



Protokoll

zum Nachweis der Wirksamkeit des
Unterdrucks des
Alpha-Cooling-Professional
mit Auswirkungen auf
Blutflussgeschwindigkeit und
Vitalparameter

Inhaltsverzeichnis

ACP-Alpha Cooling Professional.....	3
Versuchsdurchführung.....	4
Blutfluss.....	4
Temperatur.....	4
Blutdruck.....	4
Ergebnisse.....	5

ACP-Alpha Cooling Professional

Alpha-Cooling-Professional (ACP) ermöglicht eine einfache und unkomplizierte Kälteanwendung. Die im Gerät verbaute Unterdruckpumpe erzeugt einen Unterdruck von etwa 0,235bar. In der Kühlkammer selbst beträgt der Unterdruck jedoch nur 0,004bar. Dieser Unterdruck soll aber ausreichen, um die physiologische kältebedingte Vasokonstriktion der Widerstandsgefäße der Hand zu verhindern, so kann unter anderem auch beobachtet werden, dass die Fingerspitzen warm sind nach der Behandlung.

Der Unterdruck wurde gemessen mit dem Autool Digital Manometer. Es wurde die Leistung der Unterdruckpumpe gemessen, sowie der Absolutdruck in der Kühlkammer.

Die Hände werden auf eine Metallplatte gelegt, die bis auf 4°C abkühlt wird. Ein Behandlungszyklus setzt sich aus 5-10 Kühlzyklen je zwei Minuten zusammen, dazwischen werden die Hände je zwei Minuten bei Raumtemperatur gehalten, bis ein neuer Zyklus beginnt. Ein Behandlungszyklus beinhaltet 5-10 Anwendungen, 2-3mal in der Woche.

Die Kühlung der Hände in Kombination mit der Unterdruckkammer soll das Blut um etwa 1,5°C abkühlen und diverse Effekte im Körper verursachen, die vergleichbar sind mit den Resultaten einer Ganzkörper-Kältekammertherapie. Der elementare Unterschied dazu ist jedoch, dass die Kälte bei der ACP-Methode von innen über das Blut in den Körper gebracht werden soll und nicht von außen über die Haut, wie es bei Ganzkörperkältekammern geschieht. Die Hände wirken hierbei als „Wärmetauscher“. Die Nervenimpulse werden im Hypothalamus verarbeitet, eine Reaktion soll unter anderem über das Vegetative Nervensystem mit einer vermehrten Ausschüttung von Noradrenalin erfolgen, in der Folge sollen Stoffwechselvorgänge angeregt werden. Gleichzeitig wird in der Hypophyse die Bildung von Hormonen angeregt, beispielsweise ACTH, wodurch in der Zona fasciculata der Nebennierenrinde vermehrt Cortisol gebildet werden soll. Die vermehrte Bildung von Cortisol blockiert entzündliche und immunologische Prozesse. Auch soll die Kältetherapie nach dem Reiz-Reaktions-Prinzip schmerzlindernd sein.

Versuchsdurchführung

Es wurden 26 Patienten (8 Männer, 18 Frauen) im Alter von 20-83 Jahren ohne bekannte Gefäßerkrankungen untersucht. Die Erfassung der Daten erfolgte während der Therapieanwendung des ACP über einen Behandlungszyklus (5-10 Anwendungen) hinweg, mit dem Einverständnis der Patienten.

Der Blutdruck und die Herzfrequenz wurden jeweils sitzend oder liegend vor der Anwendung mit dem ACP gemessen, die Temperaturmessung erfolgte vor, während und nach der Anwendung. Der Blutfluss/Die Strömungsgeschwindigkeit wurde vor und während der Anwendung in jeweils etwa zwei Minuten Schritten gemessen und fünf Mal wiederholt.

Blutfluss

Messungen der Blutflussgeschwindigkeit wurden mithilfe der Dopplersonografie (Smartdop45 bidirektionales Dopplergerät) durchgeführt. Diese ermöglichen Rückschlüsse auf die Durchblutung an distalen Unterarm und Hand zu ziehen.

