

## Energieverfügbarkeit im Sport

Gerade in Sportarten mit einer gewichtsabhängigen Leistung kommt eine zu tiefe Energieverfügbarkeit immer wieder vor. Ihre Auswirkungen werden in diesem Hot Topic genauer unter die Lupe genommen.

### Einleitung

Der Schutz der Gesundheit des Athleten ist eines der obersten Ziele des Internationalen Olympischen Komitees (IOK). Im 2005 erschienenen Consensus Statement des IOK war «The Female Athlete Triad» beschrieben als eine Kombination aus einer Essstörung oder einem gestörten Essverhalten und einer unregelmässigen Menstruation, welche zu gesundheitsschädigenden Folgen für verschiedene Körperfunktionen führen könnten<sup>1</sup>. Dabei wurde erläutert, dass vor allem die endogene Östrogenkonzentration sowie andere Hormone wie auch die Knochendichte betroffen sein könnten<sup>2</sup>. Im Laufe der Zeit erkannte die Wissenschaft, dass noch weitere Bereiche unserer Gesundheit von einer zu tiefen Energieverfügbarkeit durch ein gestörtes Essverhalten oder eine zu geringe Energieaufnahme betroffen sein könnten. So besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Energieeinnahme und dem Energieverbrauch während einem Training, welcher wiederum Auswirkungen auf viele verschiedene Körperfunktionen haben kann. Nicht nur Hormonhaushalt und Knochendichte sind hierbei betroffen, sondern weitere wichtige Bereiche wie die Immunfunktion, Proteinsynthese sowie die kardiovaskuläre und psychische Gesundheit<sup>3-5</sup>. Die Problematik der zu tiefen Energieverfügbarkeit betrifft zudem nicht nur Frauen, sondern auch männliche Athleten und deren Gesundheit kann dadurch massgeblich betroffen werden.

### Vorkommen einer zu tiefen Energieverfügbarkeit

Essstörungen kommen im Elitesport sehr häufig vor. So sind zwischen 13 und 20 % der Frauen und 3 bis 8 % der Männer davon betroffen<sup>4</sup>. Wie hoch die Häufigkeit in den diversen Sportarten ist, hängt stark von den Rahmenbedingungen der Sportart selbst ab. Ästhetische Sportarten wie rhythmische Sportgymnastik, Ballett oder Eiskunstlauf sowie Ausdauersportarten wie Langstreckenlauf, Langlauf und Radfahren sind dabei die Sportarten mit einem häufigen Auftreten einer zu tiefen Energieverfügbarkeit bei Männern und Frauen.

### Definition der Energieverfügbarkeit

Die Energieverfügbarkeit ist die Energiezufuhr in Abhängigkeit des Körpergewichts, um die Körperfunktionen aufrecht zu erhalten und zu einem optimalen Gleichgewicht aus Gesundheit und Leistung zu führen. Per Definition wird die Energieverfügbarkeit aus der Energieaufnahme sowie dem Energieverbrauch pro Trainingstag relativ zur fettfreien Masse berechnet.

$$\text{Energieverfügbarkeit} = \frac{(\text{Energieeinnahme pro Tag} - \text{Energieverbrauch durch Training})}{\text{fettfreie Masse}}$$

Bei einem gesunden Erwachsenen sollte die resultierende Energieverfügbarkeit einen Wert von 45 kcal pro kg fettfreie Masse (FFM) pro Tag erreichen, damit man von einem gesunden Energiegleichgewicht sprechen kann<sup>6</sup>. Die Proteinsynthese kann aber bereits bei einer Energieverfügbarkeit von 30 kcal/kg FFM/Tag gestört sein, weshalb eine zu tiefe Energieverfügbarkeit bei Athleten meist als der Bereich unterhalb von 30 kcal/kg FFM/Tag definiert wird.

Um die Energieverfügbarkeit zu berechnen, wird ein Ess- sowie ein Trainingstagebuch geführt. Daraus kann die tägliche Energieeinnahme und der Energieverbrauch während des Trainings geschätzt werden. Für die Berechnung der fettfreien Masse wird in der Regel eine DXA-Messung zur Bestimmung der Körperzusammensetzung durchgeführt<sup>6</sup>.

