

Wirkung einer Ganzkörperkälteapplikation (Kältekammer bei minus 110° C) auf die Ausdauerleistungsfähigkeit

In der nachfolgenden Studie wird überprüft, ob sich eine wettkampfnaher Ausdauerleistung nach Ganzkörperkälteapplikation bei minus 110° C (GKKLA_{-110°C}) im Vergleich zu einer Leistung, die ohne vorherige Ganzkörperkälteapplikation durchgeführt wurde, verbessert. Dazu sind die Werte von 23 durchschnittlich ausdauertrainierten Probanden analysiert worden, die mit einer Laufgeschwindigkeit von 95% ihrer (in einem Stufentest erreichten) Maximalgeschwindigkeit bis zum individuellen Leistungsabbruch gelaufen sind. Der Test wurde auf einem handelsüblichen Laufband durchgeführt.

1. Effekte durch die Ganzkörperkälteapplikation (GKKLA_{-110°C})

Die Tests zur Überprüfung der Leistung werden jeweils bei einer Raumtemperatur von 23°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 56% absolviert. Im Kontrolltest (ohne vorherige Ganzkörperkälteapplikation) laufen die Probanden, die sich aus Frauen (n=8) und Männern (n=15) zusammensetzen, 14:36±04:04 Minuten, nach der GKKLA_{-110°C} hingegen 17:18±04:58 Minuten, also 02:43±03:21 länger (p<.01). Dies entspricht einer Leistungsverbesserung von durchschnittlich 18,6%.

Die geschlechtsspezifische Analyse der Leistungssteigerung zeigt keine bedeutenden Differenzen: Die Männer verbessern sich nach der GKKLA_{-110°C} um 03:12±03:59 Minuten (p<.01), und zwar von 14:55±04:08 Minuten auf 18:08±05:10 Minuten. Die Frauen steigern die Laufleistung von 13:59±04:09 Minuten auf 15:46±04:28 Minuten (p<.05), somit um 01:48±01:27 Minuten. Dies entspricht einer Leistungsverbesserung bei den Männern um 21%, bei den Frauen um 12,8%. Die geschlechtsspezifische Laufzeitdifferenz unterscheidet sich nicht signifikant (p>.05). In dieser Studie ist die Leistungsverbesserung bei den Männern größer als bei den Frauen.

