J. Gynäkol. Endokrinol. CH 2021 · 24:32–38
https://doi.org/10.1007/s41975-021-00179-y
Angenommen: 19. Januar 2021
Online publiziert: 18. Februar 2021
© Der/die Autor(en) 2021

Sabrina Baumgartner
Frauenklinik, Universitätsspital Zürich, Zürich, Schweiz

Management der „female athlete triad"/RED-S

„Female athlete triad" vs. RED-S

Reden wir nun von der „female athlete triad" (FAT) oder dem „relative energy deficiency in sports" (RED-S)? Da scheiden sich die Geister weiterhin. Vorab ein kurzer historischer Abriss: Noch nicht allzu lange her im Jahr 1976 ging die US-Amerikanerin Katherine Switzer als erste dazumal noch als Mann verkleidete Marathonläuferin am Boston-Marathon in die Sportgeschichte ein. Sie gilt als Paradebeispiel für das Erwachen des kompetitiven Frauensports in den 70er- und 80er-Jahren. Gleichzeitig wurden erstmals Insuffizienzfrakturen bei Sportlerinnen, insbesondere bei Läuferinnen mit Essstörungen, beschrieben [1]. Die FAT wurde erstmals 1997 durch das American College of Sports Medicine (ACSM) definiert [2]. Zu dieser Triade gehören: gestörtes Essverhalten und unregelmässige Menstruationszyklen gepaart mit einer verminderten Knochendichte durch den Abfall der Östrogenlevel. Folgestudien brachten mehr Licht in die Pathophysiologie dieses Geschehens und zeigten, dass nicht nur ein gestörtes Essverhalten, sondern eine gestörte Energieverfügbarkeit als Hauptverursacher dieser Triade anzusehen ist [3]. Auch bei männlichen Athleten wurde die Assoziation zwischen verminderter Knochendichte und hypogonadalem Hypogonadismus hergestellt [4]. Im Jahr 2014 wurde der Terminus wie auch das Konzept des FAT durch ein Expertengremium des International Olympic Committee (IOC) überarbeitet und die FAT in das Konzept des „RED-S" integriert. Das Konzept der FAT wurde bisher noch nicht von allen Fachkreisen verlassen und so bestehen zurzeit beide Konzepte fort. Der gemeinsame Nenner beider Konzepte besteht darin, dass eine verminderte Energieverfügbarkeit und nicht zwingend eine zugrunde liegende Essstörung als Hauptauslöser der FAT wie des RED-S angesehen wird. Gemäss einer aktuellen Umfrage an einer Sportmedizinkonferenz an der Harvard Medical School fehlt das Bewusstsein für die Begrifflichkeit und für das Therapiekonzept des RED-S bei 71 % der Konferenzteilnehmenden [5]. Dieses Resultat ist nebenbei aber auch ein Abbild des existierenden „Grabenkampfs" zwischen Europa und den USA, wobei dort weiterhin am Konzept der FAT festgehalten wird. Der folgende Artikel widmet sich dem Management des RED-S.

RED-S

Das RED-S beschreibt sämtliche pathophysiologischen Auswirkungen einer verminderten Energieverfügbarkeit bei weiblichen und männlichen Sportlern [6]. Die Energieverfügbarkeit entspricht der Restenergiemenge, die dem Organismus pro kg fettfreier Masse (FFM) für die Aufrechterhaltung der restlichen Körperfunktionen zur Verfügung steht, nachdem der Energieaufwand für die Bewegung von der Energieaufnahme abgezogen wurde (**Abb. 1**).

Eine tiefe Energieverfügbarkeit resultiert aus zu niedriger (un-)beabsichtigter Kalorienzufuhr, zu hohem Kalorienverbrauch oder deren Kombination. In Zahlen ausgedrückt wird eine Energieverfügbarkeit von mindestens 45 kcal/kg FFM pro Tag als adäquat und eine von < 30 kcal/kg FFM pro Tag als zu niedrig angesehen, um sämtliche Körperfunktionen aufrechtzuerhalten. Eine tiefe Energieverfügbarkeit kann, muss aber nicht mit einer Essstörung vergesellschaftet sein [7]. Insbesondere körperbetonte Sportarten sind gefährdet für Zustände mit niedriger Energieverfügbarkeit und der Entwicklung eines RED-S respektive einer FAT [8]. Dazu gehören Sportarten mit Schwerpunkt auf Ästhetik und Erscheinung (z. B. Kunstturnen, Ballett, Eiskunstlaufen, Synchronschwimmen), Ausdauersportarten (Laufen, Radfahren, Orientierungslauf und Langlauf) und gewichtsabhängige Sportarten (Leichtathletik, Klettern, Rudern und Kampfsport). Die Prävalenz für eine verminderte Energieverfügbarkeit wird über beide Geschlechter verteilt und abhängig von der jeweiligen Sportart auf 22–58 % geschätzt [9].

Pathophysiologie des RED-S

Mit einer verminderten Energieverfügbarkeit wird eine Kaskade pathophysiologischer Anpassungsreaktionen in Gang gesetzt. Dies mit dem Ziel, untergeordnete Organsysteme auf „Sparflamme" und das Fortschreiten der negativen Energiebilanz in Grenzen zu halten. Aufgrund der verminderten Kohlenhydratverfügbarkeit wird reaktiv versucht, die Energiebereitstellung mittels Lipolyse zu fördern und den Energieverbrauch zu reduzieren [10]. Die Stoffwechselanpassungen und deren freigesetzte Substrate bewirken eine Inhibition der Hypothalamus-Hypophysen-Achse. Zu diesen Substraten gehören beispielsweise veränderte Konzentrationen der appetitregulierenden Hormone mit erniedrigten Leptin- und Oxytocinwerten und erhöhten Serumkonzentrationen von Ghrelin, IGF-1, Peptid YY und Adiponektin [11]. Die Signalwirkung dieser Substrate inhibiert sowohl die Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden(HHG)-

$$\text{Energieverfügbarkeit (kcal/d/kg FFM)} = \frac{\text{Energiezufuhr (kcal/d) - Energieverbrauch beim Sport (kcal/d)}}{\text{fettfreie Masse (kg)}}$$