Die Strömungsgeschwindigkeit lässt sich wie folgt feststellen:

$$\Delta f = \frac{2 \cdot v \cdot f_0 \cdot \cos \alpha}{c}$$
$$\Leftrightarrow v = \frac{\Delta f \cdot c}{2 \cdot f_0 \cdot \cos \alpha}$$

$\Delta f = \text{Dopplerfrequenzshift}$
 $c = 1540\text{m/s}$ (Schallgeschwindigkeit in Gewebe)
 $f_0 = 8\text{MHz}$
 $\cos \alpha = 30^\circ$

Gemessen wurde die Blutflussgeschwindigkeit am distalen Unterarm an der A.radialis, am sitzenden Patienten vor und während der Anwendung des Alpha-Cooling-Geräts. Für die Messungen wurde das Smartdop 45 bidirektionales Dopplergerät mit einer 8MHz Sonde verwendet. Grafisch dargestellt wurden die Messungen mit dem Sonic-Visualizer. Anschließend wurden die Strömungsgeschwindigkeiten mithilfe der oben genannten Formel berechnet. Um auf signifikante Werte zu schließen wurde ein Gegenversuch durchgeführt. Dieser beinhaltete zum einen eine Kühlung der Palmarflächen der Hand mit dem ACP-Gerät ohne Unterdruckerzeugung sowie ein Versuch, in dem die Probanden ihre Hände in etwa 4°C kaltes Wasser für etwa zwei Minuten gehalten hat. Der Vergleich der jeweiligen Messergebnisse zeigt die Wirksamkeit des Unterdruckes.

Temperatur

Die Temperatur wurde mit dem SmartGlow-Exergen-TemporalScanner an der A.temporalis an der Schläfe vor, während und nach der Anwendung mit dem ACP gemessen.

Blutdruck

Der Blutdruck wurde vor jedem Behandlungszyklus vor dem ersten Kühlzyklus manuell gemessen, um auf einen langfristigen Effekt des ACP schließen zu können.

Ergebnisse

Die gemessenen Werte der Blutflussgeschwindigkeiten lassen Rückschlüsse auf die Wirksamkeit des Unterdruckes schließen. Bei dem durchgeführten Gegenversuch, in dem die Probanden ihre Hände in etwa 4°C kaltes Wasser gehalten hatten, konnte festgestellt werden, dass die Blutflussgeschwindigkeiten durchschnittlich um 48,12% abnahmen. Im Schnitt betrug die Blutflussgeschwindigkeit vorher 0,3823m/s, bereits nach etwa zwei Minuten sank diese durchschnittlich auf 0,2281m/s ab. Nach etwa zehn Minuten erreichte die durchschnittliche Blutflussgeschwindigkeit einen Wert von 0,1978m/s. Die mittlere Differenzbetrachtung des Gegenversuchs ergab -0,1519.

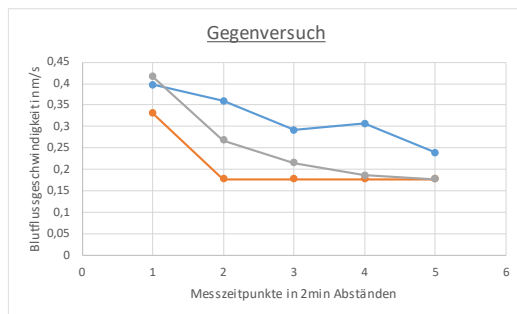


Abb.1: Verlauf Blutflussgeschwindigkeiten im Gegenversuch mit kaltem Wasser. Die verschiedenen Farben zeigen unterschiedliche Probanden

Die gemessenen Blutflussgeschwindigkeiten während der Anwendung des ACP blieben annähernd konstant. Zu beobachten ist, dass es während der ersten Anwendung der Kühlung initial zu einem leichten Abfall der Blutflussgeschwindigkeit kommt. Im Schnitt beträgt dieser Abfall -1,05%. Im weiteren Verlauf der Behandlung erreicht die Blutflussgeschwindigkeit im Schnitt einen Peak nach dem zweiten Kühlzyklus. Die Blutflussgeschwindigkeit erreicht dabei im Mittel eine Zunahme von 0,738% im Vergleich zu derjenigen am Anfang der Behandlung. Die durchschnittliche Differenzbetrachtung aller Patienten bei den Messungen von der Blutflussgeschwindigkeit vor und während der Behandlung mit dem ACP liegt bei 0,0015.