### Gründe für eine zu tiefe Energieverfügbarkeit

Das Essverhalten, der Trainingsumfang bzw. die Trainingsintensität sowie die fettfreie Masse sind alles Faktoren, welche den Energiehaushalt in ein Ungleichgewicht bringen können und somit potenziell eine zu tiefe Energieverfügbarkeit verursachen können. So sind zum einen auftretende Essstörungen, radikale Diäten mit sehr tiefer Energieaufnahme sowie schnelle Veränderungen der Körperzusammensetzung Risikofaktoren, welche zu einem Energiedefizit bzw. zu einer zu tiefen Energieverfügbarkeit führen können. Dabei spielen auch andere Faktoren wie die Kultur, die Familie, individuelle und genetische Faktoren eine entscheidende Rolle<sup>7</sup>. Zusätzlich können Diäten, welche die Leistung steigern sollen, Druck Gewicht zu verlieren, Übertraining oder wiederkehrende Verletzungen das Essverhalten und somit auch die Energieverfügbarkeit beeinträchtigen<sup>8</sup>. Weiter kann eine zu tiefe Energieverfügbarkeit auch unbewusst auftreten, dadurch dass mit sehr hohen Trainingsumfängen trainiert wird und dabei nicht genügend Energie durch Nahrungsaufnahme zugeführt werden kann.

### Auswirkungen einer zu tiefen Energieverfügbarkeit

Die Auswirkungen einer zu tiefen Energieverfügbarkeit sind sehr weitreichend und abhängig von der Dauer, wie lange man sich bereits in diesem Ungleichgewicht befindet (Abbildung 1). Athleten, welche beispielsweise schon sehr lange unter einer zu tiefen Energieverfügbarkeit leiden, zeigen häufig Mangelerscheinungen diverser Nährstoffe. Chronische Müdigkeit und ein erhöhtes Risiko für Infekte und Erkrankungen sind dabei nur zwei potentielle Faktoren, welche die Gesundheit sowie die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen können<sup>1</sup>. Weitere physiologische und medizinische Komplikationen betreffen das Herz-Kreislauf-System, den Magen-Darm-Trakt, unsere Knochen und Muskulatur, den Hormonhaushalt sowie die Fortpflanzungsorgane/-funktion. Psychischer Stress kann dabei ein Grund für eine tiefe Energieverfügbarkeit, jedoch auch eine Auswirkung davon sein.

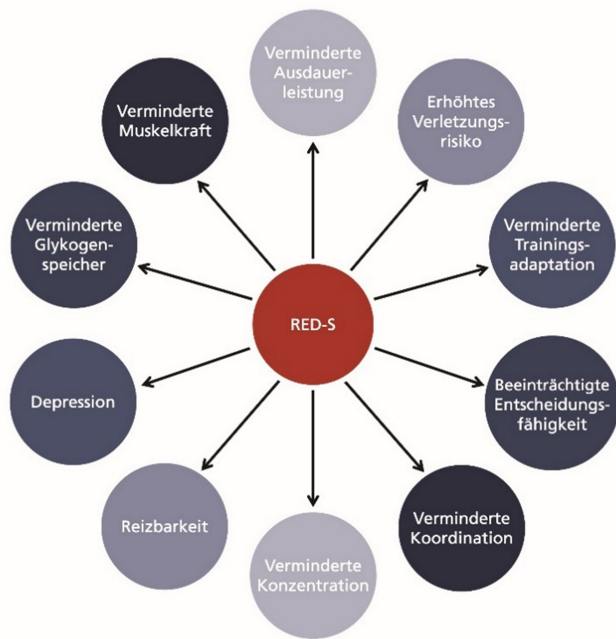


Abbildung 1: Auswirkungen einer tiefen Energieverfügbarkeit

## Screening und Diagnose

Das Screening und die Diagnose eines relativen Energiedefizits sind sehr komplex und erfordern eine interdisziplinäre Zusammenarbeit. Besonders eine frühe Erkennung der Problematik kann helfen, Gesundheitsrisiken zu vermeiden und die Leistungsfähigkeit langfristig zu stabilisieren. Wichtig ist dabei, bereits während dem jährlichen medizinischen Check-up Faktoren wie Gewichtsveränderungen, Änderungen im Essverhalten, Wachstumsentwicklung, Menstruation bzw. menstruelle Dysfunktion, wiederkehrende Verletzungen und Erkrankungen, Leistungseinbußen sowie Stimmungsschwankungen zu erheben. Bei Verdacht auf eine zu tiefe Energieverfügbarkeit wird geraten, die Energieverfügbarkeit wie oben beschrieben zu analysieren. Auch Fragebögen können helfen, um eine Essstörung oder ein gestörtes Essverhalten zu detektieren<sup>3-5</sup>. Wichtig ist zudem, bei weiblichen Athletinnen den Verlauf der Menstruation über die letzten Jahre zu erfassen und zu dokumentieren. Eine medizinische Untersuchung sollte zudem die Anthropometrie (Grösse und Gewicht), die Pubertätsstufe, Anzeichen einer Essstörung sowie sekundäre Gründe für ein Fernbleiben der Menstruation beinhalten<sup>9</sup>. Laboruntersuchungen wie die Hämoglobinkonzentration sowie ein Hormonstatus (LH, FSH, Prolaktin, Östradiol, Schilddrüsenhormone, etc.) können Aufschluss über die Art und den Schweregrad des Energiedefizits geben. Bei Athleten mit einer tiefen Energieverfügbarkeit und/oder einer Essstörung sowie einem Fernbleiben der Menstruation wird empfohlen, jährlich eine Untersuchung der Knochendichte anhand einer DXA-Messung durchzuführen (siehe auch Hot Topic zu tiefe Knochendichte im Sport). All diese Untersuchungen wie auch die komplette Kranken- und Familiengeschichte des Athleten können helfen, eine umfassende und evidenzbasierte Diagnose zu stellen.