Abb. 1 ◄ Gleichung zur Herleitung der Energieverfügbarkeit. *FFM* „fat free mass"

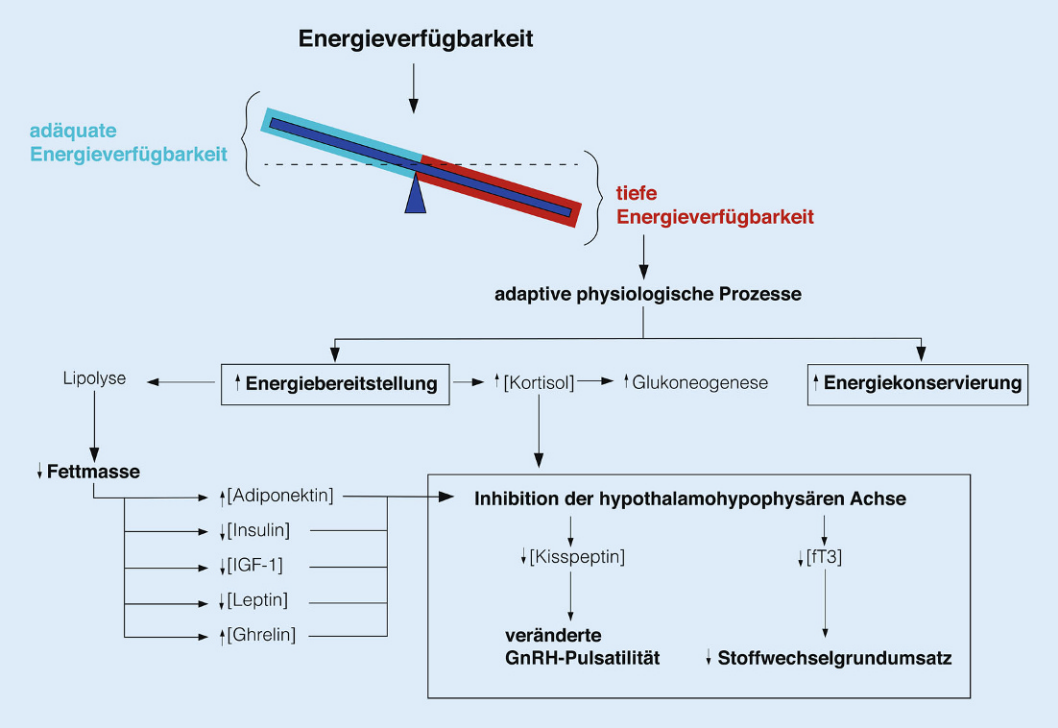

Abb. 2 ◄ Adaptive Prozesse bei tiefer Energieverfügbarkeit. (Grafik adaptiert nach [11])

als auch die Hypothalamus-Hypophysen-Thyreoidea-Achse (**Abb. 2**). Der Grundumsatz wird gedrosselt und das reproduktive System protektiv rigoros „heruntergefahren". Die Energiemobilisation wird intensiviert über eine kortisolvermittelte Glukoneogenese durch Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse [12]. Parallel zum Kortisol bewirken die bereits erwähnten veränderten appetitregulierenden Hormonkonzentrationen eine Hemmung der GnRH-Sekretion mit folglich alterierter LH-Pulsatilität [13]. Die Folge sind Zyklusstörungen, weil die ovarielle Funktion (Follikelreifung) aufgrund der erniedrigten Gonadotropinspiegel nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Sind simultan zum Energiedefizit zusätzliche niederschwellige Stressoren (psychosozial, beruflich) vorhanden, wird die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse verstärkt aktiviert und damit eine Amenorrhö zusätzlich begünstigt. Das Aufspüren und Beachten von niederschwelligen Stressoren bei Athletinnen kann massgeblich zur erfolgreichen Behandlung einer Amenorrhö beitragen [14]. Nebst der Energieverfügbarkeit und niederschwelligen Stressoren scheinen zudem genetische Faktoren ebenso zur Funktionalität der HHG-Achse bei Sportlern beizutragen [15].

Symptomkomplex des RED-S

Das Symptombild des RED-S ist vielfältig. Nebst den Zyklusstörungen und der verminderten Knochendichte können immunologische, gastrointestinale, psychische, hämatologische, endokrine, metabolische und kardiovaskuläre Funktionsstörungen auftreten ([6]; **Abb. 3**). Das Spektrum der verursachten Zyklusstörungen reicht von der ovulatorischen Eumenorrhö über subklinische Zyklusstörungen in Form von Lutealphasendefekten und regelmässigen Zyklen ohne Ovulation bis zur funktionellen hypothalamischen Oligo- und Amenorrhö [16, 17]. Dabei können bereits subklinische Zyklusstörungen wie die Oligomenorrhö und Lutealphasendefekte die Knochendichte ungünstig beeinflussen [18]. Bemerkenswert ist, dass beispielsweise intensive Trainingseinheiten bei ausreichender Energieverfügbarkeit die pulsatile GnRH-Sekretion im Gegensatz zu längeren Phasen mit erniedrigter Energieverfügbarkeit (< 30 kcal/kg FFM pro Tag) nicht beeinflussen [3]. Eine kontrollierte leichtgradig erniedrigte Energieverfügbarkeit über eine kurze Zeitepisode (30–45 kcal/kg FFM pro Tag) – beispielsweise im Rahmen einer gezielten Gewichtsreduktion vor grossen Wettkämpfen wie den Olympischen Spielen – scheint vom Körper toleriert zu werden. Hingegen können kurz dauernde Phasen mit deutlich erniedrigter Energieverfügbarkeit (< 30 kcal/kg FFM pro Tag) – beispielsweise im Rahmen eines Trainingslagers mit zu hohem Trainingsumfang und inadäquater Kalorienzufuhr – die HHG-Achse längerfristig vom herkömmlichen Rhythmus abbringen [13]. Bei beeinträchtigter

