

## Sporternährung für Nachwuchsathlet:innen

**Nachwuchsathlet\*innen sind keine kleinen Erwachsenen. Sie unterscheiden sich in physiologischen Aspekten, im Energie- und Nährstoffbedarf und auch in der Funktionsweise des Stoffwechsels. Zudem kommt es während der Pubertät zu grossen körperlichen Veränderungen, was sich wiederum auf das Essverhalten auswirken kann.**

Die Ernährung spielt bei jungen Athlet:innen eine besondere Rolle. Neben Schule und Training kommt es zu einem Wachstumsschub und neue Strukturen werden gebildet. Diese komplexen Prozesse benötigen Energie, aber auch spezifische Nährstoffe. Kinder und Jugendliche haben deshalb einen höheren Energiebedarf pro Kilogramm Körpergewicht als Erwachsene. Dieser Bedarf steigt bei einer intensiven sportlichen Aktivität noch weiter an <sup>1,3,4,6</sup>.

Weitere physiologische Unterschiede im Vergleich mit Erwachsenen sind beispielsweise die grössere Körperoberfläche und die reduzierte Schweißproduktion <sup>3,9</sup>. Dies führt zu einer geringeren Toleranz von Hitze aber auch zu häufigerem Frieren <sup>3,4,9</sup>.

Der jugendliche Stoffwechsel ist vorwiegend auf aerobe Leistungen ausgerichtet. Jugendliche haben mehr ST-Fasern (langsam kontrahierende Muskelfasern), mehr Mitochondrien und eine bessere Fettoxidation <sup>3,4</sup>. Anaerobe Leistungen werden durch die limitierte Anzahl an glykolytischen Enzymen, der geringeren Glykogenspeicherkapazität und der geringeren Laktattoleranz limitiert. Dafür ist die Erholungsfähigkeit aufgrund der insgesamt geringeren Muskelmasse und der kürzeren Versorgungswegen schneller als bei Erwachsenen <sup>3,4</sup>.

Bezüglich dem Herzkreislaufsystem verfügen Jugendliche aufgrund des kleineren Herzens über ein geringeres Pumpvolumen und weisen daher eine höhere Herzfrequenz auf <sup>3</sup>.

Eine individuelle Berücksichtigung der unterschiedlichen Komponenten (Bsp. Alter, Entwicklungsstand) ist unverzichtbar, um die einzelnen jungen Athlet:innen optimal individuell zu betreuen und zu unterstützen <sup>3,4</sup>.

Das in diesem Zeitraum angeeignete Essverhalten kann das ganze Leben prägen und beeinflussen. Aus diesem Grund ist die Vermittlung von gesunden Ess- und allgemeinen Verhaltensmustern entscheidend <sup>4</sup>.

Dieses Hot Topic vertieft diverse Themen für Nachwuchsathlet:innen zwischen 12 und 18 Jahre, was in etwa der Stufe «Talente» der Swiss Olympic-Klassifizierung (FTEM) entspricht <sup>2</sup>.

### Energiebedarf

Der Energiebedarf von jugendlichen Athlet:innen ist schwierig abzuschätzen. Es müssen viele Aspekte wie der Grundumsatz, die Alltagsaktivitäten, das Wachstum bzw. der Entwicklungsstand und die Sportart inkl. Trainings- und Belastungsfaktoren berücksichtigt werden. Zudem ist die körperliche Entwicklung nicht linear und für jedes Individuum anders <sup>1,4</sup>. Eine neuere Studie hat den Grundumsatz bei Fussballspieler untersucht und festgestellt, dass dieser bei der U12-Kategorie bei  $1655 \pm 195$  kcal/Tag lag und in der U16 Kategorie die höchsten Werte erreichte ( $2042 \pm 155$  kcal/Tag) <sup>30</sup>.

