy, związki nadfluorków i niektóre ftalany.

Coś wisi w powietrzu?

Szczególnie niepokojącym źródłem narażenia na substancje chemiczne podejrzanym o wywieranie szkodliwego wpływu na rozwój dziecięcych mózgów jest zanieczyszczenie powietrza, będącego skomplikowaną mieszaniną różnorodnych chemikaliów i materii cząsteczkowej. „Badania coraz częściej sugerują, iż przenoszone drogą powietrzną zanieczyszczenia mogą mieć bardziej subtelny, ale istotny wpływ na wczesny rozwój neurologiczny i na zachowanie.”

Perera wraz z kolegami poddali niedawno badaniu związek pomiędzy narażeniem na policykliczny węglowodór aromatyczny oraz na składnik zanieczyszczający powietrze a częstością występowania ADHD u dziewięciolatków. Badanie wykazało, że w przypadku matek narażonych na wysokie stężenie PAH w czasie ciąży, ryzyko urodzenia dziecka z ADHD było 5 razy większe. Urodzenie dziecka z ostrymi objawami ADHD jest mniej prawdopodobne, gdy matka nigdy nie była narażona na takie substancje. Chociaż wspomniane badanie było pionierskie, jeśli chodzi o ustanowienie takiego związku, coraz więcej badań wskazuje na związki między zanieczyszczeniami powietrza, do których należy PAHs oraz szkodliwym wpływem na zdrowie i rozwój dziecięcych mózgów.

Zwracanie uwagi na efekty zanieczyszczeń powietrza dla zdrowia mózgu jest stosunkowo nową tendencją – wyjaśnia Kimberly Gray – kierowniczka nauk o zdrowiu w ramach the National Institutes of Health. Dodaje, że badania coraz częściej sugerują, iż przenoszone drogą powietrzną zanieczyszczenia mogą mieć bardziej subtelny, ale istotny wpływ na wczesny rozwój neurologiczny i na zachowanie. Poza związkiem między prenatalnym narażeniem na PAH i upośledzoną funkcją mózgu, badacze pochylają się nad potencjalnymi powiązania między

czarnym węglem, zmiennymi związkami organicznymi oraz (wśród innych składników zanieczyszczeń powietrza) oraz upośledzeniami takimi jak autyzm czy obniżone IQ.

W opublikowanym w grudniu 2014 badaniu, Marc Weisskopf – profesor nadzwyczajny środowiskowej i zawodowej epidemiologii Harvard T.H. Chan School of Public Health, wraz z kolegami przyjrzeni się dzieciom, których matki narażone były na wysokie poziomy materii cząsteczkowej (PM2.5, cząsteczki 2.5 mikronów średnicy lub mniejszych), szczególnie w czasie trzeciego trymestru ciąży. Studium, w którym wzięło udział ponad 1000 uczestników pochodzących z całych Stanów Zjednoczonych, wykazało, że prawdopodobieństwo zdiagnozowania u tych dzieci autyzmu było dwa razy większe niż w przypadku matek, które były narażone na niskie ilości. Narażenie na większe cząsteczki – między 2.5 a 10 mikronów (znane jako PM10) – nie wydają się związane ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia autyzmu.

„To bardzo istotne z epidemiologicznego punktu widzenia”, ponieważ „kładzie nacisk na narażenie matki” – mówi Weisskopf. Podkreśla także znaczenie czasu i neurorozwojowe skutki. Chociaż wiele czynników może przyczynić się do autyzmu – wyjaśnia Weisskopf – badanie umacnia sugestię, że rolę mogą odgrywać czynniki środowiskowe. Ze względu na fakt, że ze wspomnianymi skutkami wiążą się małe cząstki, wyniki korespondują z tym, co odkryto w ramach innych badań: To, co wydaje się ilościowo niewielkie, może być „całkiem istotne”, jeśli chodzi o wywieranie wpływu na rozwój mózgu – dodaje Weisskopf.

Naukowcy z Columbia University opublikowali niedawno dodatkowe badanie wiążące powszechne zanieczyszczenia powietrza z poznawczymi i behawioralnymi upośledzeniami u dzieci.

Powszechne narażenie

Jak wskazują Grandjean i Landrigan, jednym z niepokojących niedawnych odkryć dotyczących środowiskowego narażenia na rozwojowe neurotoksyny jest zdanie sobie sprawy z tego, jak powszechne zdaje się ono być oraz z wszechobecności takich związków chemicznych. "Wiele substancji neurotoksycznych dociera do produktów" – mówi Landrigan.

Ftalany, używane jako zmiękczacze, także w poliwinylowym chlorku plastiku, w syntetycznych zapachach oraz w wielu produktach służących do higieny osobistej, zawierają jedną kategorię szeroko stosowanych chemikaliów, podejrzewanych o wywieranie niszczącego wpływu na rozwój mózgu. Badacze z Columbia University's Mailman School of Public Health niedawno dowiedzieli się, że dzieci narażone na podwyższone poziomy niektórych ftalanów osiągały wynik IQ średnio 6-8 punktów niższy niż dzieci z niższym stopniem narażenia w okresie prenatalnym. Dzieci z mniejszym wynikiem IQ wykazywały problemy z podstawową pamięcią, wnikliwym rozumowaniem oraz z prędkością przetwarzania informacji. „Prawie każdy w USA jest narażony” – uważa Robin Whyatt.

