

Wie Quecksilber neuronale Degeneration verursacht

Universität Calgary

Es ist seit langem bekannt, dass Quecksilber eine potente neurotoxische Substanz ist, egal, ob es inhaliert oder über die Nahrung aufgenommen wird. Über die vergangenen 15 Jahre haben medizinische Forschungslabors festgestellt, dass Amalgam-Zahnfüllungen einen erheblichen Beitrag zur Quecksilberbelastung des Körpers leisten.

1997 demonstrierte ein Forscherteam, dass Quecksilber, das von Tieren inhaliert wurde, molekulare Veränderungen im Eiweißstoffwechsel des Gehirns erzeugt, die sehr ähnlich den Veränderungen sind, die bei 80% der Alzheimerpatienten sichtbar sind.

Kürzlich abgeschlossene Experimente durch Forscher an der medizinischen Fakultät der Universität Calgary liefern nun den direkten sichtbaren Beweis über Kulturen von Nervengewebe, wie Quecksilberionen tatsächlich die Struktur der Zellmembranen der sich entwickelnden Neuronen verändern.

Um den Effekt von Quecksilber auf das Gehirn besser zu verstehen, lassen sie uns zuerst einmal anschauen, wie Neuronen aussehen, und wie sie wachsen. In dieser Animation sehen wir Gehirn-Neuronen in Nährflüssigkeit wachsen, jede mit einem zentralen Zellkörper und mehreren Neuriten. Am Ende eines jeden Neuriten ist ein Wachstumskegel, in dem strukturelle Proteine zusammengesetzt werden, um die Zellmembran zu bilden. Zwei Hauptproteine, die an der Funktion des Wachstumskegels beteiligt sind, sind Actin, das verantwortlich für die pulsierende Bewegung ist, die wir hier sehen, und Tubulin, eine Hauptstrukturkomponente der Membrane des Neuriten. Während normalem Zellwachstum verbinden sich die Tubulinmoleküle, um Mikroröhren aufzubauen, die die Nervenfasern umschließen, eine weitere strukturelle Eiweißkomponente des neuronalen Axons.

Hier sehen wir den Neuriten eines lebenden Neurons aus Schneckenhirn, der ein lineares Wachstum entsprechend der Aktivität des Wachstumskegels zeigt (1 Sekunde Video entspricht 30 Sekunden Echtzeit). Es ist wichtig zu wissen, dass die Wachstumskegel aller Tierarten von der Schnecke bis hin zum Menschen identische strukturelle und verhaltens-technische Charakteristika haben und Proteine nahezu identischer Zusammensetzung verwenden.

In diesem Experiment wurden Neuronen aus Schneckenhirn in Nährlösung für einige Tage gezüchtet. Dann wurden der Nährlösung für 20 Minuten sehr geringe Konzentrationen Quecksilber zugesetzt. Während der nächsten 30 Minuten degenerierte die Zellmembran in hoher Geschwindigkeit, zurück blieben die entblößten Neurofibrillen, die man hier sehen kann. Im Gegensatz dazu erzeugten andere Schwermetalle, die in gleicher Konzentration zugesetzt wurden (Aluminium, Blei, Cadmium, Mangan) diesen Effekt nicht.

Um zu verstehen, wie Quecksilber diese Degeneration hervorruft, lassen sie uns zu unserer Illustration zurückkehren. Wie zuvor gesagt, verbinden sich die Tubulinproteine bei normalem Zellwachstum, um die Mikroröhren zu bilden, die die Neuriten schützen. Wenn Queck-

silberionen der Nährlösung zugesetzt werden, dringen diese in die Zelle ein und lagern sich an die neu synthetisierten Tubulinmoleküle an. Genauer gesagt: Die Quecksilberionen heften sich an die Bindungsstelle des betreffenden Tubulinmoleküls, die für Guanosintriphosphat oder GTP bestimmt sind. Da das gebundene GTP im Normalfall die Energie liefert, die die Tubulinmoleküle in die Lage versetzt, sich miteinander zu verbinden, hindern Quecksilberionen, die diese Bindungsstellen blockieren, die Tubulinproteine daran, sich zu verbinden. Als Folge beginnen die Mikroröhren der Neurite, in freie Tubulinmoleküle zu zerfallen, und hinterlassen einen Neurit, der seine Schutzhülle verloren hat. Schlussendlich kollabieren sowohl der sich entwickelnde Neurit als auch der Wachstumskegel, und einige der entblößten Neurofibrillen bilden Knäuel oder Gewirr, wie man hier sehen kann. In unserem Film sehen sie einen Neuritenwachstumskegel, der speziell gefärbt wurde, um Tubulin und Actin sichtbar zu machen, und zwar vor und nach der Zugabe von Quecksilber. Man erkennt, dass das Quecksilber den Zerfall der Strukturen der Mikrotubulinröhren verursacht hat.

Diese neuen Erkenntnisse liefern einen wichtigen sichtbaren Beweis, wie Quecksilber neurale Degeneration verursacht. Noch wichtiger, diese Studie liefert den ersten direkten Beweis, dass auch Quecksilber in niedriger Konzentration tatsächlich ein beschleunigender Faktor ist, der diesen Prozess der neuronalen Degeneration im Gehirn auslösen kann.