Eine bedarfsgerechte Energiezufuhr ist umso wichtiger, da die Risiken einer andauernden unzureichenden Energiezufuhr bei Jungen vielfältig sind. Diese können Langzeitfolgen wie eine

ungenügende Knochendichte, eine verzögerte Pubertät oder ein Risiko für Essstörungen mit sich bringen können <sup>3</sup>. Man spricht auch vom relativen Energiedefizit im Sport (RED-S). Siehe dazu auch das Hot Topic [Energieverfügbarkeit im Sport](#). Ziel ist es, ein solches Energiedefizit unbedingt zu verhindern <sup>5,7</sup>.

Um die Energiebilanz bei Jugendlichen zu prüfen, können die Energiezufuhr und der Energiebedarf geschätzt und einander gegenübergestellt werden. Weitere geeignete Untersuchungs- oder Verlaufsp Parameter sind das Wachstum, der Gewichtsverlauf, die Körperzusammensetzung, das subjektive Empfinden zur Müdigkeit, die Leistungsentwicklung, menstruale Dysfunktionen oder die Knochendichte <sup>4</sup>.

Reale et al. (2020) haben eine Formel zum Schätzen des Grundumsatzes entwickelt, wobei sie 126 jugendliche Athleten einer indirekten Kalorimetrie unter standardisierten Bedingungen unterzogen haben: Grundumsatz (kcal/Tag) =  $11.1 \times \text{Körpergewicht (kg)} + 8.4 \times \text{Grösse (cm)} - (340 \text{ für Knaben und } 537 \text{ für Mädchen})$  <sup>32</sup>.

Tabelle 1 gibt einen Überblick bezüglich des Energiebedarfes von Jugendlichen ohne besondere sportliche Aktivität <sup>10</sup>. Die für den Sport benötigte Zusatzenergie wird am besten individuell geschätzt. Der so geschätzte Hauptenergiebedarf dient lediglich zur Orientierung.

	9-13 Jahre	14-18 Jahre
Mädchen	2070 kcal	2370 kcal
Knaben	2280 kcal	3150 kcal

Tab. 1: Richtwerte Energiezufuhr Jugendliche (ohne Sport) <sup>10</sup>

### Körperzusammensetzung und Körperbild

Mit der Pubertät verändert sich die Körperzusammensetzung. Aufgrund der Veränderung im hormonellen System erwerben Mädchen im Verlaufe der Pubertät eine erhöhte Fettmasse und Knaben ein Anstieg der Muskelmasse <sup>11</sup>.

Grundsätzlich sind sportliche Jugendliche zufriedener mit ihrem Körper und haben ein positiveres Körperbild als Junge, die sich nur in einem geringen Ausmass bewegen <sup>12</sup>. In Sportarten, bei denen ein geringer Körperfettanteil leistungssteigernd sein kann, steigen jedoch die Anzahl Fälle von gestörtem Essverhalten <sup>13</sup>. Zudem beeinflussen die sozialen Medien oder Magazine das Körperbild zusätzlich: Mädchen wollen dünn sein und Knaben träumen von mehr Muskeln <sup>14</sup>. Dazu entwickeln sie teilweise unangemessene Ernährungs- und Trainingsstrategien. Für Jugendliche kann es daher speziell herausfordernd sein, eine für den Sport optimale Körperzusammensetzung zu erreichen und gleichzeitig gesellschaftlichen Idealen zu entsprechen <sup>4</sup>.

Eine Gewichtsabnahme sollte nach Absprache und unter medizinischer Begleitung (z.B. Ernährungsberatung) erfolgen. Pro Woche sollte der Verlust max. 1.5% des Körpergewichts betragen. Bei einer schnelleren Abnahme kommt es zu einem ungewollten Verlust von Muskelmasse, was leistungsmindernd sein kann <sup>3</sup>. Das Gewicht oder der BMI allein sind wenig aussagekräftig. Regelmässige Messungen der Körperzusammensetzung können zielführender sein <sup>8</sup>, sind aber auch mit Vorsicht einzusetzen. 2023 erschienene Leitlinien zu Messungen der Körperzusammensetzung empfehlen diese bei Athlet:in-

nen unter 18 Jahren nicht, ausser für eine optimale Wachstumsentwicklung also ohne Fokus auf die sportliche Leistungs-optimierung<sup>33</sup>. Um die körperliche Entwicklung zu überwachen bieten sich auch die altersabhängigen Perzentilen-Kurven für Grösse und Gewicht an.

