

Mitochondriale Medizin

Einsatz am Beispiel eines Feldhockey-Nationalspielers

Dr. med. Klaus Erpenbach und Stefan Mücke

**Institut für medizinische
Leistungsoptimierung (IM-LOT), Erfstadt**

Während eines internationalen Turniers 2014 wurde der junge A-Feldhockey-Nationalspieler plötzlich von einem fieberhaften Magen-Darm-Infekt heimgesucht, von dem er sich nicht mehr erholen sollte. Es blieben Bauchschmerzen, Sodbrennen, Verdauungsstörungen mit 4–5 senffarben weichen Stühlen teilweise noch während des Trainings bzw. Ligaspiels und seit 2 Monaten eine hartnäckige Rosazea nasolabial und an den Unterlidern.

Er litt besonders im Winter an chronischem Schnupfen (Rhinitis) und wiederkehrenden Mittelohr-Entzündungen des rechten Ohres. In dieser Zeit verspürte er eine lähmende Müdigkeit und schwitzte nachts stark.

Seit Jahren verfolgen ihn wiederkehrende Muskelfaserrisse oder -verhärtungen an der Wirbelsäure, den Oberschenkel-Vorderseiten und den Waden. Im Ligaspiel klagte er in den letzten 5 bis 10 Minuten des Spiels über muskuläre Erschöpfung und Schmerzen der LWS und der Beine. Ein typisches Beispiel aus dem täglichen Medizinalltag im Leistungssport.