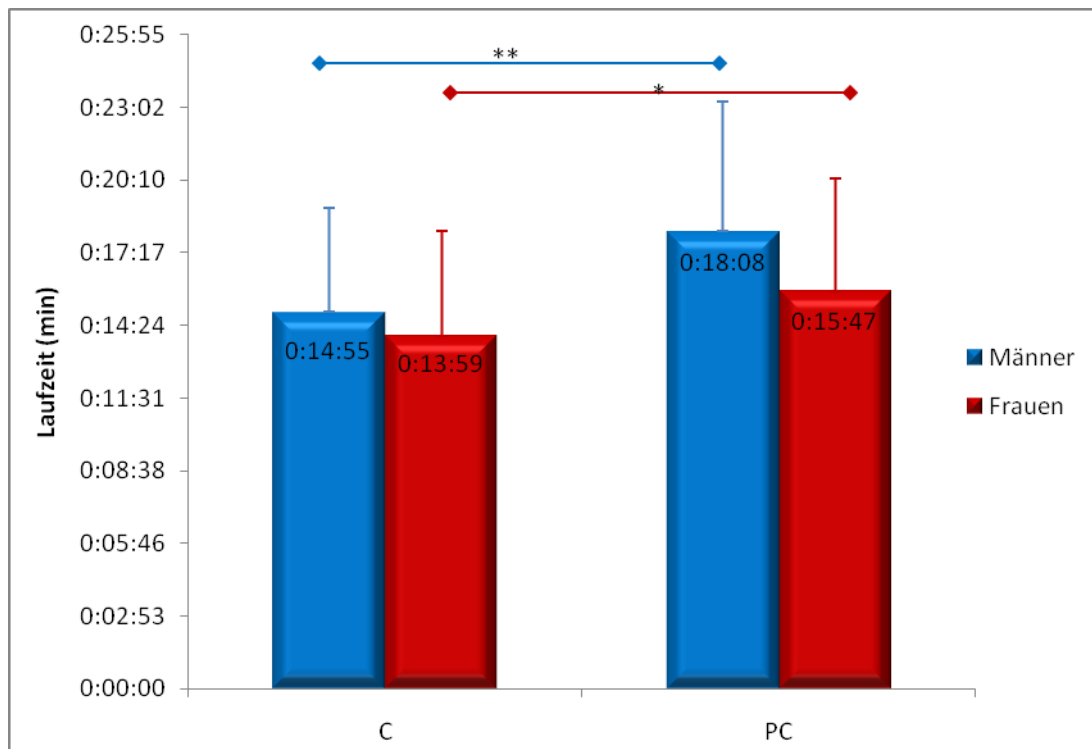


Abbildung 1. Laufzeiten im Kontrolltest (C) und im Precoolingtest (PC) – nach einer GKKLA_{-110°C} bei 95% der individuellen maximalgeschwindigkeit auf dem Laufband von Männern und Frauen; *= p<.05, **=0<.01

2. Leistungseffekt in Abhängigkeit von der Applikationsdauer

In dieser Studie wird zusätzlich der Einfluss einer unterschiedlichen Kälteapplikationsdauer untersucht. So wird die Gesamtstichprobe gleichmäßig in zufällige Gruppen aufgeteilt (Zufallstichprobe), die jeweils über einen unterschiedlich langen Zeitraum (01:30, 02:00, 02:30 oder 03:00 Minuten) mit der extremen Kaltluft ganzkörperlich in der Kältekammer appliziert werden. Es stellt sich heraus, dass die Kaltluftapplikationsdauer signifikant negativ mit der Leistungsverbesserung korreliert ($r = -0.595$, $p < .01$): Je kürzer die Applikationsdauer mit der extremen Kälte von minus 110°C, desto größer ist die prozentuale Leistungssteigerung der Laufleistung im Vergleich zur Laufzeit im Kontrolltest.

Die Berechnung des Determinationskoeffizienten ergibt, dass 35% Varianzanteil der Variable ‚Laufzeitverbesserung‘ durch die Variable ‚Applikationsdauer‘ erklärt werden können. Diese eher geringe Varianzaufklärung resultiert daraus, dass das Leistungsniveau der Probanden als Störvariable einwirkt, wie durch die Berechnung einer Partialkorrelation gezeigt werden kann. So fällt bei der Berücksichtigung des Leistungsniveaus der Zufallsstichprobe auf, dass die Gruppe, die 01:30 Minuten in der Kältekammer verbrachte, auch diejenige Gruppe mit dem niedrigsten Leistungsniveau ist. Wie sich bereits in mehreren Studien zur

Kälteapplikation herausgestellt hat, profitieren Probanden mit niedrigerem Leistungsniveau von dem Kälteeinfluss am deutlichsten (s.o.).

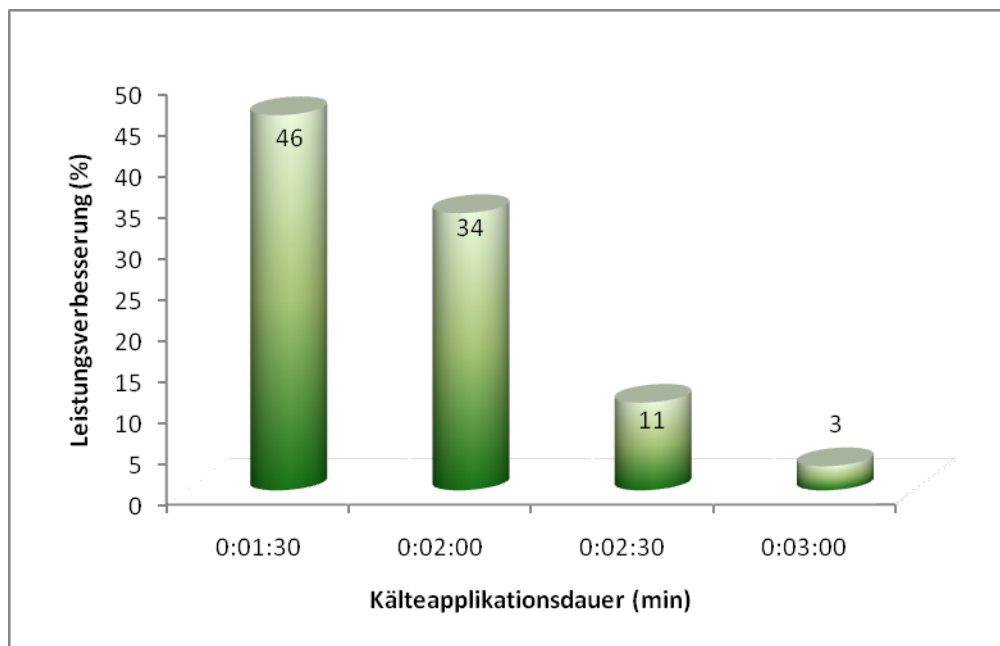


Abbildung 2. Prozentuale Laufzeitverbesserung in Abhängigkeit von der Applikationsdauer einer GKCLA_{-110°C} der Gesamtgruppe

