

Dreidimensionale Messung des Blutflusses in der Nabelschnur mit Hilfe der automatisierten Quantifizierung von Farbdopplersignalen

Ausgangssituation

Für die Funktion aller Organe und die Entwicklung der Organfunktion im Laufe der Schwangerschaft ist eine adäquate Blutversorgung eine unerlässliche Voraussetzung. Daher wird insbesondere in der Pränataldiagnostik die nicht-invasive Farbdopplersonografie zur Beurteilung von Blutflussphänomenen in der Nabelschnur und im ungeborenen Kind selbst eingesetzt und spielt auch eine Rolle bei der Durchblutungsbeurteilung verschiedener postnatalen Erkrankungen. Nachteil der bislang zur Verfügung stehenden farbduplexsonografischen Verfahren ist, dass bis heute keine echte Quantifizierung der Blutflussvolumina vorgenommen werden kann. Blutflussmessung mit Ultraschall stößt bei speziellen Anwendungen, bei denen die Gefäßform und -lage unbestimmt ist, an technische Grenzen.

Zielstellung

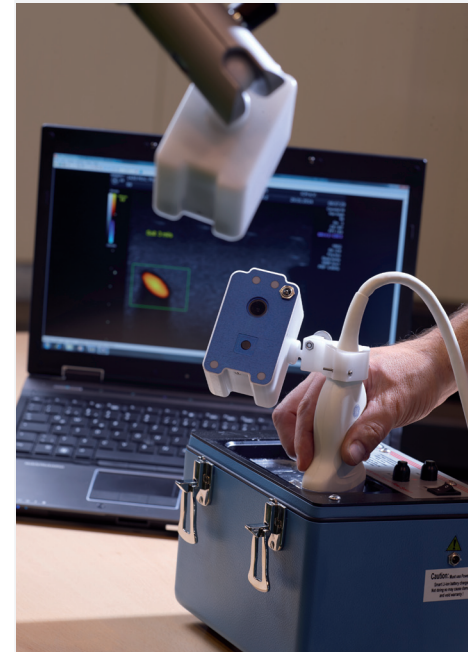
Ziel des Projektes war die Entwicklung eines Systems aus Hard- und Softwarekomponenten, mit dem das Blutflussvolumen in einem oder mehreren Gefäßen, unabhängig von deren Form, bestimmt werden kann. Dies sollte in Abhängigkeit der Pulsation und unter Verwendung von konventioneller 2D-Ultraschalltechnik möglich sein. Dabei spielt der korrekte Raumwinkel für die nachgelagerte pixelweise Erfassung der Blutflussgeschwindigkeit eine wesentliche Rolle. Somit kann das Blutflussvolumen in Abhängigkeit von Fläche und raumwinkelkorrigierter Flussgeschwindigkeit präzise bestimmt werden.

Ergebnis

Im Vorhaben erfolgte die Entwicklung eines prototypischen Systems, bestehend aus zwei Kamera-Marker-Modulen und einem Softwaretool, welches die Blutflussvolumenmessung mit konventioneller 2D-Technik ermöglicht. Mithilfe der hochgenauen Positionsbestimmung, insbesondere der Rotationsachsen des Ultraschallkopfes, kann der Raumwinkel der geschallten Gefäße ermittelt werden. Dazu wird ein kurzer Parallelschwenk ausgeführt. Die Ermittlung des Gefäßwinkels erfolgt automatisiert mit Hilfe der erfassten Positionsdaten der Ultraschallsonde und deren entsprechenden Zuordnung zu Gefäßen in der parallel aufgenommenen Ultraschall-Sequenz. Dank der genauen Raumwinkelbestimmung kann man den Volumenfluss durch die Gefäße mithilfe automatisierter pixelweiser Auszählung (PixelFlux*-Software) quantifizieren.

Darüber hinaus ist das System in der Lage die Raumwinkel mehrere Gefäße in einem Gewebe simultan zu ermitteln und somit die exakte Durchblutung in einem Gewebequerschnitt zu ermitteln. Versuche an einem kalibrierten Flussphantom ergaben eine hochsignifikante Korrelation ($r=0,99$) mit dem Sollwert und die bislang geringste Abweichung verglichen mit anderen Methoden der Blutflussvolumenmessung. Weitere Untersuchungen zeigen, dass diese Methode das Potential aufweist, die bisher unerreichbaren fetalen arteriellen Strömungsvolumen zu quantifizieren.

(*www.chameleon-software.de)



Kooperationspartner

- ICM - Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V.
- Chameleon Software GmbH

Fördermittelgeber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



www.icm-chemnitz.de

Three-dimensional measurement of the blood flow in the umbilical cord using the automated quantification of color doppler signals

Objective

For the functioning of all organs and for the development of organ function during pregnancy an adequate blood supply is an indispensable condition. Therefore non-invasive color duplex sonography is especially used in the prenatal diagnosis to evaluate blood flow phenomena in the umbilical cord and the unborn child himself. It is also essential in blood flow assessment of various postnatal diseases. However previous color duplex sonography methods are lacking real quantification of blood flow volumes. Blood flow measurement using the non-invasive ultrasound encountered technical limits in specific applications where the vessel shape and location vary.

Approach

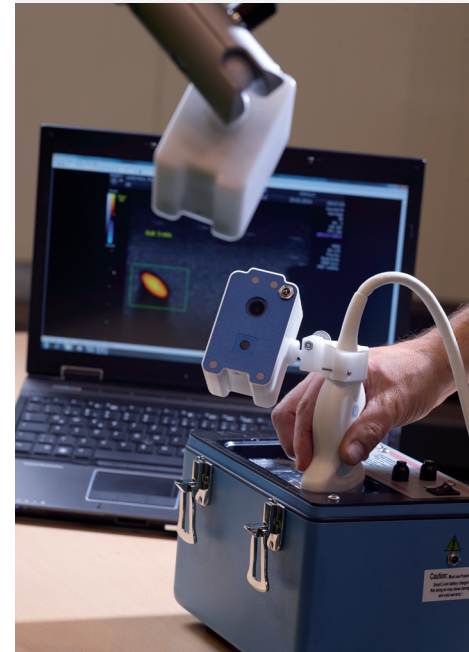
The aim of the project was the development of a hardware and software system capable to identify blood flow volumes in one or more vessels, regardless of their shape. This ought to be possible in dependence of the pulsation by using conventional 2D ultrasound technology. Thereby, the proper angle is essential for the pixelwise detection of blood flow velocity. Thus, the blood flow volume as a function of area and solid angle corrected flow velocity can be determined precisely.

Results

We have developed a prototype system consisting of two camera marker modules and a software tool, which enables the blood flow volume measurement with conventional 2D technology. Using the high-precision positioning, especially the rotational axes of the ultrasound transducer, the angle of vessels can be determined. For this purpose a short parallel swing is executed. The angle determination is automated based on the position data and the corresponding allocation to vessels in parallel recorded ultrasonic image sequence. Thanks to the precise solid angle determination the flow volume through the vessels can be quantified using automated pixelwise counting (PixelFlux* software). Moreover, the system is capable of a simultaneous determination of the solid angle in multiple vessels of a tissue and thus the exact blood flow in a tissue section can be identified.

Tests with a calibrated flow phantom showed a highly significant correlation ($r = 0.99$) with the nominal value and the previously smallest deviation compared to other methods of blood flow volume measurements. Other studies have shown that this method has the potential to quantify the previously unattainable fetal arterial flow volume.

(*www.chameleon-software.de)



Partners

- ICM - Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V.
- Chameleon Software GmbH

Funding Authority

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



www.icm-chemnitz.de