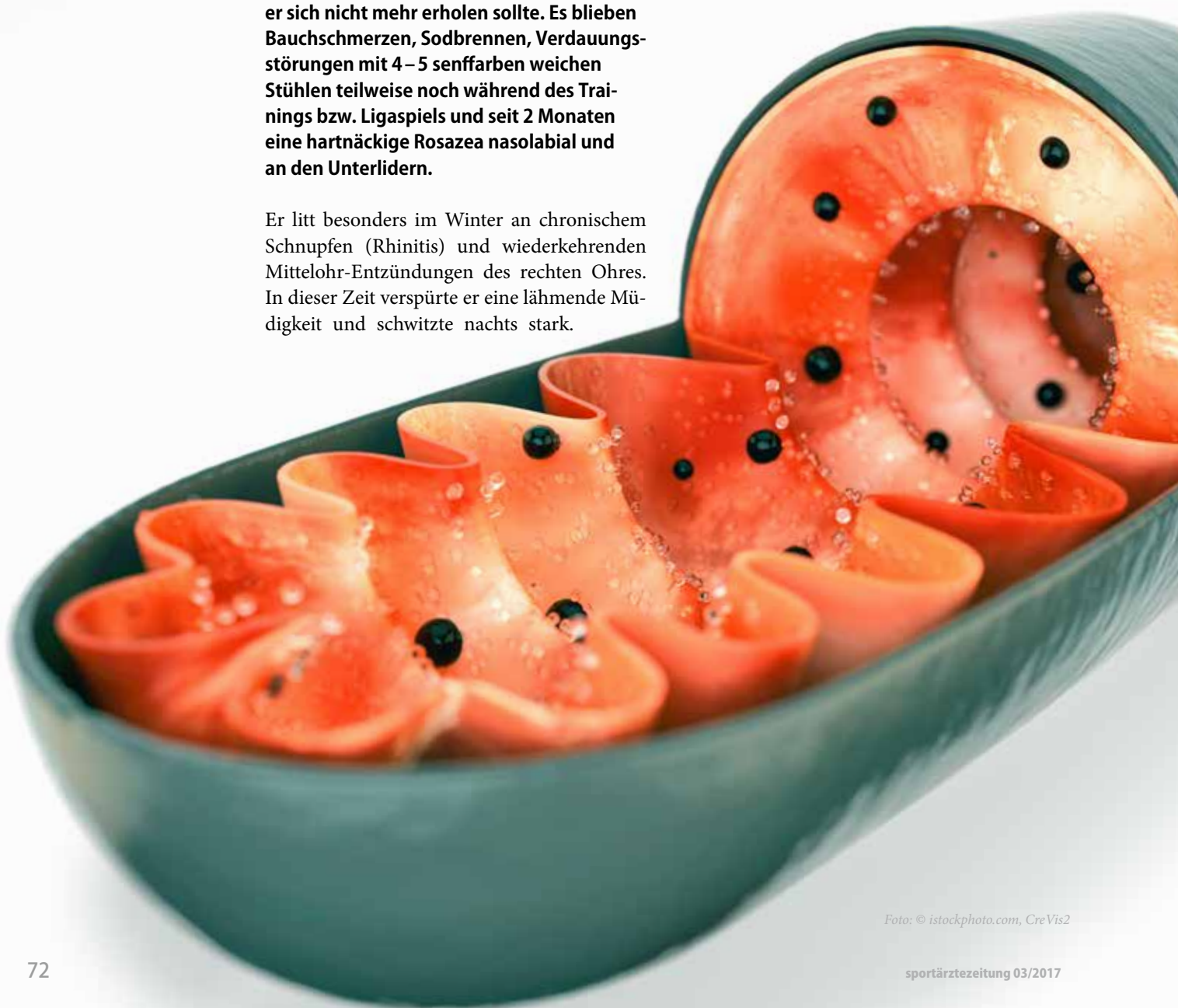


Foto: © istockphoto.com, CreVis2

Muskuläre Verletzungen, schwerwiegende und wiederkehrende Infekte und (Trainings-)Müdigkeit insbesondere zum Ende einer Saison im Mannschaftsport bzw. zum Ende einer Wettkampf-Vorbereitung im Ausdauer- und Einzelsport sind ständige Begleitsymptome im Spitzensport, die optimale Ergebnisse schnell vernichten können. Der laienhafte Selbstversuch mit Vitamin-Substitutionen oder gar Blut-Doping sind nicht selten verzweifelte Versuche, die stets in frustrierten Ergebnissen enden. Was ist der Grund? Wie kann man diesem Phänomen mit der modernen Medizin entgegen treten und diese schwerwiegenden Probleme vermeiden? Ist die mitochondriale Medizin die Antwort?

Kraftwerke der Zelle

Mitochondrien sind die Kraftwerke einer jeden Zelle, die die Zelle mit der Energie ATP (Adenosintriphosphat) versorgt, die sie braucht, um sich gegen Angriffe von außen zu schützen, zu reparieren und sich zu regenerieren. Nach der Endosymbiontentheorie geht man davon aus, dass die Mitochondrien aus einer Symbiose von aeroben Bakterien (aus der Gruppe der α -Proteobakterien) mit den Vorläufern der heutigen Eukaryoten hervorgegangen sind. Hinweise auf diese Endosymbiose sind der Besitz eigener genetischer Information (mtDNA), eine eigene Proteinsynthese (mit eigenen Ribosomen und tRNAs) und das Vorhandensein einer inneren Membran, die sich deutlich vom Bau der äußeren Membran unterscheidet und die der Synthese von ATP aus ADP dient [1]. Die Mitochondrien sind jedoch so spezialisiert, dass sie allein nicht lebensfähig sind. In Zellen mit hohem Energieverbrauch befinden sich besonders viele Mitochondrien: in Muskel-

zellen, Nervenzellen, Sinneszellen und in Herzmuskelzellen (den wichtigsten Zellen für Spitzensportler). Dort erreicht der Volumenanteil von Mitochondrien 36 % [2]. Sie haben einen Durchmesser von etwa 0,5–1,5 μm und sehr unterschiedliche Formen, von Kugeln bis zu komplexen Netzwerken. Mitochondrien vermehren sich durch Wachstum und Sprossung, wobei die Anzahl an Mitochondrien dem Energiebedarf der Zelle angepasst wird. Hoher Energiebedarf hohe Mitochondrien-Dichte und umgekehrt. Die Anzahl der Mitochondrien pro Zelle variieren von 1000 bis 6000 (z. B. in Hirn- und Herzmuskelzellen) [3].