Eine weitere Analyse der vorliegenden Daten ergibt, dass weder die kürzeste Applikationsdauer von 01:30 Minuten noch die längste (03:00 Minuten) – bei der die geringsten Verbesserungen registriert wurden, obwohl es sich hier nicht um die beste Leistungsgruppe handelt¹ – zu empfehlen sind. Vielmehr liegt die optimale Applikationsdauer bei einer Applikationstemperatur von minus 110°C im Hinblick auf die Leistungssteigerung und unter Berücksichtigung des Leistungsniveaus zwischen 2:00 und 2:30 Minuten.

3. Physiologische Parameter während der Zielbelastung

3.1 Herzfrequenz

¹ Da jedoch insgesamt eher ein geringes Leistungsniveau der Probanden in dieser Studie vorliegt, scheint eine Gruppeneinteilung in Leistungsschwache und Leistungsstarke, wobei Letztere lediglich die etwas ‚besseren Leistungsschwachen‘ repräsentieren, wenig sinnvoll zu sein. Für eine explizite Aussage müsste eine Studie durchgeführt werden, in der ein breiteres Spektrum an Leistungsniveaus vorliegt.

Die durchschnittliche Herzfrequenz unterscheidet sich während der Laufbelastung bei 95% der individuellen Maximalgeschwindigkeit im Kontrolltest und nach der GKKLA_{-110°C} nicht signifikant ($p > .05$). So beträgt die durchschnittliche Herzfrequenz im Kontrolltest $171,92 \pm 01,52$ Schläge pro Minute, im Precoolingtest $180,08 \pm 8,32$ Schläge. Dies bedeutet, dass die längere Laufzeit im Precoolingtest mit einer annähernd gleichen Herzfrequenz wie im Kontrolltest absolviert wird und nicht mit einer – wie für Normalbedingungen aufgrund des positiven Zusammenhangs von Herzfrequenz und Belastungsintensität charakteristisch – höheren. In diesem Zusammenhang konnte bereits in einer früheren Studie gezeigt werden, dass bei gleicher Belastung die Herzschlagfrequenz nach einer GKKLA_{-110°C} signifikant niedriger als im Kontrolltest ist (Joch & Ückert 2004).

3.2 Tympanaltemperatur

a) Die unmittelbare Wirkung der GKKLA_{-110°C} auf die Tympanal- und Hauttemperatur äußert sich – unmittelbar nach Verlassen der Kältekammer – wie folgt: Die Tympanaltemperatur sinkt von $37,12 \pm 0,37$ °C auf $36,72 \pm 0,43$ °C ab ($p < .001$), somit um $0,4 \pm 0,27$ °C. Die Hauttemperatur sinkt um $5,11 \pm 1,78$ °C ($p < .001$) ab, und zwar von $34,68 \pm 0,71$ °C auf $29,56 \pm 1,87$ °C.

b) Aber auch während der intensiven Belastungsphase auf dem Laufband sind Unterschiede hinsichtlich der Wirkung der extremen Kaltluftapplikation auf die Tympanaltemperatur im Vergleich zu den Kontrollbedingungen nachweisbar: Während der Belastung ist die Tympanaltemperatur um $0,41 \pm 0,49$ °C niedriger ($p < .01$), so beträgt der Durchschnittswert im Kontrolltest $36,95 \pm 0,57$ °C und nach der GKKLA_{-110°C} $36,54 \pm 0,53$ °C.

c) Auch bei Belastungsabbruch ist noch ein Temperaturunterschied messbar: So beträgt die Abbruchtemperatur unter Kontrollbedingungen $37,91 \pm 0,85$ °C, diejenige im Precoolingtest hingegen nur $37,48 \pm 0,85$ °C. Diese Differenz von $0,42 \pm 0,71$ °C ist signifikant ($p < .05$). Die Probanden scheinen in dieser Studie nicht bei der sogenannten kritischen Temperatur und somit nicht bei jeweils gleicher Temperatur die Belastung abbrechen, sondern bei einer deutlich niedrigeren.

