

Validierung eines Raumkalorimeters und dessen Anwendung in einer Interventionsstudie (Rebecca Dörner)

Raumkalorimeter sind einzigartige Geräte, die eine genaue Messung des Energieverbrauches und der Makronährstoffoxidation mittels indirekter Kalorimetrie über einen Zeitraum von einigen Stunden bis hin zu mehreren Tagen ermöglichen. Weltweit wird an rund 50 Standorten mit Raumkalorimetern geforscht, seit 2019 gehört auch die Universität Kiel diesem Netzwerk an.

Diese Arbeit hat zum Ziel, die Validität und Präzision dieses Raumkalorimeters anhand internationaler Standards (*Room Indirect Calorimetry Operating and Reporting Standards 1.0*) zu untersuchen. Im Anschluss an die technische und biologische Validierung wurde eine Interventionsstudie zum Einfluss von endogenen und exogenen Ketonkörpern auf den Energieverbrauch und die Makronährstoffoxidation sowie die Glukosehomöostase durchgeführt.

Die technische Validierung erfolgte mittels der vollständigen Verbrennung von Propangas. Dabei wurden die erwartbaren Gasmengen mittels Stöchiometrie mit der gemessenen Wiederfindung von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid verglichen sowie entsprechende Variationskoeffizienten (VK) bestimmt. Es konnte eine sehr hohe Wiederfindungsrate und Präzision sowohl für Sauerstoff ($100,4 \pm 0,8 \%$, VK: 0,75%) als auch für Kohlenstoffdioxid ($100,6 \pm 0,5 \%$, VK: 0,49%), und den Energieverbrauch ($98,2 \pm 0,5 \%$, VK: 0,54%) ermittelt werden.

Für die biologische Validierung wurden Messungen in Doppelbestimmung mit drei verschiedenen Bedingungen und acht Teilnehmenden durchgeführt. Der Gesamtenergieverbrauch (VK: 1,4%) und der Schlafenergieverbrauch (VK: 1,7%) wiesen jeweils eine hohe Reproduzierbarkeit auf, während die Variationskoeffizienten für den Aktivitätsenergieverbrauch (VK: 5,8%) und die Makronährstoffoxidation (VK: 9,9%) größer waren. Die daraus berechnete nachweisbare Veränderung im 24h-Energieverbrauch lag im intra-individuellen Vergleich bei 101 kcal/d und bei Vergleichen zwischen Personen bei 350 kcal/d.

Die beiden Kieler Raumkalorimeter zeichnen sich demnach durch eine sehr hohe technische und biologische Reproduzierbarkeit aus, die wichtige Anhaltspunkte für die Fallzahlplanung liefert. Die Ergebnisse zeigen darüber hinaus, dass sich Raumkalorimeter vor allem für Fragestellungen mit einem intra-individuellen Studiendesign eignen.

In der Humaninterventionsstudie wurden vier unterschiedliche 24h-Interventionen durchgeführt, zudem wurden postprandial Blutentnahmen durchgeführt: Fasten (FAST), isokalorische Kontrolldiät (ISO), isokalorische ketogene Diät (KETO) und isokalorische Kontrolldiät unter Supplementierung von Ketonen (EXO; $3 \times 12,9\text{g}$ Beta-Hydroxybutyrat). Die 24h-C-Peptidausscheidung sowie die postprandialen Glukose- und Insulinspiegel wurden gemessen. Die 24h-Ketonkörperausscheidung war bei EXO leicht erhöht ($p < 0,05$). Im Vergleich zu ISO führte EXO zu einer geringeren 24h-Kohlenhydratoxidation ($\Delta -47,5 \pm 26,7 \text{ g/d}$; $p < 0,05$) und einer positiven Kohlenhydratbilanz (Δ ISO: $+43,2 \pm 71,3 \text{ g/d}$; Δ EXO: $+77,1 \pm 75,7 \text{ g/d}$ Kohlenhydrate; $p < 0,05$), während keine Unterschiede in den basalen und postprandialen Glukose- und Insulinspiegeln sowie der Insulinsensitivität mit EXO festgestellt wurden. ISO, EXO und KETO führten zu einer verbesserten β -Zellfunktion (höherer HOMA-B) im Vergleich zu FAST (alle $p < 0,05$).

Auch wenn Kohlenhydrate und Ketonkörper im physiologischen Zustand nicht zeitgleich vorkommen, zeigen die Ergebnisse, dass Ketonen eine glukosesparende Wirkung ausüben könnten, ohne die Glukosetoleranz zu beeinträchtigen.