## Behandlung einer zu tiefen Energieverfügbarkeit

Die Behandlung einer zu tiefen Energieverfügbarkeit beinhaltet in der Regel eine Erhöhung der Energiezufuhr, eine Belas-

tungsreduktion oder eine Kombination beider Faktoren<sup>3-5</sup>. Es wird empfohlen, die Energiezufuhr um ca. 300 bis 600 kcal pro Tag zu erhöhen<sup>4</sup>.

Bei einer fehlenden Menstruation scheint eine Zunahme des Körpergewichts ein entscheidender Faktor in der Wiederherstellung einer normalen Funktion der Reproduktionsorgane zu sein<sup>10-12</sup>. Dabei spielt wiederum eine adäquate Zufuhr an Protein und Kohlenhydraten pro Tag eine wichtige Rolle<sup>13, 14</sup>. Orale Verhütungsmethoden können das Auftreten einer zu tiefen Energieverfügbarkeit maskieren und sind deshalb mit Vorsicht einzusetzen<sup>15</sup>.

Verschiedene Strategien zur Verbesserung der Knochengesundheit können angewendet werden (mehr dazu im Hot Topic Tiefe Knochendichte im Sport). Um nur einige wenige Faktoren aufzuzählen, ist sicherlich wiederum eine adäquate Energiezufuhr von zentraler Bedeutung. Weiter können spezifische Belastungen, welche die mechanische Belastung auf den Knochen erhöhen (Bsp. Sprünge), helfen, die Knochendichte zu steigern. Auch ist eine ausreichende Versorgung mit Vitamin D und Kalzium erforderlich, um die Knochendichte weiter erhöhen zu können. Es empfiehlt sich deshalb, den Vitamin D Status zu kontrollieren und gegebenenfalls mit einer Supplementation von 37 bis 50 µg/Tag an Vitamin D zu erhöhen<sup>16, 17</sup> (weitere Informationen finden sich im Supplementguide Faktenblatt Vitamin D). Auch bei Männern ist es von absolut zentraler Bedeutung, dass die Gründe für eine zu tiefen Knochendichte gefunden werden können. Anhand der Gründe kann eine Therapie festgelegt werden. Allenfalls muss der Testosteronspiegel medizinisch behandelt werden.

Wenn ein Athlet oder eine Athletin den Therapieplan nicht befolgen will oder kann, liegt meist ein psychologisches Problem zugrunde. Meist ist der Widerstand am grössten, wenn eine Essstörung der Grund für das Problem darstellt<sup>18</sup>. Hier empfiehlt sich die Zusammenarbeit mit einer Fachperson im Bereich der Psychologie anzustreben.

## Risikoabschätzung und «Return-to-Play»

Anhand des Screening und der Diagnose soll basierend auf einem Risikoprofil<sup>3-5</sup> abgeschätzt werden, ob sich der Athlet bzw. die Athletin in einem sehr hohen, in einem moderaten oder in einem tiefen Risikobereich befindet. Bei einem hohen Risiko wird empfohlen, so lange auf Wettkämpfe zu verzichten, bis sich die medizinische Situation massgeblich verbessert hat. Zudem soll Training nur unter Aufsicht und Kontrolle erlaubt sein, um eine weiterhin zu tiefe Energieverfügbarkeit zu vermeiden. Steht der Athlet unter moderatem Risiko, sind Wettkämpfe unter medizinischer Kontrolle möglich, so lange der Therapieplan eingehalten wird.

## Fazit: Energieverfügbarkeit im Sport

Die ganze Thematik der Energieverfügbarkeit im Sport ist eine sehr komplexe Angelegenheit, welche in Zukunft noch mehr Wissen aus Studien verlangt. Bisherige Studien lassen vermuten, dass eine zu tiefe Energieverfügbarkeit verschiedene Körperfunktionen negativ beeinflussen kann, wobei Frauen wie auch Männer davon betroffen sein können. Die Zusammenarbeit eines interdisziplinären Teams aus Trainern, Sportmedizinern, Ernährungsberatern, Psychologen wie auch Sportwissenschaftlern ist von absolut zentraler Bedeutung bei der Diagnose wie auch Therapie einer zu tiefen Energieverfügbarkeit<sup>3</sup>. Erste Guidelines des IOK<sup>3-5</sup> sollen dabei helfen, die bestmögliche Diagnose und Therapie für eine langfristige Heilung zur erarbeiten.