Die Probanden laufen also bei gleicher Laufgeschwindigkeit (95% der individuellen Laufgeschwindigkeit) länger, und dies während der gesamten Belastungsphase auch bei einer geringeren Körperkerntemperatur. Der Gesamtanstieg der Temperatur ist im Kontrolltest mit $0,83 \pm 0,78$ °C geringfügig höher als nach dem Precooling ($0,77 \pm 0,92$ °C). Für den geringeren Temperaturanstieg ist maßgeblich die geringere Abbruchtemperatur verantwortlich.

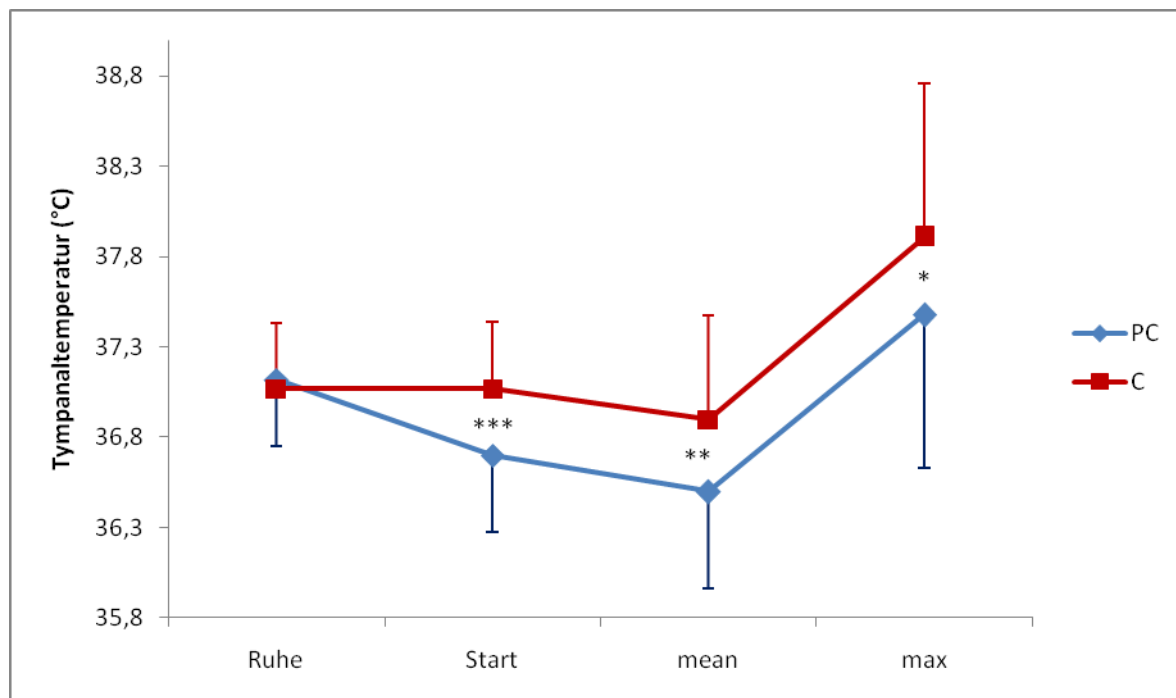


Abbildung 3. Mittelw. und Stabw. der Tympanaltemperatur im Kontrolltest und nach der GKKLA-110°C in Ruhe, zu Beginn des Laufstests (Start), im Durchschnitt (mean) und bei Abbruch (max); *:p<.05; **:p<.01; ***:p<.001

Die durch die Kaltluftapplikation reduzierte Tympanaltemperatur um ca. 0,4°C im Vergleich zum Kontrolltest bleibt während der gesamten Belastungsphase auf diesem Niveau.

3.3 Laktat

Die Laktatwerte sind während der Laufbelastung nach der GKKLA-110°C mit $7,07 \pm 1,60$ mmol/l höher als unter Kontrollbedingungen ($5,81 \pm 1,75$ mmol/l) (p<.05). Im Abbruchlaktat zeigen sich hingegen keine signifikanten Differenzen ($8,11 \pm 1,59$ mmol/l im Kontrolltest, $8,88 \pm 1,97$ mmol/l im Test nach der GKKLA-110°C).

Es besteht kein Zusammenhang zwischen der positiven Wirkung der Kältekammer auf die Laufleistung und der Körperkonstitution (Körpergröße (r=.166; p>.05), Körpergewicht (r=.302; p>.05) oder dem Körperfett (r=.236, p>.05)).