HHG-Achse ist die Schilddrüsenfunktion meist ebenso kompromittiert [19]. Betreffend Immunsystem ist das Infektionsrisiko bei Athletinnen mit RED-S erhöht. So konnte bei Athletinnen mit tiefer Energieverfügbarkeit eine Häufung von oberen Atemwegsinfektionen beobachtet werden (Odds Ratio = 3,8; [20]). Bei amenorrhoischen Ausdauerläuferinnen konnten erniedrigte mukosale IgA-Konzentrationen im Speichel nachgewiesen werden, was durch den immunsuppressiven Effekt einer tiefen Energieverfügbarkeit erklärt wird [21]. Damit wäre vielleicht auch eine Verschlechterung eines bislang gut kontrollierten Asthma bronchiale zu erwarten. Dazu existieren jedoch bisher keine Daten. Der Wegfall des kardioprotektiven Effekts durch die weiblichen Geschlechtshormone kann bei amenorrhoischen Athletinnen ein ungünstiges Lipidprofil hervorrufen mit folglich endothelialer Dysfunktion und früher Atherosklerose [22]. Hämatologisch ist bei Athletinnen mit RED-S häufig eine Eisenmangelanämie anzutreffen und gilt als hinweisender Marker für Energiemangelzustände [23]. Ein Ferritinmangel kann aufgrund der Appetithemmung wie auch der Akzentuierung der verminderten Energiebereitstellung ein RED-S unterhalten [24]. Im psychiatrischen Formenkreis konnten bei Athletinnen mit Energiedefizit gehäuft milde Depressionen, psychosomatische Störungen und eine reduzierte Stresstoleranz beobachtet werden. Die Prävalenz von Essstörungen ist bei Sportlerinnen (13,5 %) im Vergleich zur Normalbevölkerung (4,6 %) deutlich erhöht [25]. Essstörungen können dem RED-S vorausgehen oder vice versa [26]. Die kurzfristige Leistungssteigerung durch eine Gewichtsreduktion bei Athletinnen wird längerfristig neben den bereits erwähnten gesundheitlichen Folgen mit leistungsphysiologischen Einschränkungen bezahlt. Dazu gehören eine verminderte Ausdauerfähigkeit, ein erhöhtes Verletzungsrisiko, eine verminderte Trainingsantwort, ein vermindertes Koordinationsvermögen, eingeschränkte Glykogenreserven und durch die verminderte Proteinsynthese auch eine reduzierte Muskelkraft [27].

Zusammenfassung · Résumé

J. Gynäkol. Endokrinol. CH 2021 · 24:32–38 https://doi.org/10.1007/s41975-021-00179-y
© Der/die Autor(en) 2021

S. Baumgartner

Management der „female athlete triad"/RED-S

Zusammenfassung

Die „female athlete triad" (FAT) beinhaltet die Kombination aus einer verminderten Knochendichte und einer Amenorrhö, welche durch eine verminderte Energieverfügbarkeit bei Athletinnen getriggert werden. Die Begrifflichkeit der FAT wurde in den vergangenen Jahren durch das „relative energy deficiency in sports" (RED-S) erweitert und schliesst auch männliche Athleten ein. Ein erhöhtes Energiedefizit verursacht durch inadäquate Energiezufuhr oder übermässige Energieausgaben löst eine Kaskade an pathophysiologischen Anpassungsreaktionen aus. Neben der Suppression der Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse (HHG-Achse) mit konsekutiver Amenorrhö und verminderter Knochendichte setzt ein persistierendes Energiedefizit den Körper in den „Sparflammen-" oder besser gesagt „Kampfmodus". Dies beinhaltet eine herabgesetzte Funktion des Immunsystems und der Regeneration, metabolische Anpassungen, kognitive, psychologische, gastrointestinale und kardiovaskuläre Störungen wie auch eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit des Sportlers. Das Beschwerdebild eines RED-S bei Athletinnen ist initial subtil und kommt meist erstmals durch das Ausbleiben der Menstruation merklich zum Vorschein. Damit sind Gynäkologen/-innen oft die erste Anlaufstelle bei Athletinnen mit RED-S und übernehmen eine wichtige Funktion im Management des RED-S. Das Management des RED-S bei Athletinnen ist komplex: Es besteht aus einer gynäkologisch-endokrinologischen Amenorrhöabklärung und dem Aufstellen eines interdisziplinären, längerfristigen Behandlungsplans zusammen mit der Athletin.