## Essverhalten

Laut einer Studie von 2017 haben mehr als 61% der Mädchen zwischen 13 und 16 Jahren Angst zuzunehmen. Bei den Knaben ist die Prävalenz bei 35%<sup>15</sup>. Jugendliche Sportler:innen sind besonders gefährdet eine Essstörung zu entwickeln. Bei ihnen liegt die Prävalenz bei 7%, bei inaktiven Jugendlichen lediglich bei 2.3%. Betrachtet man die jungen Athletinnen für sich, steigt die Zahl sogar auf bis zu 14%<sup>16</sup>. Gemäss einer Studie aus dem Jahr 2020 sind die Risikofaktoren vielfältig wie z.B. Sportarten mit Gewichtskategorien, der Druck als Sportler:in «athletisch» auszusehen, der Einfluss des Coaches, soziale Medien und Perfektionismus<sup>17</sup>.

Um der Thematik präventiv vorzubeugen, ist es wichtig, dass die Athlet:innen von einem multidisziplinären medizinischen Team betreut werden und die Familie, Trainer:innen und Betreuer:innen miteinbezogen werden<sup>8</sup>.

Ernährungsedukation und -empfehlungen für junge Sportler:innen sollten auf eine langfristige Gesundheit zielen und diese stärken<sup>4</sup>. Der Einfluss der Ernährung auf die Leistung, die Erholung und Verletzungen sollte den Jugendlichen aufgezeigt werden, um so die Wichtigkeit der Ernährung zu verdeutlichen<sup>18</sup>.

Eltern, Trainer:innen und das weitere Betreuersteam sollten sich bewusst sein, dass die Körperzusammensetzung nur ein Leistungsfaktor neben vielen anderen ist. Ihre Rolle besteht unter anderem darin, als Fürsprecher:innen für die Entwicklung eines positiven Körperbildes zu agieren. Sie sollten keine gewichtsbezogenen Bemerkungen oder Mobbing tolerieren. Weiter sollen die Ernährungserziehung und das Training auf die Leistung und nicht auf ein zu erreichendes Gewicht ausgerichtet werden<sup>4</sup>.

## Nährstoffbedarf

### Proteine

Der Proteinbedarf ist bei Jugendlichen aufgrund des Wachstums und dem Auf- und Ausbau von Körperstrukturen erhöht<sup>3</sup>. Zum Aufbau von Muskelmasse ist eine bedarfsdeckende Proteinzufuhr aber auch eine ausreichende Energiezufuhr wichtig, da sonst die Proteine als Energielieferanten genutzt werden und so der Aufbau oder die Regeneration von Muskeln beeinträchtigt wird<sup>4,6</sup>.

Je nach Sportart und Trainingsphase können die Empfehlungen abweichen. Eine aktuelle Studie definiert die Proteinzufuhrempfehlungen für junge Athlet:innen bei 1.4 - 2 g/kg Körpergewicht<sup>19</sup>.

Wichtiger als die Menge ist aber das Timing und die Verteilung über den Tag<sup>3,4,6</sup>. Um die Muskelproteinsynthese zu fördern, sollten die Jugendlichen 3 bis 5 Proteinportionen pro Tag konsumieren, wobei eine Portion um 20 g Protein optimal ist. Eine dieser Dosen sollte nach dem Training zusammen mit Kohlenhydraten aufgenommen werden, um die Regenerationsprozesse optimal zu unterstützen<sup>19</sup>.

Bezüglich Proteine bei Jugendlichen ist ein "food first"-Ansatz zu praktizieren. Tatsächlich ist die Nahrung die beste Proteinquelle und Supplemente sind nicht notwendig<sup>19</sup>. Proteinprodukte oder -supplemente können eine praktische Alternative

darstellen. Sie sollten die natürlichen Lebensmittel jedoch nicht ersetzen<sup>21</sup>. Einige Expert:innen raten sogar von jeglichen Supplementen bei Athlet:innen unter 18 Jahren ab<sup>20</sup>.

