

Der Einfluß eines Ausdauerschwimmtrainings auf den Kalium-Magnesium-Natrium-Haushalt von Mädchen und Jungen

D. Böhmer

Professur für Sportmedizin der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Frankfurt/Main
Sportärztliche Hauptberatungsstelle des Landes Hessen an der Orthopädischen Universitätsklinik,
Frankfurt/Main-Niederrad (Leiter: Prof. Dr. D. Böhmer)

Nach einer anstrengenden Ausdauerbelastung von 3 Stunden wird etwa der Tagesbedarf an Kalium ausgeschieden. Auch 24 Stunden später ist der K^+ -Gehalt des Organismus noch nicht wieder auf den Ausgangswert zurückgekehrt. Dies gilt auch für eine ungewohnte Ausdauerbelastung bei Hochleistungssportlern im Schwimmtraining. Schwimmerinnen verloren bei gleicher Belastung deutlich weniger Kalium als die gleich-

Optimale Elektrolytkonzentrationen in den Flüssigkeitsräumen des Organismus sind Voraussetzung für maximale sportliche Leistungen. Die exakte Bestimmung des Salzverlustes während einer körperlichen Belastung ist, durch methodische Schwierigkeiten bedingt, nur in Einzelfällen und nur mit erheblichem Aufwand möglich. Deswegen beschränkten sich bisher die Untersuchungen beim Sportler weitgehend auf Bestimmungen der Elektrolytkonzentrationen im Serum und Urin. Auf das innere Milieu der Muskelzelle sind Rückschlüsse hierdurch jedoch nur bei normalen Werten für den Säure-Basen-Wasser-Haushalt möglich. Bei anstrengenden sportlichen Leistungen können aber gerade hier frühzeitig Veränderungen auftreten [4]. Muskelbiopsien haben unser Wissen um Elektrolytveränderungen nach Muskelarbeit sehr erweitert. Diese Untersuchungsmethode ist jedoch nur in besonderen Fällen anwendbar und ergibt auch nur eine Momentaufnahme aus einem eng umgrenzten Gewebebezirk [1].

Für Kalium bietet die Bestimmung des natürlich im Organismus vorkommenden radioaktiven Isotops K^{40} die Möglichkeit, den Gesamtgehalt dieses Kations im Organismus zu bestimmen.

Im Institut für Umwelt- und Strahlenforschung in Frankfurt/M. konnten wir mit Unterstützung von Dr. Werner in zwei Versuchsserien an insgesamt 34 Probanden Ganzkörperkaliumbestimmungen vor, nach und 24 Stunden nach einer 3stündigen Fahrradergometerarbeit mit 100 W Belastung durchführen. Es zeigte sich, daß bei den mäßig gut trainierten jungen Männern innerhalb 24 Stunden 102 mval Kalium verloren gehen. Über-

altrigen Jungen. Die Bestimmungen wurden mit der Gesamtkörperkaliummethode (K^{40}) durchgeführt. Magnesium im Serum zeigte bei einem intensiven Ausdauerschwimmtraining (60 × 100 m in 2 Stunden) einen leichten Abfall im Serum, bei den Jungen stärker als bei den Mädchen. Bei ihnen war der Abfall des Serumeisens etwas deutlicher.

raschend hoch war die Kaliumausscheidung im Urin nach der Belastung, wie dies durch Clearanceuntersuchungen nachgewiesen werden konnte, 75,9 mval innerhalb 24 Stunden nach der Belastung gegenüber 54,3 mval vorher. Der Natriumhaushalt wurde wesentlich weniger beeinflusst. Der Serumspiegel beider Kationen änderte sich nur wenig. Eine Kaliumgabe von 40 mval konnte den Kaliumverlust mindern [3].