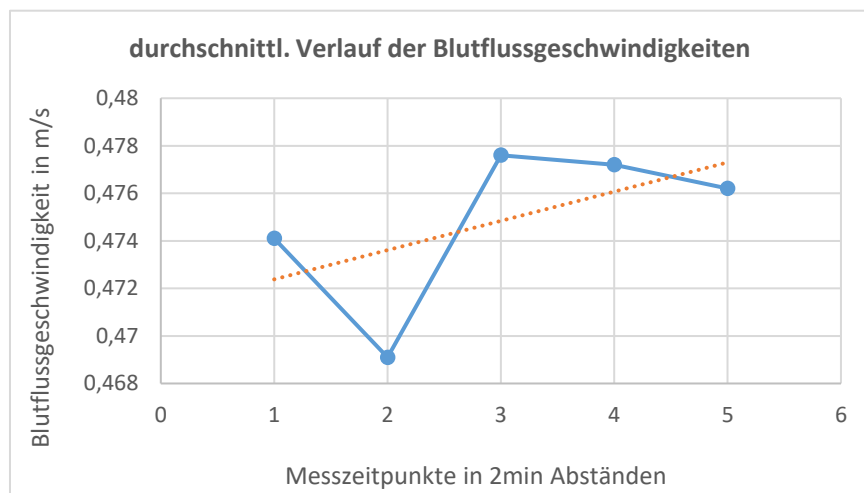


Abb.2: durchschnittlicher Verlauf Blutflussgeschwindigkeiten in 2min Abständen: Messzeitpunkt 1 gemessen vor der Anwendung mit ACP, Messzeitpunkte 2 bis 5 gemessen während der Anwendung mit ACP.

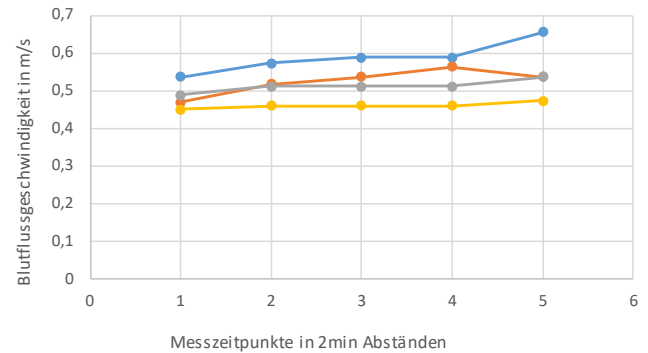
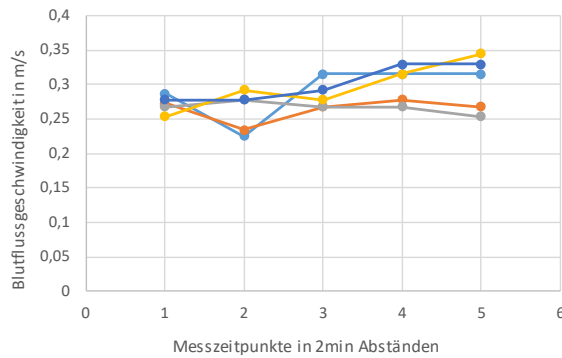


Abb.3: Verlauf Blutflussgeschwindigkeiten einer Patientin, Messzeitpunkt 1 vor Anwendung ACP, Messzeitpunkte 2-5 während der Anwendung ACP. Die verschiedenen Farben zeigen unterschiedliche Behandlungstage: Tag1-hellblau; Tag2-rot; Tag3-grau; Tag4-gelb; Tag5-dunkelblau

Abb.4: Verlauf Blutflussgeschwindigkeiten einer Patientin, Messzeitpunkt 1 vor Anwendung ACP, Messzeitpunkte 2-5 während der Anwendung ACP. Die verschiedenen Farben zeigen unterschiedliche Behandlungstage: Tag1-blau; Tag2-rot; Tag3-grau; Tag4-gelb

Um reine Zeiteffekte auszuschließen, wurden Vergleichsmessungen durchgeführt. Die Probanden saßen in gleicher Position und alle Messungen wurden in gleichen Zeitabständen durchgeführt, wie bei der Behandlung mit dem ACP. Die Blutflussgeschwindigkeiten blieben gleich.

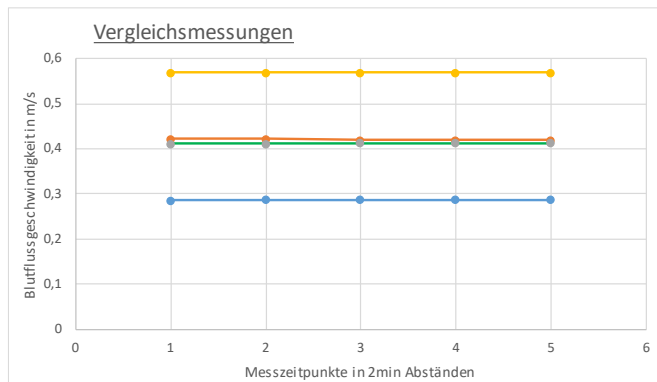


Abb.5: Verlauf Blutflussgeschwindigkeiten Vergleichsmessungen. Die verschiedenen Farben zeigen unterschiedliche Probanden.