Verfasser: Dr. Joëlle Flück  
Datum: Dezember 2018, Version 2.0  
Gültigkeit: bis Dezember 2021

## Literatur

1. Nattiv, A., A.B. Loucks, M.M. Manore, C.F. Sanborn, J. Sundgot-Borgen, and M.P. Warren, *American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad*. Med Sci Sports Exerc, 2007. **39**(10): p. 1867-82.
2. Drinkwater, B.L., K. Nilson, S. Ott, and C.H. Chesnut, 3rd, *Bone mineral density after resumption of menses in amenorrheic athletes*. JAMA, 1986. **256**(3): p. 380-2.
3. Mountjoy, M., J. Sundgot-Borgen, L. Burke, K.E. Ackerman, C. Blauwet, N. Constantini, C. Lebrun, B. Lundy, A. Melin, N. Meyer, R. Sherman, A.S. Tenforde, M.K. Torstveit, and R. Budgett, *International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2018. **28**(4): p. 316-331.
4. Mountjoy, M., J. Sundgot-Borgen, L. Burke, S. Carter, N. Constantini, C. Lebrun, N. Meyer, R. Sherman, K. Steffen, R. Budgett, and A. Ljungqvist, *The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad-Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S)*. Br J Sports Med, 2014. **48**(7): p. 491-7.
5. Mountjoy, M., J. Sundgot-Borgen, L. Burke, S. Carter, N. Constantini, C. Lebrun, N. Meyer, R. Sherman, K. Steffen, R. Budgett, A. Ljungqvist, and K. Ackerman, *RED-S CAT. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) Clinical Assessment Tool (CAT)*. Br J Sports Med, 2015. **49**(7): p. 421-3.
6. Loucks, A.B., *Energy balance and body composition in sports and exercise*. J Sports Sci, 2004. **22**(1): p. 1-14.
7. Stice, E., K. South, and H. Shaw, *Future directions in etiologic, prevention, and treatment research for eating disorders*. J Clin Child Adolesc Psychol, 2012. **41**(6): p. 845-55.
8. Sundgot-Borgen, J., N.L. Meyer, T.G. Lohman, T.R. Ackland, R.J. Maughan, A.D. Stewart, and W. Muller, *How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission*. Br J Sports Med, 2013. **47**(16): p. 1012-22.
9. Javed, A., P.J. Tebben, P.R. Fischer, and A.N. Lteif, *Female athlete triad and its components: toward improved screening and management*. Mayo Clin Proc, 2013. **88**(9): p. 996-1009.
10. Fredericson, M. and K. Kent, *Normalization of bone density in a previously amenorrheic runner with osteoporosis*. Med Sci Sports Exerc, 2005. **37**(9): p. 1481-6.
11. Arends, J.C., M.Y. Cheung, M.T. Barrack, and A. Nattiv, *Restoration of menses with nonpharmacologic therapy in college athletes with menstrual disturbances: a 5-year retrospective study*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2012. **22**(2): p. 98-108.
12. Mallinson, R.J., N.I. Williams, M.P. Olmsted, J.L. Scheid, E.S. Riddle, and M.J. De Souza, *A case report of recovery of menstrual function following a nutritional intervention in two exercising women with amenorrhea of varying duration*. J Int Soc Sports Nutr, 2013. **10**: p. 34.
13. Loucks, A.B. and J.R. Thuma, *Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women*. J Clin Endocrinol Metab, 2003. **88**(1): p. 297-311.
14. Loucks, A.B., M. Verdun, and E.M. Heath, *Low energy availability, not stress of exercise, alters LH pulsatility in exercising women*. J Appl Physiol (1985), 1998. **84**(1): p. 37-46.
15. Blythe, M.J. and A. Diaz, *Contraception and adolescents*. Pediatrics, 2007. **120**(5): p. 1135-48.
16. Holick, M.F., N.C. Binkley, H.A. Bischoff-Ferrari, C.M. Gordon, D.A. Hanley, R.P. Heaney, M.H. Murad, and C.M. Weaver, *Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline*. J Clin Endocrinol Metab, 2011. **96**(7): p. 1911-30.
17. Heber, D., F.L. Greenway, L.M. Kaplan, E. Livingston, J. Salvador, and C. Still, *Endocrine and nutritional management of the post-bariatric surgery patient: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline*. J Clin Endocrinol Metab, 2010. **95**(11): p. 4823-43.
18. Thompson, A., T. Petrie, and C. Anderson, *Eating disorders and weight control behaviors change over a collegiate sport season*. J Sci Med Sport, 2017. **20**(9): p. 808-813.