## Kohlenhydrate und Fette

Wie bei Erwachsenen gilt auch für Jugendliche: Je länger oder intensiver die Leistung, umso höher ist der Kohlenhydratbedarf. Da sie jedoch über kleinere Glykogenspeicher verfügen, ist eine regelmässige Zufuhr von Kohlenhydraten (KH) zu gewährleisten<sup>19</sup>. Aus demselben Grund sind auch klassische Kohlenhydratladeprotokolle vor den Wettkämpfen nicht notwendig<sup>3</sup>.

Obwohl die Oxidationsrate von exogenen Kohlenhydraten im Vergleich zur Körpermasse bei Jugendlichen höher ist als bei Erwachsenen, gelten während Belastung die gleichen Empfehlungen wie bei Erwachsenen: sobald diese länger als 60 Min. dauert, sollten Jugendliche 30 bis 60 g KH pro Stunde zuführen<sup>19</sup>. Sportgetränke mit 6% Kohlenhydratgehalt werden bei Jugendlichen besser toleriert (weniger Verdauungsprobleme) als 8-prozentige Getränke<sup>23</sup>.

Die Wiederauffüllung von Glykogenspeichern zwischen den Trainings ist für die Regeneration und für die Gehirnfunktionen essenziell<sup>4</sup>. Zentral ist dabei die Zufuhr möglichst direkt nach dem Training<sup>19,22</sup>. Die Empfehlung für junge Sportler:innen lautet 1.2 g/kg/h KH mit hohem glykämischen Index innerhalb von zwei Stunden nach dem Training<sup>19</sup>.

Im Allgemeinen soll die KH-Zufuhr der Sportart und dem Trainingsumfang sowie der Trainingsintensität angepasst werden, um eine bedarfsdeckende und leistungsfördernde Zufuhr zu gewährleisten.

Fette sind lebenswichtig, um die fettlöslichen Vitamine zu absorbieren und den Körper mit essenziellen Fettsäuren zu versorgen<sup>19</sup>. Obwohl Jugendliche höhere Fettoxidationsraten haben als Erwachsene weichen die Empfehlungen nicht von denjenigen der allgemeinen Bevölkerung ab (30-35% der Gesamtenergie)<sup>19</sup>. Bei Jugendlichen soll darauf geachtet werden, dass qualitativ gute Fette wie Raps- und Olivenöl, Nüsse, Kerne oder fettiger Fisch (z.B. Lachs) konsumiert werden<sup>4,19</sup>.

## Flüssigkeit

Im Verhältnis zu ihrer Körpergrösse zeigen Kinder während des Trainings geringere Schweißverluste als Erwachsene. Trotzdem ist es wie bei Erwachsenen wichtig, die Flüssigkeitsverluste vor, während und nach der Belastung zu kompensieren<sup>4</sup>.

Im Gegensatz zu den Erwachsenen haben Jugendliche ein weniger ausgeprägtes Durstgefühl und sollten auf die Wichtigkeit einer regelmässigen Flüssigkeitszufuhr aufmerksam gemacht werden. Um den Flüssigkeitsbedarf besser abschätzen zu können, wird eine Messung der Schweißverluste empfohlen. (Siehe dazu den [Trinkmengenrechner der SSNS](#)). Ob Wasser, verdünnter Sirup oder leicht gesüsster Tee, die Wahl des Flüssigkeitstyps sollte von den individuellen Vorlieben bestimmt werden, da die Menge und nicht die Flüssigkeitsart das kritischste Thema bei jugendlichen Sportler:innen im Jugendalter ist<sup>20,24</sup>.

## Mikronährstoffe

### Eisen

Eisen ist für die Sauerstoffversorgung der Körpergewebe unerlässlich. Während der Jugendzeit steigt der Bedarf, um die Entwicklungsprozesse zu unterstützen und aufgrund der Zunahme

von Blutvolumen und Muskelmasse <sup>25</sup>. Bei heranwachsenden Frauen steigt der Eisenbedarf ab der ersten Menstruation stark an (von 8 mg auf 15 mg). Auch bei den Knaben kommt es während der Pubertät zu einer Erhöhung von 8 mg auf 11 mg. <sup>4</sup> Eisenmangel kann asymptomatisch sein oder unterschiedliche Symptome wie Müdigkeit und verminderte Leistung auslösen <sup>26</sup> (Siehe dazu Hot Topic [Eisen](#)).