Schlüsselwörter

Funktionelle hypothalamische Amenorrhoe · Relatives Energiedefizit im Sport · Multimodales Therapiekonzept · Athletengesundheit · „Shared decision making"

Gestion de la Triade de l'Athlète Féminine/RED-S

Résumé

La triade de l'athlète féminine (TAF) implique la combinaison d'une densité de masse osseuse réduite et d'une aménorrhée déclenché par une insuffisance énergétique chez les athlètes féminines. La notion de TAF a été étendu ces dernières années par la notion de déficit énergétique relatif dans le sport (ou en anglais RED-S, relative energy deficiency in sport), incluant aussi les athlètes masculins. Un déficit énergétique accru dû à un apport énergétique inadéquat ou à des dépenses excessives d'énergie déclenche une cascade de réactions d'adaptation physiopathologiques. En plus d'une suppression de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique (axe HHG) avec aménorrhée consécutive et diminution de la densité minérale osseuse, un déficit énergétique persistant a pour effet de mettre le corps en «mode économie», ou plus précisément en «mode combat». Cela comprend une fonction réduite du système immunitaire et de la régénération, des adaptations métaboliques, des troubles cognitifs, psychologiques, gastro-intestinaux et cardiovasculaires ainsi qu'une capacité réduite de performance du sportif. Les symptômes du RED-S chez les athlètes féminines sont discrets au début et se manifestent pour la première fois généralement avec l'absence des règles. Les gynécologues sont souvent le premier point de contact des athlètes féminines atteintes d'un RED-S et c'est à eux que revient alors la fonction importante de la prise en charge du RED-S. La prise en charge du RED-S chez les athlètes est complexe: elle consiste en une évaluation gynécologique et endocrinologique de l'aménorrhée et l'établissement d'un plan de traitement interdisciplinaire à long terme en accord avec l'athlète.

Mots clés

Aménorrhée hypothalamique fonctionnelle · Déficit énergétique relatif dans le sport · Concept Thérapeutique Multimodal · Santé des athlètes · «Shared decision making»

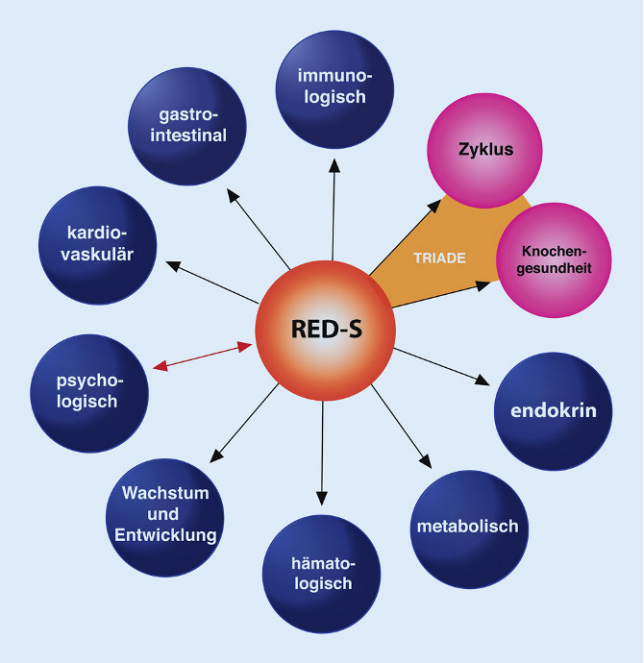

Abb. 3 ◄ Symptomkomplex RED-S. (Grafik adaptiert nach [6])

Screening und Biomarker für niedrige Energieverfügbarkeit

Die Herausforderung besteht darin, dass eine verminderte Energieverfügbarkeit keine unmittelbaren Symptome hervorruft. Die negative Energiebilanz induziert fliessend metabolische Adaptionen, die bei längerem Fortbestehen körperliche und psychische Erkrankungen verursachen können. Das frühzeitige Erkennen von Zuständen niedriger Energieverfügbarkeit ist essenziell in der Betreuung von Sportlerinnen [6]. Aufgrund der hohen Fehleranfälligkeit der bisherigen Messmethoden gibt es bisher keinen Goldstandard zur quantitativen Messung der Energieverfügbarkeit [8]. Standardisierte Fragebögen können helfen, Athleten mit erniedrigter Energieverfügbarkeit früh zu identifizieren. Als bisher einzige validierte Screeningmethode wurde ein Fragebogen ausgearbeitet, der Low Energy Availability Female Questionnaire (LEAF-Q, Sensitivität 78 %, Spezifität 90 %). Dieser kurze Fragebogen beinhaltet 25 Fragen mit Schwerpunkt auf gastrointestinalen Beschwerden, Verletzungen und dem reproduktiven System. Wobei ein Totalscore ≥ 8 als Indikator für eine negative Energiebilanz gilt (Cronbachs alpha 0,71; [28]). Die Sensitivität des Fragebogens lässt vermuten, dass nicht sämtliche Facetten des RED-S im LEAF-Q berücksichtigt werden. Die Spezifität von 90 % weist darauf hin, dass beispielsweise bei einer oligo-/amenorrhoischen Athletin im Rahmen eines PCOS und normalen Energiestatus fälschlicherweise die voreilige Diagnose eines RED-S gestellt werden könnte, sofern keine ausführliche gynäkologische Abklärung erfolgt. Parameter wie beispielsweise erniedrigte Leptin-, erniedrigte bis tiefnormale Triiodthyronin(fT_3)- [18] wie auch erhöhte Kortisolserumkonzentrationen konnten mit einer niedrigen Energieverfügbarkeit assoziiert werden (**Abb. 2**; [10, 11, 27]). Ein laborchemisches Screening mittels Bestimmung solcher energieabhängiger Biomarker wird zurzeit aufgrund schmaler und vereinzelt widersprüchlicher Studienbasis wie auch fehlender „Cut-off-Werte" für Sportler noch nicht empfohlen [9].