Ftalany, które zbadano, znane jako DnBP i DiBP używane są w licznych produktach gospodarstwa domowego, włączając przybory toaletowe i kosmetyki przybory toaletowe i kosmetyki, a wśród nich szampon, lakier do paznokci, szminkę, produkty do stylizacji włosów i mydło, podobnie jak materiały winylowe czy części suszarek. Stopnie narażenia wiązane z mniejszym IQ należą do przedziału, który CDC umieszcza w wynikach badań w National Health and Nutrition Examination Survey – "Prawie każdy w USA jest narażony"-mówi współautor badania Robin Whyatt, profesor nauk o zdrowiu środowiskowym na Uniwersytecie Columbia University Medical Center.

Chociaż taki spadek IQ może wydawać się mały, Pam Factor-Litvak (główna autorka badania oraz profesor nadzwyczajny

epidemiologii w Mailman School) dostrzega, że na poziomie populacji czy nawet klasy oznacza to mniejszą ilość dzieci mających najwyższy poziom inteligencji, a więcej tych mniej uzdolnionych. „Krzywa przesuwana się w dół” – wyjaśnia.

„5 czy 6 punktów IQ nie wydaje się dużą cyfrą. Oznacza to jednak, że jest więcej dzieci, które mają specjalny program nauczania oraz mniej takich, które są uzdolnione” – stwierdza Maureen Swanson, dyrektor Learning Disabilities Association of America’s Healthy Children Project. „Potencjalny wpływ ekonomiczny jest ogromny” – mówi NIEHS’s Birnbaum.

Czynnik stresu

Przyczyny neurologicznych schorzeń są „bardzo złożone” – zauważa Frederica Perera. Wyzwanie związane z oddzieleniem różnych czynników przyczyniających się do wystąpienia zaburzeń jest tym większe, że podczas badania oraz regulacji chemicy rozpatrują w danym momencie jedną substancję, podczas gdy ludzie zwykle narażeni są na wiele substancji chemicznych jednocześnie. Jeśli chodzi o rozwój mózgu, społeczne czynniki stresowe, które „działają na ten sam obszar mózgu”, sprawiają, że problem jest jeszcze bardziej złożony – wyjaśnia Deborah Cory-Slechta – profesor medycyny środowiskowej Uniwersytetu Rochester. Cory-Slechta wraz ze współpracownikami znajdują coraz więcej dowodów na to, że niechemiczne stresory takie jak matczyne, rodzinne oraz społeczne problemy mogą wywrzeć negatywny wpływ na rozwój mózgu: albo same z siebie, albo w połączeniu z neurotoksycznymi związkami.

Birnbaum stwierdza, że ta oczywista interakcja substancji chemicznych i niechemicznych stresorów jest „bardzo niepokojąca i istotna”.

Cory-Slechta wyjaśnia, że studia epidemiologiczne zazwyczaj poprawiają to, co nazywane jest zaskakującymi czynnikami. Chodzi o inne warunki, które mogą wpłynąć na to, co podlega pomiarom. Dodaje, że wiele badań „nie odwzorowuje jasno tego,

co zachodzi w ludzkim otoczeniu”. Cory-Slechta oraz współpracownicy dążą do “odtworzenia w świecie zwierzęcego, co zachodzi w ludzkich społeczeństwach”. Szczególnie interesujące są środowiska podatne na społeczne źródła stresu oraz najbardziej narażone na zanieczyszczenia chemiczne, do których należą: ołów, pestycydy i zanieczyszczenia powietrza.

Ołów i stres wpływają na tę samą część mózgu – mówi. Dlatego też mogą działać synergicznie we wczesnych etapach życia i wywołać trwałe zmiany w strukturze mózgu. Skutkiem tych zmian może być obniżone IQ oraz problemy z uczeniem się oraz zachowaniem.

Cory-Slechta’s lab pracuje obecnie nad warunkami stresu i chronicznego ubóstwa na modelach bazujących na świecie zwierząt, które będą odzwierciedlać warunki, w których żyją społeczeństwa ubogie. Celem jest lepsze zrozumienie, w jaki sposób te skutki przekraczają barierę łożyska i stają się podstawą dla dozgonnych chorób. Slechta wraz z kolegami badają nie tylko związki między narażeniami a neurorozwojem, ale również mechanizmy, na mocy których występują.

Co należy zrobić?

Jak powinniśmy postępować, zakładając, że chcemy przerwać szkodenie mózgom naszych dzieci?

Istotnym krokiem jest udoskonalanie naszych umiejętności w zakresie określania, które substancje chemiczne przynoszą neurorozwojowe skutki. Birnbaum stwierdza, że idealnym rozwiązaniem byłby system szybkich badań, gdyż występuje wiele substancji chemicznych (należą do nich też nowoodkryte), na które ludzie są narażeni. Chociaż taki program, poświęcony testowaniu wielkiej liczby substancji chemicznych za pomocą robotyki rozpoczęły NIH, EPA i inne federalne agencje, są dziesiątki tysięcy chemikaliów, pozostających w użyciu i w większości nie przebadanych w pełni pod kątem występowania szkodliwych efektów.