Bei den Mädchen sind die Ursachen für einen Eisenmangel hauptsächlich eine unzureichende Energiezufuhr, eine ungenügende Eisenzufuhr, die Zufuhr von eisenhaltigen Nahrungsmitteln mit einer tiefen Bioverfügbarkeit kombiniert mit dem oben beschriebenen erhöhten Bedarf und dem Blutverlust über die Menstruation. Bei den Knaben sind tiefe Ferritinwerte eher auf die hohen physiologischen Bedürfnisse als auf die Diät zurückzuführen <sup>1</sup>.

Im Falle eines leichten Eisenmangels wird als erste Massnahme eine Ernährungsberatung empfohlen, bei ausgeprägtem Mangel eine Supplementierung mit medizinischer Überwachung durch die Sportmedizin <sup>4,26</sup>.

## Vitamin D und Kalzium

Vitamin D und Kalzium spielen eine wichtige Rolle bei der Knochenentwicklung. Eine optimale Knochenmineralisierung im Jugendalter ist entscheidend, damit die maximale Knochendichte erreicht wird und um das spätere Osteoporoserisiko zu verringern <sup>25</sup>.

Vitamin D erhöht die Kalziumaufnahme im Darm. Es kann zwar über die Nahrung aufgenommen werden, der Körper deckt seinen Bedarf von April bis Oktober aber zu einem grossen Teil über die Sonneneinstrahlung (UVB-Strahlen). Aus diesem Grund können Indoor-Sportarten einen Risikofaktor für einen Vitamin D-Mangel darstellen. Aber auch jugendliche Wintersportler:innen sind dem Risiko eines Vitamin-D-Mangels ausgesetzt <sup>31</sup>. Ein niedriger Vitamin-D-Spiegel bei jungen Sportler:innen kann die Leistung beeinträchtigen, da er neuromuskuläre Funktionen oder die Muskelproteinsynthese beeinträchtigt oder zusammen mit einem Kalziummangel Ermüdungsbrüche begünstigt <sup>29</sup>. Um letzteren vorzubeugen sind nicht nur eine zureichende Vitamin D- und Kalziumzufuhr wichtig, sondern auch eine energiebedarfsdeckende Ernährung unerlässlich <sup>4</sup>.

## Literatur

1. Desbrow B. Youth Athlete Development and Nutrition. *Sports Med.* 2021;51(Suppl 1):3-12. doi:10.1007/s40279-021-01534-6
2. FTEM Schweiz, Rahmenkonzept zur Sport- und Athletenentwicklung in der Schweiz, BASPO und Swiss Olympic 2015
3. Jeukendrup A, Cronin L. Nutrition and elite young athletes. *Med Sport Sci.* 2011;56:47-58. doi:10.1159/000320630
4. Desbrow B, McCormack J, Burke LM, et al. Sports Dietitians Australia position statement: sports nutrition for the adolescent athlete. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014;24(5):570-584. doi:10.1123/ijsnem.2014-0031
5. Wells KR, Jeacocke NA, Appaneal R, et al. The Australian Institute of Sport (AIS) and National Eating Disorders Collaboration (NEDC) position statement on disordered eating in high performance sport [published online ahead of print, 2020 Jul 13]. *Br J Sports Med.* 2020;bjsports-2019-101813.
6. Desbrow B, Burd NA, Tarnopolsky M, Moore DR, Elliott-Sale KJ. Nutrition for Special Populations: Young, Female, and Masters Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019;29(2):220-227. doi:10.1123/ijsnem.2018-0269

Bei jungen Athlet:innen mit einem hohen Mangelrisiko (Bsp.: Indoor-Sportarten, vegetarische oder vegane Ernährungsweise) ist eine regelmässige Überwachung des Vitamin-D-Spiegels empfehlenswert. In Absprache mit der Ärzteschaft kann auch eine regelmässige Supplementation in den Wintermonaten in Betracht gezogen werden (siehe auch Faktenblatt [Kalzium](#) und [Vitamin D](#) im Supplementguide).

