

Hintergrundinformation

Magnetic Particle Imaging

Die personalisierte Medizin macht ein vollständiges patientenspezifisches Bild der krankheitsbezogenen funktionalen Prozesse im Körper erforderlich. Eine präzise Quantifizierung der physiologischen Prozesse ist daher eine wesentliche Anforderung für die Bildgebung in Forschung, klinischer Diagnostik und Therapie. Funktionale Bildgebungsverfahren wie die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und Single-Photon-Emissionscomputertomographie (SPECT) liefern wichtige Informationen über physiologische Prozesse im menschlichen Körper und erweitern die durch Ultraschall-, CT- und MRT-Bildgebung gewonnenen anatomischen Daten massgeblich.

Bei Verdacht auf kardiovaskuläre Erkrankungen jedoch werden idealerweise für die Diagnose und Therapieplanung auch quantitative Daten benötigt, wie sie aus Messungen des Blutflusses in den Koronararterien, der Durchblutung des Herzmuskels (Myokards) und des Auswurfvolumens (ein Mass für die Pumpleistung des Herzens) gewonnen werden können. Philips arbeitet dazu seit einiger Zeit an der Entwicklung des so genannten Magnetic Particle Imaging (MPI) – einer neuen Bildgebungstechnologie, die anatomische und funktionale Bilder des Herzens generiert, aus denen solche quantitativen Daten gewonnen werden können.

Magnetic Particle Imaging nutzt die magnetischen Eigenschaften von injizierten Eisenoxid-Nanopartikeln zur Messung der Konzentration dieser Nanopartikel im Blut. Da der menschliche Körper keine natürlich vorkommenden magnetischen Stoffe aufweist, die für MPI sichtbar wären, entsteht kein Hintergrundsignal. Nach der Injektion erscheinen die Nanopartikel in den Bildern als helle Signale, aus denen die Konzentration errechnet werden kann. Durch die Kombination hoher räumlicher Auflösung mit kurzen Bildaufnahmezeiten (bis zu 50 Volumina pro Sekunde, 1000-mal schneller als PET) kann Magnetic Particle Imaging dynamische Konzentrationsveränderungen erfassen, während die Nanopartikel durch die Blutgefässe strömen. Dies könnte MPI-Scannern schliesslich erlauben, eine breite Palette funktionaler kardiovaskulärer Messungen in einem einzigen Scan durchzuführen. Beispiele dafür wären Messungen der koronaren Blutversorgung, der myokardialen Durchblutung und der Ejektionsfraktion (Auswurffraktion), der Wandbewegung des Herzens und der Flussgeschwindigkeiten in Gefässen. Für die magnetischen Nanopartikel wird bisher ein auf Eisenoxid basierendes Kontrastmittel mit dem Namen Resovist* verwendet, das innerhalb der EU bereits als Kontrastmittel für MRT-Aufnahmen zugelassen ist.

In einer vorklinischen Studie wurden mit einem experimentellen MPI-System einzigartige in-vivo Echtzeit-Bilder des arteriellen Blutflusses und der volumetrischen Herzbewegung in einer Maus generiert.

Das experimentelle System bildete die Echtzeit-Durchquerung eines injizierten Resovist-Bolus (der Partikelfront nach Schnellinjektion) durch die Herzkammern und die grossen Blutgefässe der Maus erfolgreich ab. Die verwendeten Resovist-Konzentrationen waren mit den zurzeit für den klinischen Gebrauch am Menschen zugelassenen vergleichbar.

Die Bewegung des Bolus wurde mit einer Wiederholrate von 46 Volumina pro Sekunde erfasst, was die Generierung von gleichmässigen Videosequenzen ermöglichte. Darüber hinaus korrelierten die erhaltenen Bilder exakt mit den anatomischen Bildern, die durch den Einsatz von MRT (Magnetresonanztomographie) erzielt wurden, wodurch die hervorragende räumliche Genauigkeit von MPI für die in-vivo Bildgebung belegt wurde. Die erzielte tatsächliche Bildauflösung betrug ungefähr 1,5 mm entlang der einen Achse und 3 mm entlang den beiden anderen Achsen, während die Voxelgrösse (Grösse der erfassten Volumenelemente) etwa 0,6 mm³ betrug. Die Unterschiede in der axialen Auflösung entstehen aufgrund der Konfiguration von Magnetfeldern, die verwendet werden, um die Nanopartikel magnetisch auszurichten.