In den Mitochondrien werden Zucker (Kohlenhydrate) und Fettsäuren zusammen mit Carnitin im Zitrazyklus (TCA-Cycle) zu Metaboliten (NADH oder FADH) umgebaut und diese Metaboliten mit Sauerstoff in der Atmungskette zu ATP verbrannt: die sogenannte oxidative Phosphorylierung [4]. Für diesen komplexen Vorgang benötigt das Mitochondrium Vitamin B1 (Thiamin), Vitamin B2 (Riboflavin), Vitamin B3 (Niacin), Vitamin B12 (Cobalamin), Calcium, Magnesium, Coenzym Q10 (Q10), Vitamin D, Chrom, Eisen, Kupfer, Selen und Zink sowie die Aminosäuren Carnitin, Glutamin, Kreatin und Taurin [5]. Lebenswichtige Mikronährstoffe, die von Leistungssportlern massiv verbraucht werden, der Körper selber aber nicht produzieren kann und über die Ernährung zurückgeführt werden muss.

Auswirkungen fehlender Regeneration

Übersteigt die sportliche Anforderung den Energiebedarf, der durch diese oxidative Phosphorylierung geliefert werden kann, so wird zusätzliche Energie durch die Vergärung von Zucker (anaerobe Glykolyse) gewonnen und bereitgestellt: es entsteht Laktat [6]. Wird

dieses Laktat im nachfolgenden Regenerationstraining nicht ausreichend eliminiert oder durch Infekte, Verletzungen oder Mangel an Vitaminen und Spurenelementen an der Elimination gehindert, so akkumuliert das Laktat im Gewebe. Müdigkeit, Erschöpfung, verzögerte Heilphasen für Infekte und Verletzungen entstehen, so dass Trainingseinheiten reduziert oder abgekürzt werden müssen oder der Wettkampf sogar ganz ausfällt. So auch im Fallbeispiel des jungen Feldhockey-Nationalspielers, der nach seinem fieberhaften Magen-Darm-Infekt nicht mehr leistungsfähig war und wiederkehrende Muskelverletzungen erlebte. Die durch Infekt und Muskelüberlastungen und -verletzungen entstehenden freien Radikale (Nitrotyrosin = 2386 nmol) blockieren die mitochondriale Energiebildung (ATP = 90,5%) über die oxidative Phosphorylierung (= Sauerstoff abhängige Kohlenhydratverbrennung). Eine Umschaltung auf die Zuckervergärung zur Energiegewinnung ist erforderlich, so dass die Kohlenhydrate über beide Wege (aerob und anaerob) verstoffwechselt werden (Pyruvat – das Umbauprodukt der Glukose – ist erniedrigt) und vermehrt Milchsäure (=Laktat) entsteht. Der Pyruvat-Laktat-Quotient (hier 129,23) ist dann als ausgeprägte Gewebeübersäuerung – besonders der Lymphe und der Muskeln – zu werten und führt zu einer stark verschlechterten Laktat-Elimination (auch im Feldstufen-Ausdauer-Test) und zur Anhäufung der Laktate in den Lymphen und den Muskeln, die dann schneller und vermehrt vulnerabel mit Zerrungen oder gar Rissen reagieren.

Mikronährstoffanalyse

In der Mikronährstoffanalyse (Abb. 1) ist ein deutlicher Selen-, Mangan- und Q10-Mangel und Werte für Vitamin D und der B-Vitamine im unteren Drittel der Norm nachzuweisen. Selen ist das zentrale Spurenelement für eine optimale Schilddrüsen- sowie Immunfunktion – insbesondere gegen Viren – sowie für eine funktionierende Muskel-Sehnen-Knochen-Integration zuständig. Ein Selen-Mangel endet in häufiger Infektanfälligkeit, schneller Ermüdung sowie Sehnen- und Muskelproblemen mit deutlich erhöhten GOT- und CK-Werten [7–10]. CoenzymQu10 ist der zentrale Bestandteil in der Atmungskette im Mitochondrium einer jeden Zelle und für die ATP-Gewinnung (=Energiebildung über die oxidative Phosphorylierung) zuständig [11]. Ohne CoenzymQu10 keine Zellenergie und damit kein Leben bzw. muskuläre Kraft. Coenzym-Qu10 ist gleichzeitig ein hoch wirksames Antioxidans im Mitochondrium, d.h. es beseitigt gefährliche Radikale, die bei hoher Anstrengung und damit hohem Energieumsatz entstehen und schützt die Mitochondrien und somit auch die Zellen vor Zerstörung und Verletzung [12]. CoenzymQu10-Mangel führt zu muskulärer Schwäche, zu Muskelzerrungen bzw. -rissen [13, 14].