Untersuchung

In einer weiteren Studie wollten wir den Einfluß einer sportartspezifischen Ausdauerbelastung auf den Elektrolythaushalt sehr gut trainierter Sportler kennenlernen. Zur Verfügung standen 10 junge Schwimmerinnen (Durchschnittsalter 14 Jahre, 48,7 kg schwer) und 10 junge Schwimmer (Durchschnittsalter 13,5 Jahre, 49,2 kg schwer) eines erfolgreichen Schwimmclubs (EOSC Offenbach). Alle Sportler waren sehr gut trainiert und errangen vordere Plätze bei Landes- und Bundeswettkämpfen. Deswegen konnten sie für diese Studie 60 × 100 m in genau 2 Stunden schwimmen. Es wurden bestimmt:

Am Tage vor der Belastung:

Gesamtkörperkalium; im 24-Stunden-Urin: K, Na, Mg, Fe, Cu und Zn;

Vor der Belastung im Vollblut und Serum:

K, Na, Mg, Fe, Cu, Zn;

Nach der Belastung (ca. 0,5 Std.):

im Vollblut und Serum und im 24-Stunden-Urin: K, Na, Mg, Fe, Cu, Zn und das Gesamtkörperkalium.

24 Stunden nach der Belastung wurden die gleichen Untersuchungen wie 0,5 Stunden nach Belastung vorgenommen. Die Elektrolytbestimmungen erfolgten mit dem Atomabsorptionsverfahren.

Ergebnisse

Am deutlichsten konnten wir für Kalium eine Beeinflussung durch die Belastung nachweisen. Die Ausgangswerte lagen im oberen Normbereich. Die Jungen verloren innerhalb 24 Stunden $6 \text{ g} = 153,6 \text{ mval}$ Kalium, die Mädchen deutlich weniger, $2,2 \text{ g} = 56,3 \text{ mval}$. Umgerechnet auf kg/Körpergewicht gaben die Schwimmerinnen $0,04 \text{ g}$ Kalium ab gegenüber $0,1 \text{ g/kg}$ der Schwimmer. Dieses Kalium wird nach der Belastung vermehrt ausgeschieden, wie wir dies in früheren Kaliumclearanceuntersuchungen nachweisen konnten.

Die Ergebnisse der Urinuntersuchungen müssen wir in dieser Studie etwas weniger stark wichten, da die von den Sportlern abgelieferten 24-Stunden-Urinmengen erheblich schwankten. Aber den Hinweis auf eine vermehrte Kaliumausscheidung nach der starken Ausdauerbelastung finden wir auch hier. Durch den Schweiß ist der Elektrolytverlust bei den Schwimmern sicher geringer als bei den Nichtschwimmern. Der Gewichtsverlust betrug bei den Jungen 500 g , bei den Mädchen 300 g . Die Radfahrer der erwähnten Studie verloren immerhin $1,4 \text{ kg}$ Körpergewicht. Nach Angaben der Schwimmer würden sie kein Wasser schlucken. Die Analyse des Wassers im Schwimmbecken ergab $\text{Na } 1,08 \text{ mval}$, $\text{K } 0,75 \text{ mval}$, $\text{Mg } 0,87 \text{ mval/l}$. Außer einem leichten aber signifikanten Anstieg von Natrium im Vollblut zeigten die Bestimmungen der Konzentrationen dieses Kations keine Auffälligkeiten.

Der Magnesiumspiegel in Ruhe lag bei der Jungen- und Mädchengruppe im unteren Normbereich. Die Blutentnahme erfolgte morgens um 7.00 Uhr. Während der Belastung und auch 24 Stunden später ist ein leichter Abfall des Magnesiumspiegels nachweisbar, bei den Jungen auf der $0,05$ -Stufe signifikant. Dieses Verhalten entspricht den Erfahrungen aus früheren Untersuchungen [2]. Bei den Mädchen fällt eine allerdings nicht signifikante Verringerung des Magnesiums im Vollblut auf. Überraschend war der Abfall des Eisens bei den jungen Schwimmerinnen im Vollblut und Serum. Ein ähnliches Verhalten zeigte Zink. Auch hier sanken die Werte der Mädchen tiefer ab als die der Jungen. Der Kupferhaushalt wurde bei beiden Gruppen nur wenig beeinflusst. Aufgrund der Ergebnisse dieser Untersuchungen ist es wahrscheinlich, daß auch bei sehr gut trainierten Sportlern durch eine ungewohnte anstrengende Ausdauerbelastung der Elektrolythaushalt erheblich beeinflusst wird. Dabei scheint es zwischen Sportlerinnen und Sportlern Unterschiede zu geben. Bemerkenswert ist der bei etwa gleich starker Belastung wesentlich geringere Abfall von Kalium bei den Schwimmerinnen. Vielleicht ein Hinweis, daß Mädchen ausdauerbelastbarer sind als Männer. Dagegen ist der Abfall des Blut- und Serumspiegels für Eisen und Zink bei den Sportlerinnen höher als bei den jungen Männern.