Diagnostik bei oligo- und amenorrhoischen Sportlerinnen

Von einer primären Amenorrhö spricht man beim fehlenden Einsetzen der Menstruation bis zum 16. Lebensjahr. Beim Ausbleiben der Menstruation über 3 Monate bei vorher regelmässigem Zyklus spricht man von einer sekundären Amenorrhö. Liegt ein regelmässiger Zyklus von 25 bis 35 Tagen vor, kann von einer guten Ovarfunktion ausgegangen werden. Die Art der Zyklusstörung erlaubt eine Aussage über das Ausmass der Follikelreifungsstörung. Damit entspricht die Corpus-luteum-Insuffizienz einer leichten, die Oligomenorrhö einer mittleren und die Amenorrhö einer kompletten Follikelreifungsstörung mit Anovulation. Die Prävalenz der Amenorrhö beträgt bei Athletinnen bis zu 12–79 % [29] und ist im Vergleich zur Normalbevölkerung deutlich erhöht (3–4 %; [30]). Die bei Sportlerinnen sehr häufige funktionelle hypothalamische Oligomenorrhö/Amenorrhö entspricht einer Ausschlussdiagnose. Aufgrund der multiplen in Betracht zu ziehenden Differenzialdiagnosen ist bei Sportlerinnen mit unerklärter Amenorrhö eine ausführliche gynäkologisch-endokrinologische Abklärung unabdingbar. In einem ersten Schritt wird eine ausführliche Anamnese unter Berücksichtigung potenzieller niedrigschwelliger Stressoren (bspw. Schlafdauer und -qualität, Gewichtsfluktuationen, Affekt, beruflicher und psychosozialer Stress) erhoben. Die klinische Untersuchung umfasst die Bestimmung der Körpermasse (Gewicht, Grösse, BMI, ggf. Körperfettanteil) und eine gynäkologische Untersuchung mit Augenmerk auf die sekundären Geschlechtsmerkmale (Pubertätsstadien nach Tanner) wie auch einer sonographischen Beurteilung des inneren Genitales zum Ausschluss von Fehlbildungen. Die Diagnostik wird ergänzt durch eine laborchemische Basisuntersuchung mitsamt Blutbild, humanem Choriongonadotropin (HCG), thyreoideastimulierendem Hormon (HCG), freiem Tri-/Tetrajodthyronin ($fT_{3/4}$), luteinisierendem Hormon (LH), follikelstimulierendem Hormon (FSH), Prolaktin, Estradiol, Dehydroepiandrosteronsulfat (DHEA-S), Ferritin mitsamt Zinkprotoporphyrin (ZnPP), „soluble transferrin receptor" (sTfR) und C-reaktivem Protein (CRP). Die Laboruntersuchung soll bei nüchterner Patientin frühmorgendlich, falls möglich frühzyklisch (1.–5. Zyklustag) und stets durch das gleiche Labor durchgeführt werden. Hormonkonzentrationen wer-

den mittels der ELISA-Analysemethode ermittelt. Zu beachten ist, dass diese methodenbedingt typischerweise bei sehr niedrigen und sehr hohen Hormonkonzentrationen die höchste Ungenauigkeit aufweisen. Die Labordiagnostik soll mit endokrinologischen Funktionstests (Gestagentest, Östrogen-Gestagen-Test, ggf. GnRH-Test) komplettiert werden. Bei Vorliegen einer Hyperprolaktinämie und fokal neurologischen Symptomen wie Kopfschmerzen oder wiederholtem Erbrechen ist eine Bildgebung mittels Schädel-MRT der Hypophysenregion indiziert. Ab einer Amenorrhödauer von >6 Monaten wird bei Athletinnen eine Knochendichtenmessung mittels „dual energy x-ray absorptiometry" (DXA) empfohlen. Diese kann bei klinischem Verdacht mit ausgeprägtem Energiedefizit, Untergewicht oder Vorliegen von Insuffizienzfrakturen in der Anamnese bereits früher erwogen werden [17].