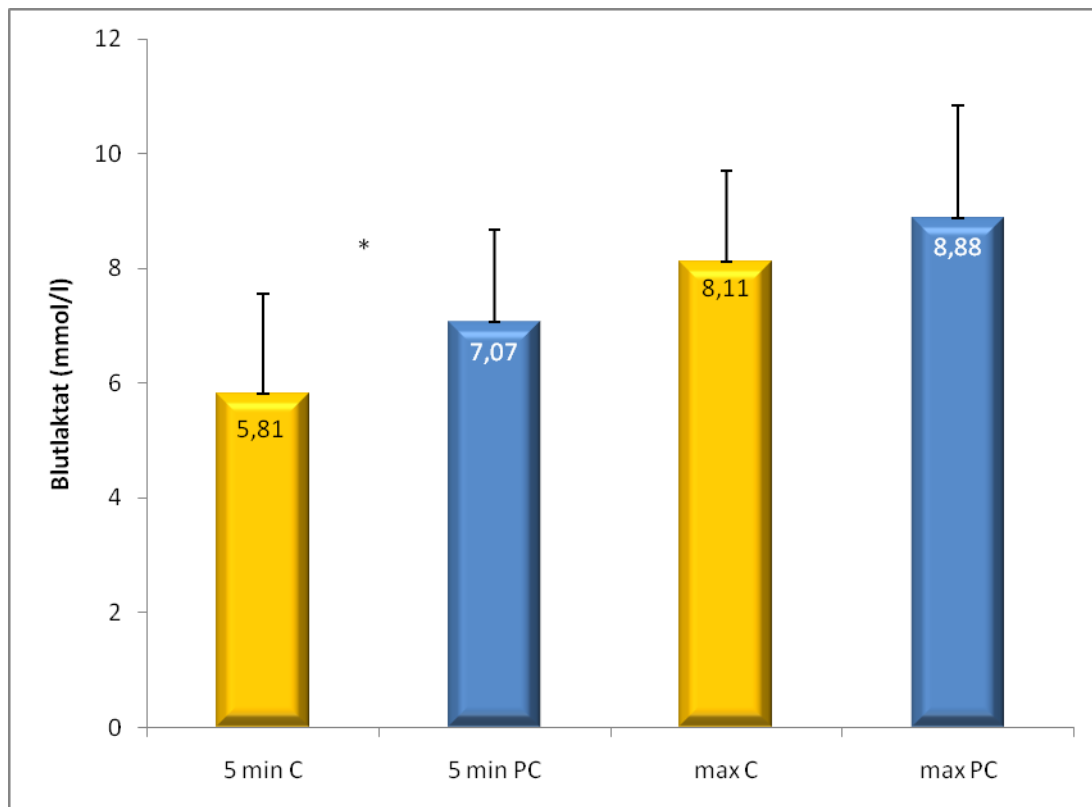


Abbildung 4. Mittelwerte und Standardabweichung der Blutlaktatwerte im Kontrolltest (C) und nach dem Precooling via GKKLA-110°C jeweils in der 5. Belastungsminute und bei Belastungsabbruch; *: $p < 0.01$

Das subjektive Belastungsempfinden (nach Borg) unterscheidet sich unter Kontroll- und Precoolingbedingungen nicht statistisch bedeutsam: So geben die Probanden im Kontrolltest durchschnittlich ein individuelles Belastungsempfinden von $16,73 \pm 1,95$ an, nach der GKKLA-110°C bewerten sie das Belastungsempfinden mit $17,27 \pm 1,35$ ($p > 0.05$). Zu berücksichtigen ist hierbei wieder, dass die Laufleistung in der Precoolingvariante deutlich länger als unter Kontrollbedingungen ist. Folglich wird die höhere Belastung nach der GKKLA-110°C als nicht beanspruchender empfunden, was auch als ein bedeutender Effekt einzuordnen ist.

Resümee

Eine GKKLA-110°C von 02:20 Minuten führt unmittelbar zu einer Reduzierung der Tympanaltemperatur von 0,4°C und der Hauttemperatur von 5,1°C. Im Anschluss an die GKKLA-110°C werden Leistungsverbesserungen der Laufzeit (bei 95% der maximalen Laufgeschwindigkeit) von 18,6% erreicht. Die längere Belastungsdauer nach der GKKLA-110°C wird begleitet von einer signifikant niedrigeren Tympanaltemperatur, während sich die Herzschlagfrequenz, das Abbruchlaktat und subjektive Belastungsempfinden nicht von den Werten unter Kontrollbedingungen unterscheiden.