

Mätning av partiklar akustiska egenskaper genom partikelspårningshastighet

Alexander Edthofer

May 2022

I många medicinska sammanhang är man intresserad av att kunna separera olika celltyper från varandra, exempelvis vita blodkroppar från ett blodprov eller insulinproducerande celler från bukspottskörteln. Det finns ett antal olika metoder för att genomföra denna separation. En tämligen ny metod bygger på akustofores, vilket betyder “att flytta med ljud.”

Akustoforesen bygger på principen att när ljudvågor träffar på en cell knuffar de på den. Hur mycket den flyttas beror på cellens akustiska mobilitet, vilket är en egenskap beroende på dess storlek, densitet och kompressibilitet (dvs. hur lätt det är för ett material att ändra sin form då det utsätts för en kraft) i förhållande till den omgivande vätskans egenskaper.

För att kunna separera celler på ett effektivt sätt med hjälp av ljudvågor behöver man ett sätt att mäta deras akustiska mobilitet. Att mäta deras storlek är relativt enkelt och det finns många väletablerade metoder för att göra det, men att mäta deras densitet och kompressibilitet är inte alls lika etablerat. I detta examensarbete har det utvecklats en metod för att göra just detta.

Metoden går ut på att fylla en mikrokanal, dvs. en kanal med dimensioner på mikrometerskalan, med en vätska som innehåller celler som man vill bestämma egenskaperna av tillsammans med en referenspartikel med redan känd densitet och kompressibilitet, t.ex. mikrometer stora kulor gjorda av glas eller plast.

Sedan skapas det ljudvågor i kanalen med hjälp av en ultraljudsgivare. Genom att använda en lämplig frekvens kan man skapa en stående våg med dess nod precis i mitten av kanalen. Detta skapar en tryckprofil som får partiklarna att röra sig mot noden. Medan cellerna och referenspartiklarna rör sig mot mitten tas det en bildserie. Med hjälp av denna bildserie kan man, i ett datorprogram, mäta hur snabbt cellerna och partiklarna rörde sig. Eftersom man vet den akustiska mobiliteten hos referenspartiklarna kan man använda den relativa hastigheten mellan cellerna och partiklarna för att räkna ut den akustiska mobiliteten hos cellerna också. Genom att återupprepa detta experiment under olika förhållanden, t.ex. med olika vätskor, kan man analysera hur den relativa hastigheten mellan cellen och partikeln ändras och även räkna ut cellens exakta densitet och mobilitet.

I det här arbetet utfördes det främst konfigering av den experimentella uppställningen samt optimering av datorprogrammet som används vid beräkningarna. För detta ändamål användes främst plastpartiklar i olika storlekar och egenskaper. Uppställningen visar lovande resultat och kan beräkna partiklarnas akustiska mobilitet med försumbara felmarginaler. Initiala tester med tre olika typer av bröstcancerceller visar tydliga skillnader i deras akustiska egenskaper, vilket som kan användas för att anpassa experimentella inställningar och lösningar för att optimera skillnaden i deras akustiska mobilitet. Detta gör separation med hjälp av akustofores mycket mer effektiv.