Management des RED-S

Die Behandlung des RED-S liegt mit der Wiederherstellung einer ausgeglichenen Energiebilanz auf der Hand, sofern keine Essstörung dem Energiedefizit vorausgeht. Dies ist einfacher gesagt als getan. Die Herausforderung gilt sowohl für das betreuende Team als auch für die Athletin. Einerseits fehlen allgemeingültige Therapieempfehlungen für Athletinnen mit RED-S und auf der anderen Seite wird die Athletin auf eine zeitintensive Geduldsprobe gestellt. Es lohnt sich gemeinsam mit der Athletin einen multimodalen Behandlungsplan mitsamt Zielvereinbarungen und Zeithorizont zu formulieren [31]. Die Athletin soll darüber informiert werden, dass trotz wiederhergestellter Energieverfügbarkeit eine Latenz von 12 Monaten bis zum Wiedereinsetzen der Menstruation zu erwarten ist [32]. Nährstoffmängel wie Kalzium-, Vitamin-D- und Ferritinmangel sollen überprüft und ausgeglichen werden. Bei anamnestisch inadäquater Kalziumzufuhr (<1300 mg täglich) soll zur Unterstützung der Knochenmineralisation eine Kalziumsubstitution kombiniert mit Vitamin D erfolgen [33, 34]. Ein Ferritinmangel soll initial peroral und bei fehlendem Ansprechen über 6 Monate parenteral substituiert werden. Zu beachten ist, dass der Cut-off für einen Ferritinmangel mit 50 mcg/l bei Athleten höher liegt als derjenige in der Normalpopulation (30 mcg/l; [35]). Bei amenorrhoischer Athletin mit unauffälliger Knochendichtenmessung soll primär ein nichtpharmakologisches Vorgehen erfolgen mit dem Ziel der Wiederherstellung einer positiven Energiebilanz [17]. Bei der Trainingsempfehlung gilt das Hauptaugenmerk der Reduktion des Trainingsvolumens. Da aber eine Kalorienrestriktion im Vergleich zum Trainingsvolumen den hauptsächlichen Effekt auf die Störung der Hormonachse hat, soll hier der Schwerpunkt gelegt werden [3]. Mittels einer auf Sport spezialisierten Ernährungsberatung soll die Energieverfügbarkeit quantitativ ermittelt und die Kalorieneinnahme adäquat optimiert werden. Dies gelingt am besten bei Sportlerinnen mit unbeabsichtigt tiefer Energiebilanz [25]. Beim grossen Teil der Athleten fehlt das Wissen, wie mittels Ernährungsgewohnheiten Zustände tiefer Energieverfügbarkeiten verhindert werden können [9]. Entgegen der sonstigen Empfehlung führen beispielsweise Nahrungsmittel mit hohem Fasergehalt und tiefem glykämischem Index zur ungewünschten Nebenwirkung der verlangsamten und damit eingeschränkten Kalorienresorption [36]. Neben der Ernährungssituation soll auch potenziellen niederschwelligen Stressoren Beachtung geschenkt werden (Schlafmangel, berufliche und psychosoziale Belastungssituationen). Athletinnen mit zusätzlichen Stressoren können von einer kognitiven Verhaltenstherapie profitieren [37]. Kombinierte Kontrazeptiva sollten bei Athletinnen nicht grundsätzlich zur Wiederherstellung eines Blutungsmusters verwendet werden, da diese ein persistierendes Energiedefizit maskieren, ohne dabei die Knochendichte zu verbessern [17, 38]. Kann trotz sämtlicher Bemühungen im Verlauf kein spontanes Wiedereinsetzen der Menstruation erzielt werden, empfiehlt sich bei Sportlerinnen eine Reevaluation der Knochendichtemessung mittels DXA 12 Monate nach der ersten Messung [16]. Zeigt sich dort zwischenzeitlich eine Abnahme der Knochendichte entsprechend einer Osteopenie (Z-Wert < –1 SD), ist die Indikation zur zusätzlichen pharmakologischen Therapie zur Prävention eines weiteren Knochenmatrixverlusts gegeben und soll mit der Patientin besprochen werden. Diese beinhaltet analog zur Hormonsubstitution bei Patientinnen mit Anorexia nervosa die transdermale Gabe von standarddosiertem 17β-Estradiol (z. B. als Patch) in Kombination mit einem sequenziell oder kontinuierlich-kombinierten Gestagen [17, 39]. Das Abwarten von einem Jahr sollte jedoch nicht als Fixum betrachtet werden. Wenn z. B. eine Amenorrhö schon länger vorliegt, sind auch bei normaler Knochendichtemessung potenzielle Folgeerscheinungen auf z. B. das Herz-Kreislauf-System nicht auszuschliessen. Die Indikation zur Hormontherapie sollte daher grosszügig und in Rücksprache mit dem betreuenden gynäkologischen Endokrinologen gestellt werden.

Prävention des RED-S

Eine solide Primär- und Sekundärprävention für das RED-S schafft die Grundlage für gesunde Athletinnen mit längerfristigem Leistungshorizont. Zur Primärprävention gehören eine breite und fundierte Aufklärung der Athletinnen und des Betreuungsstabs (Trainer, Sportmediziner und Eltern). Eine gute Sekundärprävention hilft, Athletinnen mit niedrigem Energiestatus frühzeitig zu detektieren. Dies kann gelingen, indem bei Verdachtsmomenten (z. B. entwicklungsuntypische oder suspekte Gewichtsabnahme, rezidivierende Verletzungen, Leistungsstagnation) der offene feinfühlige Dialog mit der Athletin gesucht wird. Das bereits erwähnte Screening mittels LEAF-Q nimmt wenig Zeit in Anspruch und kann im Rahmen von sportärztlichen Untersuchungen regelmässig bei Verdacht durchgeführt werden. In der Schweiz werden Kaderathleten jährlich zur sportärztlichen Untersuchung (SPU) durch den Verbandsarzt aufgeboten. Zur SPU gehören eine laborchemische Kontrolle, eine internistische und orthopädische Untersuchung wie auch eine ausführliche Anamnese, in der Athletinnen auch zum Menstruationszyklus befragt

werden. Bei fehlendem Menstruationszyklus leitet der Verbandsarzt eine gynäkologisch-endokrinologische Abklärung in die Wege.

Fazit für die Praxis

- **Das „relative energy deficiency in sports" (RED-S) beschreibt ein Energiemangelsyndrom bei Sportlern und kann diese sowohl in ihrer sportlichen Leistungsfähigkeit als auch gesundheitlich schwer und teilweise irreversibel beeinträchtigen.**
- **Mit der Amenorrhöabklärung sind Gynäkologen/-innen oft die erste Anlaufstelle für Athletinnen mit manifestem RED-S. Sie übernehmen eine wichtige Funktion im Management des RED-S bei Athletinnen. Dieses soll multidisziplinär erfolgen mit Einbezug einer Sporternährungsberatung, Sportmedizin und ggf. Psychiatrie.**
- **Eine Oligomenorrhö und primäre/sekundäre Amenorrhö bei Sportlerinnen muss gynäkologisch-endokrinologisch weiter abgeklärt werden, ggf. muss zusätzlich die Knochendichte mittels „dual energy x-ray absorptiometry" (DXA) ermittelt werden.**
- **Die Therapie des RED-S und das Beheben eines Energiedefizits sind zeitintensiv und einschneidend für eine Athletin. Das gemeinsame Erstellen eines Behandlungsplans mitsamt Zielvereinbarungen kann wesentlich zum Behandlungserfolg beitragen („shared decision-making").**
- **Neben dem Management eines manifesten RED-S kommt der Prävention eine grosse Rolle zu. Ein frühes Beheben eines Energiedefizits reduziert gesundheitliche Konsequenzen, verhindert frühzeitige Karriereabbrüche und erlaubt Sportlern, früher ins Training und Wettkampfgeschehen wiedereinzusteigen.**

Korrespondenzadresse

Sabrina Baumgartner
Frauenklinik, Universitätsspital Zürich
Zürich, Schweiz
sabrina.baumgartner@usz.ch

Funding. Open access funding provided by University of Zurich

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. S. Baumgartner gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von der Autorin keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de.