Der Vitamin-B-Komplex besteht aus acht Vitaminen, die als Vorstufen für Coenzyme die-

VITALSTOFFE			
Kalium (VB)	50,2	mmol/l	36 - 52
Magnesium (VB)	1,46	mmol/l	1,19 - 1,74
Vitamin D (25-OH-D3)	43,4	nmol/l	30 - 60
Eisen (VB)	570,0	µg/l	440 - 590
Kupfer (VB)	15,6	µmol/l	12,8 - 25,0
Zink (VB)	500	µg/l	400 - 787
Selen (VB)	80	µg/l	90 - 150
Chrom (VB)	<0,4	µg/l	< 1
Mangan (VB)	6,0	µg/l	7,1 - 10,5
Vitamin B1			
Vit. B1: Thiaminpyrophosphat	50,0	µg/l	30 - 90
Vitamin B2			
Vit B2: FAD	150	µg/l	137 - 370
Vitamin B6	9,5	µg/l	5 - 30
Pantothensäure	41,9	µg/l	25 - 80
Vitamin B12	467,0	pg/ml	200 - 990
Folsäure	3,9	ng/ml	3,1 - 17,5
Coenzym Q10	694	µg/l	750 - 1000

Abb. 1 Mikronährstoff-Analyse

Untersuchung	Resultat	Dimension	Normalwert	Bemerkungen
Anti-Streptococcus O	463	U/ml	<200	
Es wird eine Infektion mit einer Streptokokkenart vermutet. Dieser ist wahrscheinlich ein Reaktiv nach vorangegangener und überstandener Streptokokkeninfektion zu sehen. Empfehlung: Verlaufskontrolle nach 3 - 6 Monaten. Der Tier soll weiter abstraken, wenn der allgemeine Gesundheitszustand sich verbessert.				
Virusserum: IgG-Antikörper	negativ		negativ	
spezielle Banden IgG	negativ		negativ	
YspB, LspV, YspQ, YspM	negativ		negativ	
Virusserum: IgA-Antikörper	negativ		negativ	
Positive IgG-Antikörperreaktion in der differenzierten Antikörperanalyse im Westernblot. Kein Nachweis von IgA-Antikörpern. Da bei einer akuten oder chronischen Infektion eine IgA-Immunität erwartet wird, deutet die vorliegende Befundkonstellation an, dass es sich um eine abgeklungene Infektion mit Yersinia enterocolitica handelt. Die nachgewiesenen IgG-Antikörper können bis Jahre persistieren (Serumbank). Immunopathologische Komplikationen wie z.B. eine Yersinia-induzierte Arthritis können bei negativem IgA-Nachweis weitgehend ausgeschlossen werden.				
Campylobacterium-IgA	<0,00	U/ml	>20,0 pos	
Campylobacterium-IgG	11,0	U/ml	>20,0 neg >30,0 pos	
Kein serologischer Hinweis auf Campylobacter-Infektion. Bei klinischem Verdacht auf rezidive Anämie oder DBS Kontrolle in 1-2 Wochen empfohlen.				
Salmonellen AK (IgG/IgA/IgM)	0,20	Index	<0,90	
Salmonellen IgA	0,20	Index	<0,90	
Salmonellen AK Bewertung				
Keine Antikörper nachweisbar. Ggf. Kontrolle in 2 Wochen empfohlen.				
Sin-Tesler			<1:100	
Die Untersuchung wird wegen fehlender Sinusitissymptome nicht mehr durchgeführt! Alternativ kann im Bakteriellab eine mikrobiologische Untersuchung auf Sinusitis veranlasst werden. (Material: Blut)				
Helicobacter pylori-IgG Screen	0,01	U/ml	<0,80 neg >1:10 pos	
Helicobacter Bewertung				
Im Suchtest kein Nachweis von Antikörpern gegen Helicobacter pylori. Damit kein Hinweis auf eine Infektion mit diesem Keim.				