## Supplemente

In einer Studie aus Kanada wurden die Prävalenz und die Gründe der Supplementeneinnahme bei Jugendlichen untersucht <sup>27</sup>. Die Ergebnisse zeigen, dass 98% der jungen Athlet:innen Supplemente in Form von Energiegetränken, Proteinpulver oder -riegel, Aminosäuren oder Multivitaminpräparaten einnehmen. Als Gründe wurden die Förderung der Gesundheit, leistungsfördernde Wirkung oder der Einfluss von Dritten genannt. Weniger als die Hälfte der Studienteilnehmer:innen hat zu diesem Thema eine Ernährungsberatung beigezogen <sup>27</sup>. Die Wissenschaft ist sich einig, dass Vitamin- oder Mikronährstoffsupplemente nur im Fall eines laborbestätigten Mangels sinnvoll sind. Zudem decken jugendliche Sportler:innen ihren Proteinbedarf bereits über Lebensmittel, eine Supplementierung erübrigt sich <sup>20,27</sup>.

Als Informationsquelle dienen den Jugendlichen hauptsächlich die Trainer:innen oder das Umfeld. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, diesen Personen und den Athlet:innen genügend Fachwissen zu vermitteln, um sie auf die Risiken und den möglichen Nutzen von Supplementen aufmerksam zu machen <sup>28</sup>.

Zusammengefasst sind Supplemente bei jungen Sportler:innen nicht notwendig. Bei verminderten Leistungen sollen in erster Linie die Basisernährung überprüft und dem Training angepasst werden <sup>4</sup>.

**Verfasser:** Reber Simone  
**Datum:** Dezember 2023, Version 3.0  
**Gültigkeit:** bis Dezember 2026

7. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, et al. RED-S CAT. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) Clinical Assessment Tool (CAT). *Br J Sports Med.* 2015;49(7):421-423. doi:10.1136/bjsports-2015-094873
8. Carl RI, Johnson Md, Martin Tj; Council on Sports medicine and fitness. Promotion of Healthy Weight-Control Practices in Young Athletes. *Pediatrics.* 2017;140(3): e20171871. doi:10.1542/peds.2017-1871
9. Falk B, Dotan R. Children's thermoregulation during exercise in the heat: a revisit. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008;33(2):420-427.
10. Das JK, Salam RA, Thornburg KL, Prentice AM, Campisi S, Lassi ZS, Koletzko B, Bhutta ZA. Nutrition in adolescents: physiology, metabolism, and nutritional needs. *Ann N Y Acad Sci.* 2017 Apr;1393(1):21-33
11. Loomba-Albrecht LA, Styne DM. Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2009 Feb;16(1):10-5.
12. Ekeland E, Heian F, Hagen KB. Can exercise improve self-esteem in children and young people? A systematic review of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2005 Nov;39(11):792-8; discussion 792-8. doi: 10.1136/bjsem.2004.017707