Tabelle 1 Veränderung der Kaliumkonzentrationen.
 gK^+ = Gramm Kalium im Organismus des Sportlers;
 $\frac{\text{gK}^+}{\text{kg}}$ = Gramm Kalium pro kg Körpergewicht;
 alle übrigen Werte in mval/l

Kalium	vor Belastung		nach Belastung		24 Std. nach Belastung	
männlich	gK^+	$\frac{\text{gK}^+}{\text{kg}}$	gK^+	$\frac{\text{gK}^+}{\text{kg}}$	gK^+	$\frac{\text{gK}^+}{\text{kg}}$
K^{40}	101,6	2,06	100,4	2,06	95,6	1,96
weiblich	93,9	1,94	93,0	1,95	91,7	1,90
<i>Vollblut</i>						
männlich	$43,1 \pm 1,7$		$42,9 \pm 2,1$		$43,6 \pm 2,3$	
weiblich	$43,2 \pm 2,0$		$42,5 \pm 2,3$		$41,6 \pm 2,5$	
<i>Serum</i>						
männlich	$4,2 \pm 0,2$		$4,0 \pm 0,4$		$4,2 \pm 0,2$	
weiblich	$4,1 \pm 0,3$		$3,9 \pm 0,4$		$4,0 \pm 0,3$	
<i>Urin</i>						
männlich	$60,9 \pm 12,4$				$56,4 \pm 16,6$	
weiblich	$58,7 \pm 16,3$				$65,9 \pm 13,3$	

Tabelle 2 Veränderungen der Magnesiumkonzentrationen

Magnesium mval/l	vor Belastung		nach Belastung		24 Std. nach Belastung	
<i>Vollblut</i>						
männlich	$2,8 \pm 0,21$		$2,9 \pm 0,19$		$2,9 \pm 0,22$	
weiblich	$2,72 \pm 0,16$		$2,70 \pm 0,2$		$2,58 \pm 0,19$	
<i>Serum</i>						
männlich	$1,68 \pm 0,21$		$1,6 \pm 0,17$		$1,58 \pm 0,17$	
weiblich	$1,64 \pm 0,12$		$1,54 \pm 0,07$		$1,61 \pm 0,11$	
<i>Harn</i>						
männlich	$13,1 \pm 1,53$				$10,9 \pm 3,67$	
weiblich	$12,3 \pm 1,53$				$12,0 \pm 2,51$	

Inwieweit eine Elektrolytgabe auch bei Hochleistungssportlern sinnvoll ist, wird z. Z. an denselben Probanden getestet. Jedenfalls kann schon jetzt die Empfehlung gegeben werden, nach einer starken Ausdauerbelastung elektrolythaltige Getränke und Nahrung zu sich zu nehmen. Denn auch bei diesen Untersuchungen konnte eine weitere Abnahme des Gesamtkörperkaliums bis 24 Stunden nach der Belastung gefunden werden und bestätigt die Vermutung, daß auch bei sehr gut trainierten jungen Sportlern nach einer anstrengenden längeren Ausdauerbelastung die Erholung wenigstens 24 Stunden, wahrscheinlich 48 Stunden dauert [3].

Literatur beim Verfasser im Sonderdruck