Abb. 2 Antikörper-Diagnostik auf bakterielle Darmkeime im Blut

nen, d. h. wichtige Stoffwechselprozesse in der Zelle anstoßen: vor allem den Kohlenhydrat- sowie den Proteinstoffwechsel [15]. Vitamin B1 (Thiamin), Vitamin B2 (Riboflavin) und Vitamin B3 (Niacin) sind hierbei wichtig für den Abbau der Kohlenhydrate im Zitratzyklus des Mitochondriums zu NADH und FADH, die in die Atmungskette überführt werden und dort über die oxidative Phosphorylierung zu Energie ATP umgewandelt werden [16]. Vitamin B6 (Pyridoxin), Vitamin B9 (Folsäure) und Vitamin B12 (Cobalamin) sind wichtige Koenzyme für den Aminosäure-Stoffwechsel, für Zellteilung- und Wachstumsprozesse, für Nervenregeneration und Radikalbeseitigung in der Zelle [17]. Diese B-Vitamine sind insbesondere für die Herstellung der Neurotransmitter (=Hirnhormone) verantwortlich: Adrenalin und Noradrenalin zur Stress-Toleranz, Dopamin zur Konzentration und Koordination, Serotonin für Glücksgefühle und Melatonin für den erholsamen Schlaf [18]. Vitamin D3 ist nicht nur wichtig für den Knochen-Stoffwechsel, sondern zeigt auf Grund seiner Steroidhormon (Kortison) -ähnlichen Wirkung über die Vitamin-D-Rezeptoren an allen Zellkompartimenten im Körper antientzündliche, anti-autoimmune und antikanzeröse Eigenschaften [19, 20]. Vitamin-D-Mangel führt beim Leistungssportler dadurch zwangsläufig in Stress- oder Ermüdungsfrakturen, in gesteigerte Infektanfälligkeit, muskuläre Verletzungen und allgemeine Erschöpfung [19, 20].

Ergebnisse Feldhockey-Spieler

Kommen wir zurück auf unserer Fallbeispiel des jungen Feldhockey-Nationalspielers, so konnte eine abgelaufene Yersinien-Enteritis mit den spezifischen Oberflächenantigenen YOP-D im Blut als Ursache des fieberhaften Magen-Darm-Inektes während des internationalen Turniers nachgewiesen werden (Abb. 2). Diese YOP-D-Antigene weisen eine hohe Affinität zu Muskel- und Gelenken auf und führen über autoimmune, Antikörper-vermittelte Entzündungen zu Arthritiden bzw. Muskelverletzungen oder auch Myopathien [21]. Bei fehlendem Immunschutz durch Mangel an Selen, Vitamin D und Q10 wird dieser Effekt bei diesem Spieler sogar noch verstärkt. Gleichzeitig waren erhöhte Anti-Streptolysin-Titer (ASL) im Blut nachweisbar. Diese Antikörper entstehen bei stetigem Kontakt der Immunzellen mit dem Bakterium Streptokokken. Streptokokken sind die häufigsten Bakterien, die bei Entzündungen der Nasennebenhöhlen, der Mandeln oder der Zähne vorkommen. Somit ist dieser ASL-Titer im Blut als Hinweis auf ein aktiv entzündliches Störfeld im HNO- und Zahnbereich zu werten. Im Blut kreisende Streptokokken haben eine hohe Affinität zu Herzklappen, Herz- und Gelenkschleimhäuten (insbesondere der kleinen Finger- und Zehen-Gelenke und der Sprunggelenke) und



Dr. med. Klaus Erpenbach

ist Facharzt für Allgemeinmedizin mit Weiterbildungen Akupunktur, Naturheilverfahren, biologische Krebstherapie, ganzheitliche Schmerztherapie, orthomolekulare Medizin und mitochondriale Medizin (Master). Er leitet das Institut für medizinische Leistungsoptimierung (IM-LOT) in Erfstadt und betreut u.a. seit 2014 den A-Nationalkader der Damen und Herren des deutschen Hockey-Bundes sowie weitere Athleten aus unterschiedlichen Sportarten.



Stefan Mücke

ist Sportwissenschaftler und Dipl. Sportlehrer. Er ist Koordinator für die Durchführung und Planung der Leistungsdiagnostik und konditionellen Trainingssteuerung für den Deutschen Hockey-Bund und arbeitet am Institut für medizinische Leistungsoptimierung (IM-LOT) in Erfstadt.