Literatur

1. Erdelyi GJ (1962) Gynecological survey of female athletes. J Sports Med Phys Fitness 2:174–179
2. Drinkwater BL, Nilson K, Ott S et al (1986) Bone mineral density after resumption of 38 menses in amenorrheic athletes. JAMA 256:380–382
3. Loucks AB, Verdun M, Heath EM (1998) Low energy availability, not stress of exercise, alters LH pulsatility in exercising women. J Appl Physiol (1985) 84(1):37–46. https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.1.37
4. Tenforde AS, Barrack MT, Nattiv A, Fredericson M (2016) Parallels with the female athlete triad in male athletes. Sports Med 46:171–182. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0411-y
5. Tenforde AS, Beauchesne AR, Borg-Stein J, Hollander K, McInnis K, Kotler D, Ackerman KE (2020) Awareness and comfort treating the female athlete triad and relative energy deficency in sport among healthcare providers. Dtsch Z Sportmed 71:76–80
6. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, Meyer N, Sherman R, Steffen K, Budgett R, Ljungqvist A (2014) The IOC consensus statement: beyond the female athlete triad—relative energy deficiency in sport (RED-S). Br J Sports Med 48(7):491–497. https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093502
7. Williams NI, Leidy HJ, Flecker KA, Galucci A (2006) Food attitudes in female athletes: association with menstrual cycle length. J Sports Sci 24(9):979–986
8. Logue D, Madigan SM, Delahunt E, Heinen M, McDonnell SJ, Corish CA (2018) Low energy availability in athletes: a review of prevalence, dietary patterns, physiological health, and sports performance. Sports Med 48(1):73–96. https://doi.org/10.1007/s40279-017-0790-3
9. Logue DM, Madigan SM, Melin A, Delahunt E, Heinen M, Donnell SM, Corish CA (2020) Low energy availability in athletes 2020: an updated narrative review of prevalence, risk, within-day energy balance, knowledge, and impact on sports performance. Nutrients 12(3):835. https://doi.org/10.3390/nu12030835
10. Melin A, Tornberg ÅB, Skouby S, Møller SS, Sundgot-Borgen J, Faber J, Sjödin A (2015) Energy availability and the female athlete triad in elite endurance athletes. Scand J Med Sci Sports 25(5):610–622. https://doi.org/10.1111/sms.12261
11. Misra M (2014) Neuroendocrine mechanisms in athletes. Handb Clin Neurol 124:373–386. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59602-4.00025-3
12. Loucks AB, Mortola JF, Girton L, Yen SSC (1989) Alterations in the hypothalamic-pituitary-ovarian and the hypothalamic-pituitary-adrenal axes in athletic women. J Clin Endocrinol Metab 68:402–411
13. Loucks AB, Thuma JR (2003) Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. J Clin Endocrinol Metab 88(1):297–311
14. Williams NI, Berga SL, Cameron JL (2007) Synergism between psychosocial and metabolic stressors: impact on reproductive function in cynomolgus monkeys. Am J Physiol Endocrinol Metab 293(1):E270–6. https://doi.org/10.1152/ajpendo.00108.2007
15. Caronia LM, Martin C, Welt CK et al (2011) A genetic basis for functional hypothalamic amenorrhea. N Engl J Med 364:215–225
16. Nattiv A, Loucks AB, Manore MM et al (2007) American college of sports medicine position stand. The female athlete triad. Med Sci Sports Exerc 39:1867–1882
17. Gordon CM, Ackerman KE, Berga SL, Kaplan JR, Mastorakos G, Misra M, Warren MP (2017) Functional hypothalamic amenorrhea: an endocrine society clinical practice guideline. J Clin Endocrinol Metab 102(5):1413–1439. https://doi.org/10.1210/jc.2017-00131
18. Li D, Hitchcock CL, Barr SI et al (2014) Negative spinal bone mineral density changes and subclinical ovulatory disturbances—prospective data in healthy premenopausal women with regular menstrual cycles. Epidemiol Rev 36:137–147
19. Loucks AB, Laughlin GA, Mortola JF, Girton L, Nelson JC, Yen SSC (1992) Hypothalamic-pituitary-thyroidal function in eumenorrheic and amenorrheic athletes. J Clin Endocrinol Metab 75:514–518
20. Drew MK, Vlahovich N, Hughes D, Appaneal R, Burke LM, Lundy B, Waddington G (2018) Prevalence of illness, poor mental health and sleep quality and low energy availability prior to the 2016 summer olympic games. Br J Sports Med 52(1):47–53. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098208
21. Shimizu K, Suzuki N, Nakamura M, Aizawa K, Imai T, Suzuki S, Akama T (2012) Mucosal immune function comparison between amenorrheic and eumenorrheic distance runners. J Strength Cond Res 26(5):1402–1406. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e7a6c