Angesichts der Tatsache, dass das Herz einer Maus nur 5 mm gross ist und 240-mal pro Minute schlägt, bedeuten diese Ergebnisse einen grossen Schritt in der Entwicklung der MPI-Methode von einem theoretischen Konzept hin zu einem Bildgebungswerkzeug, das zur Verbesserung von Diagnose und Therapieplanung beiträgt – nicht nur bei kardiovaskulären Erkrankungen, sondern auch bei anderen Krankheiten, einschliesslich Krebs.

Grundlagen

In seiner einfachsten Form funktioniert MPI wie folgt: Die Eisenoxid-Nanopartikel sind superparamagnetisch und reagieren deshalb auf externe Magnetfelder. In der Folge werden sie selbst von einem schwachen oszillierenden Magnetfeld, das von dem MPI-Scanner generiert wird, magnetisiert. Dabei senden sie ein schwaches, doch messbares Signal aus, das von einer Empfangsantenne aufgefangen wird. Dieses Signal wird vom Scanner verarbeitet. Für sich allein würde dieses Signal jedoch nur die Präsenz von magnetischen Nanopartikeln irgendwo im Abbildungsvolumen erkennen, nicht aber ihre genaue Position innerhalb dieses Bereichs.

Ihre Lage wird wie folgt festgestellt: Zunächst wird praktisch der gesamte Bildbereich mit einem starken Magnetfeld durchdrungen, welches die Nanopartikel zwingt, sich in eine bestimmte Richtung magnetisch zu orientieren. Dadurch können diese Partikel für das MPI kein Signal erzeugen. Danach wird innerhalb des Bildbereichs ein einziger Punkt geschaffen, an dem die Stärke des Magnetfelds den Wert Null annimmt (ein so genannter feldfreier Punkt). An diesem Punkt können die Nanopartikel weiterhin oszillierend auf das angewandte Magnetfeld reagieren. Die von der Empfangsantenne aufgefangene Amplitude des Signals ist dann ein Mass für die Nanopartikel-Konzentration im feldfreien Punkt und nirgendwo sonst. Für die Erzeugung eines vollständigen Bildes muss nun nur noch der feldfreie Punkt bewegt werden, bis jeder Punkt im Bildvolumen gescannt worden ist.

** Resovist ist ein im Handel erhältliches MRI-Kontrastmittel auf Eisenoxidbasis; hergestellt von der Bayer Schering Pharma AG.*

Weitere Informationen:

Philips AG Schweiz

Raphael Wermuth, Corporate Communications

Telefon: +41 44 488 20 04; +41 79 819 33 19

E-Mail: raphael.wermuth@philips.com

Über Philips

Royal Philips Electronics mit Hauptsitz in den Niederlanden ist ein Unternehmen mit einem vielfältigen Angebot an Produkten für Gesundheit und Wohlbefinden. Im Fokus steht dabei, die Lebensqualität von Menschen durch zeitgerechte Einführung von technischen Innovationen zu verbessern. Als weltweit führender Anbieter in den Bereichen Healthcare, Lifestyle und Lighting integriert Philips – im Einklang mit dem Markenversprechen "sense and simplicity" – Technologien und Design-Trends in neue Lösungen, die auf die Bedürfnisse von Menschen zugeschnitten sind und auf umfangreicher Marktforschung basieren. Philips beschäftigt in mehr als 60 Ländern weltweit etwa 116.000 Mitarbeiter. Mit einem Umsatz von 26 Milliarden Euro im Jahr 2008 ist das Unternehmen marktführend in den Bereichen Kardiologie, Notfallmedizin und bei der Gesundheitsversorgung zuhause ebenso wie bei energieeffizienten und innovativen Lichtlösungen sowie Lifestyle-Produkten für das persönliche Wohlbefinden. Ausserdem ist Philips führender Anbieter von Flat-TVs, Rasierern und Körperpflegeprodukten für Männer, tragbaren Unterhaltungs- sowie Zahnpflegeprodukten. Die Schweizer Niederlassung von Philips beschäftigt in Zürich und Gland rund 250 Mitarbeiter. Mehr über Philips im Internet: www.philips.ch oder unter www.twitter.com/Press_PhilipsCH.