13. Monthuy-Blanc J, Maïano C, Morin AJ, Stephan Y. Physical self-concept and disturbed eating attitudes and behaviors in French athlete and non-athlete adolescent girls: direct and indirect relations. *Body Image*. 2012 Jun;9(3):373-80
14. Botta, R.A. (2003). For your health? The relationship between magazine reading and adolescents' body image and eating disturbances. *Sex Roles*, 48(9/10), 389–400.
15. Slof-Op 't Landt MCT, van Furth EF, van Beijsterveldt CEM, Bartels M, Willemsen G, de Geus EJ, Ligthart L, Boomsma DI. Prevalence of dieting and fear of weight gain across ages: a community sample from adolescents to the elderly. *Int J Public Health*. 2017 Nov;62(8):911-919.
16. Martinsen M, Sundgot-Borgen J. Higher prevalence of eating disorders among adolescent elite athletes than controls. *Med Sci Sports Exerc*. 2013 Jun;45(6):1188-97
17. Stoyel H, Slee A, Meyer C, Serpell L. Systematic review of risk factors for eating psychopathology in athletes: A critique of an etiological model. *Eur Eat Disord Rev*. 2020 Jan;28(1):3-25.
18. Tam R, Beck KL, Manore MM, Gifford J, Flood VM, O'Connor H. Effectiveness of Education Interventions Designed to Improve Nutrition Knowledge in Athletes: A Systematic Review. *Sports Med*. 2019 Nov;49(11):1769-1786.
19. Hannon M, Close G, Morton J., *Strength and Conditioning Journal*: June 09, 2020 - doi: 10.1519/SSC.0000000000000570
20. Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H; International Association of Athletics Federations. The use of dietary supplements by athletes. *J Sports Sci*. 2007;25 Suppl 1:S103-13.
21. Whitehouse G, Lawlis T. Protein supplements and adolescent athletes: A pilot study investigating the risk knowledge, motivations and prevalence of use. *Nutr Diet*. 2017 Nov;74(5):509-515
22. Burke, L.M., Hawley, J.A., Wong, S.H., & Jeukendrup, A.E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29 Suppl. 1, S17-27. doi: 938533953.
23. Shi X, Horn MK, Osterberg KL, Stofan JR, Zachwieja JJ, Horswill CA, Passe DH, Murray R. Gastrointestinal discomfort during intermittent high-intensity exercise: effect of carbohydrate-electrolyte beverage. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2004 Dec;14(6):673-83.
24. Rowland T. Fluid replacement requirements for child athletes. *Sports Med*. 2011 Apr 1;41(4):279-88.
25. Purcell LK; Canadian Paediatric Society, Paediatric Sports and Exercise Medicine Section. Sport nutrition for young athletes. *Paediatr Child Health*. 2013 Apr;18(4):200-5.
26. Clénin G, Cordes M, Huber A, Schumacher YO, Noack P, Scales J, Kriemler S. Iron deficiency in sports - definition, influence on performance and therapy. *Swiss Med Wkly*. 2015 Oct 29;145:w14196.
27. Parnell JA, Wiens K, Erdman KA. Evaluation of congruence among dietary supplement use and motivation for supplementation in young, Canadian athletes. *J Int Soc Sports Nutr*. 2015 Dec 16;12:49
28. Jill Anne McDowall. Supplement use by Young Athletes. *Journal of Sports Science and Medicine* (06), 2007, 337 - 342.
29. de la Puente Yagüe M, Collado Yurrita L, Ciudad Cabañas MJ, Cuadrado Cenzual MA. Role of Vitamin D in Athletes and Their Performance: Current Concepts and New Trends. *Nutrients*. 2020 Feb 23;12(2):579. doi: 10.3390/nu12020579. PMID: 32102188; PMCID: PMC7071499.
30. Hannon MP, Carney DJ, Floyd S, et al. Cross-sectional comparison of body composition and resting metabolic rate in Premier League academy soccer players: Implications for growth and maturation. *J Sports Sci*. 2020;38(11-12):1326-1334.
31. Hannon MP, Flueck JL, Gremeaux V, Place N, Kayser B, Donnelly C. Key Nutritional Considerations for Youth Winter Sports Athletes to Optimize Growth, Maturation and Sporting Development. *Front Sports Act Living*. 2021;3:599118.
32. Reale RJ, Roberts TJ, Lee KA, Bonsignore JL, Anderson ML. Metabolic Rate in Adolescent Athletes: The Development and Validation of New Equations, and Comparison to Previous Models. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2020;30(4):249-257. doi:10.1123/ijsnem.2019-0323
33. Mathisen TF, Ackland T, Burke LM, et al. Best practice recommendations for body composition considerations in sport to reduce health and performance risks: a critical review, original survey and expert opinion by a subgroup of the IOC consensus on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *Br J Sports Med*. 2023;57(17):1148-1158. doi:10.1136/bjsports-2023-106812