22. Rickenlund A, Eriksson MJ, Schenck-Gustafsson K, Hirschberg AL (2005) Amenorrhea in female athletes is associated with endothelial dysfunction and unfavorable lipid profile. J Clin Endocrinol Metab 90(3):1354–1359. https://doi.org/10.1210/jc.2004-1286
23. Ackerman KE, Holtzman B, Cooper KM, Flynn EF, Bruinvels G, Tenforde AS, Parziale AL (2019) Low energy availability surrogates correlate with health and performance consequences of relative energy deficiency in sport (red-s). Br J Sports Med 53:628–633
24. Petkus DL, Murray-Kolb LE, De Souza MJ (2017) The unexplored crossroads of the female athlete triad and iron deficiency: a narrative review. Sports Med 47(9):1721–1737. https://doi.org/10.1007/s40279-017-0706-2
25. Martinsen M, Sundgot-Borgen J (2013) Higher prevalence of eating disorders among adolescent elite athletes than controls. Med Sci Sports Exerc 45(6):1188–1197. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318281a939
26. Mountjoy M, Sundgot-Borgen JK, Burke LM, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, Lebrun C, Lundy B, Melin AK, Meyer NL, Sherman RT, Tenforde AS, Klungland Torstveit M, Budgett R (2018) IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. Br J Sports Med 52(11):687–697. https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099193
27. Warren MP (2011) Endocrine manifestations of eating disorders. J Clin Endocrinol Metab 96(2):333–343
28. Melin A, Tornberg AB, Skouby S, Faber J, Ritz C, Sjödin A, Sundgot-Borgen J (2014) The LEAF questionnaire: a screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad. Br J Sports Med 48(7):540–545. https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093240
29. Ducher G, Turner AI, Kukuljan S et al (2011) Obstacles in the optimization of bone health outcomes in the female athlete triad. Sports Med 41:587–607. https://doi.org/10.2165/11588770-000000000-00000
30. Bachmann GA, Kemmann E (1982) Prevalence of oligomenorrhea and amenorrhea in a college population. Am J Obstet Gynecol 144(1):98–102. https://doi.org/10.1016/0002-9378(82)90402-1
31. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, Meyer N, Sherman R, Steffen K, Budgett R, Ljungqvist A, Ackerman K (2015) RED-S CAT. Relative energy deficiency in sport (RED-S) clinical assessment tool (CAT). Br J Sports Med 49(7):421–423. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094873
32. Arends JC, Cheung MY, Barrack MT, Nattiv A (2012) Restoration of menses with nonpharmacologic therapy in college athletes with menstrual disturbances: a 5-year retrospective study. Int J Sport Nutr Exerc Metab 22:98–108
33. Bergeron MF, Mountjoy M, Armstrong N, Chia M, Côté J, Emery CA, Faigenbaum A, Hall G Jr, Kriemler S, Léglise M, Malina RM, Pensgaard AM, Sanchez A, Soligard T, Sundgot-Borgen J, van Mechelen W, Weissensteiner JR, Engebretsen L (2015) International olympic committee consensus statement on youth athletic development. Br J Sports Med 49(13):843–851. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094962
34. Desbrow B, McCormack J, Burke LM et al (2014) Sports dietitians Australia position statement: sports nutrition for the adolescent athlete. Int J Sport Nutr Exerc Metab 24:570–584
35. Clénin G, Cordes M, Huber A, Chumacher Y, Noack P, Scales J, Kriemler S (2015) Iron deficiency in sports—definition, influence on performance and therapy. Swiss Med Wkly 145:w14196
36. Melin A, Tornberg ÅB, Skouby S, Møller SS, Faber J, Sundgot-Borgen J, Sjödin A (2016) Low-energy density and high fiber intake are dietary concerns in female endurance athletes. Scand J Med Sci Sports 26(9):1060–1071. https://doi.org/10.1111/sms.12516
37. Berga SL, Marcus MD, Loucks TL, Hlastala S, Ringham R, Krohn MA (2003) Recovery of ovarian activity in women with functional hypothalamic amenorrhea who were treated with cognitive behavior therapy. Fertil Steril 80:976–981
38. Goshtasebi A, Subotic Brajic T, Scholes D, Beres Lederer Goldberg T, Berenson A, Prior JC (2019) Adolescent use of combined hormonal contraception and peak bone mineral density accrual: a meta-analysis of international prospective controlled studies. Clin Endocrinol (Oxf) 90(4):517–524. https://doi.org/10.1111/cen.13932
39. Chamberlain R (2018) The female athlete triad: recommendations for management. Am Fam Physician 97(8):499–502

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.

Lesetipp

Dr. Volker Hahn

Die souveräne Expertin

Heidelberg: Springer Verlag 2020, 213 S., 196 Abb., (ISBN: 978-3-662-61722-9), 22,99 EUR

Tipps für die Wissenschaftskommunikation und praktische Hinweise für verständliches Erklären

Dieses Buch richtet sich an alle, die ihre wissenschaftlichen Themen anschaulich und verständlich kommunizieren möchten. Der Autor Volker Hahn wählte für sein Buch und den dazugehörigen Titel zwar die weibliche Form, spricht aber alle Menschen an, die forschen oder geforscht haben.

In der Wissenschaft nicht zu kommunizieren ist nicht möglich...

...und gut zu kommunizieren ist nicht einfach. Fachexpertise allein reicht nicht aus, um verständlich zu erklären, souverän vorzutragen und erfolgreich in den Medien aufzutreten. Dabei bergen wissenschaftliche Themen ganz spezifische Herausforderungen. Verbale Wissenschaftskommunikation ist eine Querschnittsaufgabe aus den Bereichen Strategie, Erklären und Erzählen, Rhetorik und Körpersprache. Für alle diese Bereiche vermittelt das Buch praktische Tipps mit zahlreichen Beispielen aus der Praxis. Es hilft dabei, zur souveränen Expertin oder zum souveränen Experten zu werden – in Interviews, nicht nur in den Medien, in Vorträgen, Gesprächen und Diskussionsrunden. 77 kurze und voneinander unabhängige Tipps machen das Buch ideal für die Lektüre zwischendurch.

Der Autor:

Dr. Volker Hahn hat in verschiedenen Rollen auf dem Feld der Wissenschaftskommunikation gearbeitet: als Biogeochemiker in der Wissenschaft, als Journalist u.a. bei 3sat und SWR, als Medientrainer und als Leiter einer Forschungspressestelle.