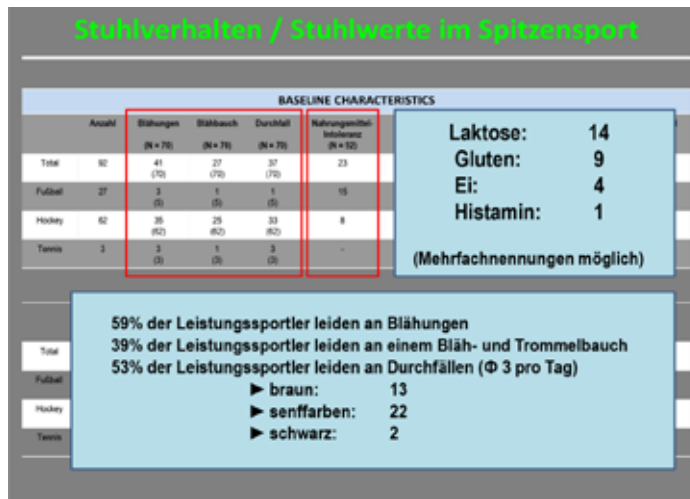


Abb. 3

Eigene, bisher unveröffentlichte Daten

zur den Filterorganen der Niere. Endokarditis, rheumatoide Arthritis und Nierenentzündungen (Glomerulonephritis) sind die Folge. In der speziellen Stuhlanalyse wird dieses Streptokokken-Problem durch den Nachweis erhöhter Streptokokken im Stuhl bestätigt. Gleichzeitig sind vermehrt Clostridien nachweisbar, die im Rahmen einer Antibiose gerne überwuchern, lange in hoher Anzahl im Darm verbleiben können und für Abdominalschmerzen und Blähungen verantwortlich sein können. Im Leistungssport sind immer mehr Nahrungsmittelunverträglichkeiten gegen Weizen (Gluten), Laktose und vor allem Histamin zu beobachten (eigene unveröffentlichte Daten). So auch bei unserem Nationalspieler, der im Stuhl stark erhöhte Antikörper gegen Gliadin (=Weizenkleber oder auch Gluten genannt) sowie gegen Transglutaminase nachweisbar hat.

In einer retrospektiven Analyse (April 2015 – Dezember 2016) an 92 nationalen und internationalen Leistungssportlern aus Feldhockey, Fußball und Tennis konnten in einem Viertel (23 von 92) aller Sportler eine Nahrungsmittelunverträglichkeit als Ursache der Blähungen, des Trommelbauches und der Durchfälle nachgewiesen werden, wobei die Durchfälle zu erheblichen Flüssigkeits- und Salzverlusten (Kalium, Natrium, Magnesium und Calcium) und somit zu erheblichen Leistungseinbußen führen (Abb. 3).

Weitere Infos und Ergebnisse über Studien zu Mikronährstoffmangel und Darmproblematik finden Sie in der nächsten Ausgabe der sportärztezeitung (04/17).

Zusammenfassend lag bei unserem Feldhockey-Nationalspieler bereits vor der Reise eine chronisch-aktive Streptokokken-Infektion (der Zähne) vor, die sein Immunsystem und die Darmflora (Laktobazillen fehlen) geschwächt haben und somit war er im Turnier in Asien für die Yersinien empfindlich und konnte erkranken. Die nachfolgenden Antibiotika haben die Darmflorastörung verschlimmert. Das fortlaufende Training und die Ligaspiele haben dann zusammen mit der Darm-erkrankung zu erheblichen Mängeln an Mikronährstoffen (Selen, Mangan, Q10, B- und D-Vitamine) geführt und schließlich die Müdigkeit und Erschöpfung, die muskulären Probleme und Verletzungen sowie die Leistungseinbußen produziert. Unter mikrobiologischer Darmsanierung, gezielter Antibiose gegen die Yersinien, Substitution der Mikronährstoffmängel mit Hochdosis-Vitaminen (nach Kölner Liste) und mitochondrialer Ernährungsumstellung mit Verzicht auf Gluten und gezielter Kalorienbilanzierung im Training bzw. Ligaspiel mit alternativen Zuckern (Nutraxx) konnte seine Leistungsfähigkeit gepaart mit einer kompletten Beschwerdefreiheit innerhalb von 4 Wochen vollständig wiederhergestellt werden.

Eine Literatur können Sie unter info@thesportgroup.de anfordern.

Fazit