

Safe(r) design van koolstofnanobuisjes

Een beperkte groep van koolstofnanobuisjes (CNTs) lijkt qua afmeting en vorm sterk op asbest. Deze nanomaterialen worden daarom verdacht van een vergelijkbaar risico voor de gezondheid, namelijk het ontwikkelen van tumoren in de long of van het longvlies (mesothelioom). De eerste stap in dat ziekteproces is de inademing van de vezels. Als het lichaam de buisjes niet opruimt of afbreekt, verplaatsen deze zich van de longblaasjes naar de longvliezen. Uiteindelijk kunnen zowel asbestvezels als genoemde CNTs de longvliescellen binnendringen en tumoren veroorzaken.

Japanse onderzoekers ([Nagai et al. 2012](#)) geven een overzicht van de processen die een rol spelen bij het binnendringen van de vezels in de longvliescellen. CNTs kunnen via twee manieren de longvliescel binnenkomen. Ze prikken door de wanden heen, of ze worden net als de asbestvezels door een actief proces (endocytose) opgenomen. De manier van binnenkomen hangt af van de diameter, stijfheid en chemische groepen die zich aan de buitenkant van het buisje bevinden, de zogenaamde ‘functionalisering’. Naaldachtige CNTs dringen de cel binnen, waarbij ‘dunne’ buisjes dit makkelijker kunnen dan ‘dikke’ ([Nagai et al. 2011](#) en [Fenoglio et al. 2012](#)). CNTs met aminogroepen erop zijn positief geladen en prikken door het negatief geladen celmembraan heen. Geoxideerde CNTs hebben carboxylgroepen die negatief geladen zijn en worden juist afgestoten. De opname wordt hierdoor bemoeilijkt, tenzij er bepaalde biomoleculen, zoals eiwitten op zitten. Wanneer de cel op het oppervlak receptoren voor deze moleculen bezit kan alsnog endocytose plaatsvinden. Industrieel geproduceerde buisjes zijn meestal kale nanobuisjes zonder extra chemische groepen.

RIVM/KIR-overweging: Het op een rij zetten van eigenschappen van CNTs die bepalend kunnen zijn voor gezondheidsproblemen, draagt bij aan de risicobeoordeling van CNTs. De auteurs doen dit voor een van de laatste stappen in het proces van het ontstaan van longvlieskanker, namelijk de opname in longvliescellen. Het uiteindelijk ontsporen van de cellen tot tumorcellen is hier niet onderzocht.

Voor eerdere stappen in het ziekteproces is ook de nodige kennis vergaard. Zo is de aerodynamische diameter van CNTs bepalend voor het gedrag in lucht en de kans dat vezels in de longen terecht komen. Als de CNTs in de longen terecht komen, is vervolgens vezellengte bepalend voor het al dan niet omzeilen van het afweermecanisme van het lichaam: CNTs langer dan circa 10 micrometer kunnen niet omsloten worden door macrofagen ([Poland et al. 2008](#)) en CNTs langer dan 4 micrometer kunnen niet afgevoerd worden uit de ruimte tussen de borstholte en de long ([Schinwald et al. 2012](#)). CNTs die blijven steken in deze ruimte kunnen de longvliescellen bereiken. De (geometrische) diameter evenals de aanwezigheid van chemische groepen en de interactie met lichaamseigen biomoleculen zijn belangrijk voor de uiteindelijke opname in de cellen.

Al deze kennis is in te zetten bij een veilig ontwerp van CNTs. Vanuit risicobeoordelingsperspectief zou de ‘CNT-ontwerper’ zowel rekening moeten houden met lengte (kortere CNTs zijn veiliger dan lange), diameter (dikke CNTs zijn veiliger dan dunne) als chemische groepen (negatief geladen CNTs zijn veiliger dan positief of neutraal geladen CNTs). De auteurs geven echter aan dat het momenteel niet realistisch om de grote hoeveelheden industriële koolstofnanobuisjes langs deze lijnen te ‘functionaliseren’. Daarnaast is het exacte afkappunt van de diameter waarbij CNTs de cellen binnendringen nog niet voldoende uitgezocht. Bovendien kent het onderzoek naar de eigenschappen die bepalen welke biomoleculen er door interactie met het menselijk lichaam op komen, nog vele blinde vlekken. Dit aspect staat de laatste tijd wel sterk in de wetenschappelijke belangstelling en is een belangrijk pad om de schadelijkheid van nanomaterialen te gaan voorspellen.

Los van gevaarlijke of ongevaarlijke CNTs: het risico op gezondheidsschade wordt uiteindelijk ook bepaald door de kans op blootstelling.