

# Kurzfassung

Die Pulstransitzeit (PTT) bezeichnet die Laufzeit einer Pulswelle zwischen proximalen und distalen Messpunkten. Oftmals wird dabei das Elektrokardiogramm für eine proximale und das Pulsplethysmogramm als distale Pulswelle verwendet. Die PTT ist ein Indikator für Blutgefäßwandsteifigkeit. Mit zunehmendem Blutdruck oder steiferen Gefäßen steigt die Gefäßwandspannung, die Pulswelle ist schneller und die PTT sinkt. Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung, inwieweit sich die Kreislauffunktion von Dialysepatienten während der Dialyse im Hinblick auf problematische Blutdruckabfälle mittels der Pulstransitzeit/Pulsankunftszeit überwachen lässt.

Beginnend mit einer Zusammenfassung physiologischer Grundlagen ist danach der Aufbau eines im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Messsystems für die PTT- (bzw. Pulsankunftszeit-) Messung beschrieben. Das Messsystem erfasst Pulsplethysmogramme an Hand und Fuß und ein Elektrokardiogramm. Aus diesen drei Pulskurven werden PTTs berechnet, angezeigt und dokumentiert. Zusätzlich wird der Blutdruck periodisch erfasst. Das Messsystem wurde in insgesamt vier Studien verwendet.

Als erstes wurden Kipptischuntersuchungen durchgeführt, um das Messsystem in einem Praxiseinsatz zu testen. In einer Kipptischuntersuchung wird ein Proband mittels einer beweglichen Liege von horizontaler in vertikale Position gekippt. Währenddessen kommt es durch eine Umverteilung des Blutvolumens zu Blutdruckschwankungen und Änderungen der Gefäßwandspannung. Diese Gefäßwandspannungsänderung ist mit dem entwickelten Messsystem klar sichtbar.

Als zweites ist ein Vergleich mit einem kommerziellen Pulswellengeschwindigkeits-Messgerät (Mobil-O-Graph) durchgeführt worden. Die Umrechnung der PTT in die PWV ermöglicht den Vergleich der gemessenen Werte. Der Messort beeinflusst die PWV. Der Mobil-O-Graph ist für Messungen in großen Blutgefäßen konzipiert. Auf dem Weg vom Herzen zur Hand werden jedoch auch kleine Blutgefäße von der Pulswelle durchlaufen, was zu Abweichungen zwischen den Ergebnissen der beiden Methoden führt. Daher ist die PTT vom Herzen zum Fuß besser für den Vergleich mit der Referenz des Mobil-O-Graphs geeignet.

Der dritte Versuch hatte zum Ziel, den Einsatz der PTT-Messung als Hilfsmittel zur Synchronisation von Herzschrittmachern bei der Stimulation des linken und rechten Ventrikels zu untersuchen. Das Ergebnis ist negativ.

Die vierte Studie besteht aus je drei Messungen an 15 Probanden während Dialysesitzungen. Ein direkter Rückschluss von der PTT auf den Blutdruck ist in dieser Anwendung nicht realisierbar. Zu kritischen Zeitpunkten zeigt die PTT oftmals signifikante Änderungen. Die Untersuchung starker Änderungen in der PTT stellt die aussichtsreichste Möglichkeit dar, um kritische Kreislaufzustände zu erkennen. Mittels eines in dieser Arbeit etablierten Verfahrens wird die Stärke der Trendänderung der PTT visualisiert. Es ist festzustellen, dass starke Trendänderungen immer dann auftreten, wenn eine stärkere Blutdruckveränderung und/oder Kreislaufstress beobachtet werden.

# Abstract

The Pulse Transit Time (PTT) is the time it takes for a pulse wave to travel from proximal to distal measurement points. The electrocardiogram/pulse plethysmogram is often used as a proximal/distal pulse wave. The PTT is an indicator of blood vessel stiffness. The blood vessel wall tension increases with increasing blood pressure. As a result, the pulse wave moves faster and the PTT decreases. The aim of this thesis is to investigate to what extent the circulatory function of a patient can be monitored during dialysis using the PTT with regard to problematic blood pressure drops.

Beginning with an introduction to physiological basics, this thesis then describes the development of the PTT measuring device that lays the foundation for all measurements that were performed within the scope of this work. The device measures pulse plethysmograms at hand and foot as well as an electrocardiogram. From these three pulse waveforms PTTs are calculated, displayed and documented. In addition, the blood pressure is acquired and documented periodically. A total of four case studies was conducted using the measuring device.

At first, tilt table tests were carried out to test the measuring device in practical use. Thereby, a person is tilted from a horizontal to a vertical position by using an adjustable bed. During this process, the blood pressure fluctuates and changes in vascular wall tension occur, especially inside the legs. This change in vascular wall tension can clearly be observed with the developed measuring device.

Next, the device was compared with a commercially available pulse wave velocity meter (Mobil-O-Graph). The conversion of the PTT to pulse wave velocity allows the comparison of the measured values of both devices. It can be seen that the measurement position can strongly influence the pulse wave velocity. The Mobil-O-Graph is designed for measurements in large blood vessels. However, on the way from the heart to hand, small blood vessels are also passed by the pulse wave, which leads to deviations between the results obtained with the two methods. Therefore, the PTT from the heart to the foot is better suited for comparison with the Mobil-O-Graph reference.

In addition, it was evaluated whether the PTT might be helpful for the synchronisation of pacemakers during the stimulation of the left and right ventricles. The result has been negative.

The fourth study consisted of three measurements each taken during the dialysis sessions of 15 subjects. It has not been possible to draw an unambiguous conclusion from the PTT to the blood pressure, even though the PTT often shows significant changes at critical times. The investigation of the change of the PTT rather than the absolute value therefore represents the most promising possibility to detect critical circulatory states. Using the method established in this work, the strength of a trend change in the PTT is visualised. In conclusion, a more pronounced change of the PTT occurs when a greater change in blood pressure and/or circulatory stress is observed.