Jeśli chodzi o ograniczenie występującego już narażenia, możliwe jest unikanie niektórych substancji chemicznych dzięki wyborom konsumentów. Jest to jednak często trudne, biorąc pod uwagę, że podobnie jak BPA na paragonach, wiele z tych substancji znajduje zastosowanie w produktach, które nie mają informacji o składzie. Inne, łącznie z zanieczyszczeniami powietrza, są trudniejsze do wyeliminowania zważywszy na ich powszechność i brak dostępnych alternatyw. Jak zauważa Maureen Swanson, takie wybory niekoniecznie są wykonalne dla ludzi na każdym poziomie ekonomicznym, co zmusza do zastanowienia się nad kwestiami środowiskowej sprawiedliwości.

Grandjean i Landrigan wskazują, że obowiązujący w USA system przepisów dotyczących chemii, który nie wymaga całkowitego przebadania toksyczności produktu przed wypuszczeniem go na rynek, nie działa dobrze, jeśli chodzi o wzmacnianie bezpieczeństwa chemicznego. "Nie powinno się zakładać, że nietestowane substancje chemiczne są bezpieczne dla rozwoju mózgu. Zarówno substancje chemiczne będące ostatnio w użyciu jak wszystkie nowe chemikalia powinny zostać poddane badaniu pod kątem rozwojowej neurotoksyczności" – napisali Grandjean i Landrigan w artykule opublikowanym w The Lancet.

Nie przebadano jeszcze odpowiednio kilku źródeł neurotoksyczności, choć wydaje się, że cel ten został zrealizowany. Na przykład poczyniono znaczny postęp w ograniczaniu narażenia na ołów w USA i w innych miejscach dzięki odpowiednim zasadom postępowania i edukacji o zdrowiu publicznym. Mimo iż jest powszechna świadomość, że niemal każda ilość narażenia na ołów może przynieść szkody, narażenie wciąż występuje. Szczególnie dotyczy to krajów, w których ciągle używane są farba ołowiowa i benzyna. W 2012 r. fundusze CDC przeznaczane na programy profilaktyki narażenia na ołów zostały nagle zmniejszone w USA.

„Jeśli chodzi o ochronę rozwijającego się mózgu, który jest wyjątkowo wrażliwy, środki do oceniania ryzyka chemicznego oraz ustalania standardów bezpieczeństwa, które obecnie są w

użyciu, nie mogą sprostać swemu zadaniu” – komentuje Cory-Slechta.

Tymczasem dzieci na całym świecie wciąż narażone są na niebezpieczne neurotoksyny pochodzące z emisji przemysłowej, z odpadów oraz w czasie pracy, szczególnie w mniej bogatych krajach. Przykłady można mnożyć. Należą do nich narażenia na chemikalia emitowane w czasie przetwarzania elektroniki w wielu miejscach Azji i Afryki, na ołów i rtęć pochodzące ze źródeł górniczych, na rolnicze pestycydy, na produkty zanieczyszczone ciężkimi metalami, włączając jedzenie i słodycze.

Jeśli chodzi o ochronę rozwijającego się mózgu, który jest wyjątkowo wrażliwy, środki do oceniania ryzyka chemicznego oraz ustalania standardów bezpieczeństwa, które obecnie są w użyciu, nie mogą sprostać swemu zadaniu – komentuje Cory-Slechta. “Tym powinna się zajmować podstawowa profilaktyka, ale tak nie jest” – dodaje.

W obliczu braku regulacji, które wielu zwolenników zdrowia środowiskowego uważa za wystarczające, federalna regulacja chemiczna oraz wiele poszczególnych stanów niedawno uchwałyły własne ustawy, by chronić dzieci przed szkodliwymi czynnikami chemicznymi. Wiele z nich dotyczy substancji chemicznych przynoszących neurotoksyczne skutki, a szczególnie ciężkich metali, takich jak kadm, ołów i rtęć. Mimo że niektóre stany dążą do ochrony ustawowej kobiet ciężarnych przed zagrożeniami chemicznymi, nie poświęcono wystarczającej uwagi czasowi narażenia.

Choć dziś dużo wiemy o rozwojowych neurotoksynach, wydaje się, że występuje więcej takich narażeń niż kiedykolwiek wcześniej. Można odnieść wrażenie, że wśród naukowców panuje powszechna zgoda, iż wspomniane narażenia zaczynają zbierać żniwo wśród dzieci. Grandjean stwierdza, że „Jasne jest dla mnie, że musimy ustanowić inny system, by lepiej chronić mózgi przyszłości”.

Autorstwo: Elizabeth Grossman

Tłumaczenie: Maria Walczak

Źródło oryginalne: [Ensia.com](https://ensia.com)

Źródło polskie: pl.GlobalVoices.org

Licencja: [CC BY 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)