Die gemessenen Werte zeigen die Wirkung des Unterdruckes. Durch den Unterdruck bleiben die Widerstandsgefäße in der Hand geöffnet, sodass die Blutflussgeschwindigkeit konstant bleibt oder sogar ansteigt, wenn die Widerstandsgefäße durch den Unterdruck aufgedrückt werden. Dies konnte mit den Vergleichsmessungen und dem Gegenversuch bewiesen werden. Dadurch bleibt die Blutzirkulation in der Hand unverändert und es kommt zu keinen Umgehungskreisläufen durch arteriovenöse Anastomosen.

Durch die Konstanthaltung der Blutzirkulation wird das Blut in der Hand durch die etwa 4°C kalte Metallplatte abgekühlt und es kommt zu signifikanten Körpertemperaturänderungen. Diese Änderungen weisen ebenfalls auf eine Wirksamkeit des Unterdruckes hin. Das herabgekühlte Blut löst dann im Körper unterschiedliche Reaktionen aus.

Im Durchschnitt kam es bei den Patienten um eine Zunahme der Körpertemperatur um 0,2°C. Um den genauen Verlauf der Temperaturveränderungen zu erfassen, wurde die Temperatur während der ACP-Anwendung alle 2min gemessen. Bei 57% der Patienten kam es nach den ersten zwei Minuten zu einem leichten Absinken der Temperatur, im Schnitt um -0,24°C. Folgend stieg im weiteren Verlauf die Temperatur nach weiteren zwei Minuten wieder an. Bei 81% der Patienten stieg die Körpertemperatur im Verlauf der ACP-Anwendungen während den Behandlungszyklen über die Ausgangswerte zu Beginn an.

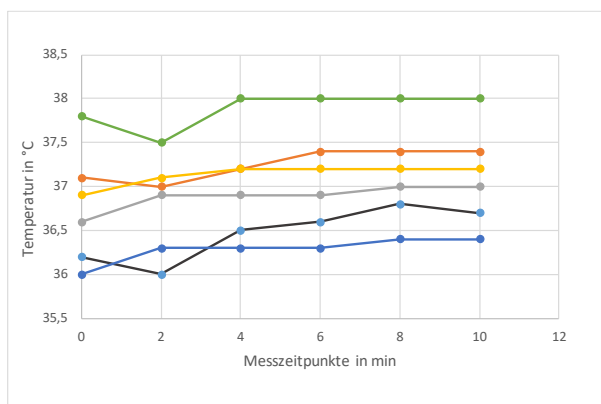


Abb.6: Verlauf Temperaturveränderungen während ACP-Anwendung. Die verschiedenen Farben zeigen unterschiedliche Patienten.

Um auch hier den reinen Zeiteffekt auszuschließen wurden Vergleichsmessungen durchgeführt. Dabei saßen die Patienten in selber Position und Dauer wie bei einer ACP-Anwendung. Die Temperatur wurde dabei gemessen und es konnte bei keinem Probanden eine Veränderung festgestellt werden.

Die gemessenen Blutflussgeschwindigkeiten sowie die Temperaturveränderungen während der ACP-Anwendung und deren Korrelat der Vergleichsmessungen zeigen deutlich die Wirkung des Unterdruckes. Der Unterdruck verhindert tatsächlich die Vasokonstriktion der Gefäße in der Hand während der Kälteanwendung. Vor allem der Gegenversuch mit dem kalten Wasser machte diesen Wirkmechanismus deutlich. Der Unterdruck erweitert die Widerstandsgefäße der Hand, was einen direkten Einfluss auf die Blutflussgeschwindigkeit der gemessenen A.radialis hat. Wenn der Durchmesser der nachgeschalteten Widerstandsgefäße zunimmt, sinkt der Gefäßwiderstand. Nach dem Ohm'schen Gesetz des Kreislaufs ($\Delta P = Q \cdot R$ [P=Druck, Q=Blutfluss, R=Widerstand]) bedeutet ein reduzierter Widerstand bei gleichem Druck, dass mehr Blut fließen kann. In diesem konkreten Fall steigt der Blutfluss an, da sich aber in der A.radialis der Durchmesser nicht verändert, nimmt dort die Blutflussgeschwindigkeit zu.

Dadurch zirkuliert das gekühlte Blut durch den Körper. Dieser reagiert auf die Kälte durch eine Erhöhung der Körpertemperatur, da für den Körper der Kältereiz erstmal sehr ungewohnt ist. Bei dieser Kälteeinwirkung versucht der Körper den Stoffwechsel anzukurbeln, um vermehrte Wärme zu produzieren. Das geschieht vor allem durch eine vermehrte Aktivierung des Sympathikus und die Freisetzung von Noradrenalin und Adrenalin. Der erhöhte Stoffwechsel sorgt dafür, dass mehr Energie in Form von Wärme freigesetzt wird, um den Temperaturabfall zu kompensieren. Deshalb steigt während der ACP-Anwendung die Körpertemperatur an.