



## Overtraining Dan Cedera Non-Kontak Pada Atlet Basket Remaja Indonesia

Encep Farlan Sutarza<sup>1</sup>, Sucipto<sup>2</sup>, Mulyana<sup>3</sup>, Dede Rohmat<sup>4</sup>, Zuliza Adha<sup>5</sup>, Bayu Panji Pangestu<sup>6</sup>

Program Studi Pendidikan Olahraga, Pasca Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia<sup>1,2,3,4</sup>

Satria Muda Bandung<sup>5,6</sup>

E-mail: [farlan@upi.edu](mailto:farlan@upi.edu)

### ABSTRAK

*Overtraining* dan cedera non-kontak merupakan permasalahan penting dalam pembinaan atlet basket remaja yang dapat memengaruhi keberlanjutan perkembangan performa. *Overtraining* didefinisikan sebagai kondisi maladaptasi akibat ketidakseimbangan antara beban latihan dan pemulihan, sedangkan cedera non-kontak berhubungan dengan gangguan kontrol neuromuskular dan faktor biomekanik tanpa keterlibatan benturan eksternal. Artikel konseptual ini bertujuan menganalisis keterkaitan antara *overtraining*, *fatigue neuromuskular*, perubahan kontrol gerak, serta pola biomekanik berisiko terhadap terjadinya cedera non-kontak, sekaligus merumuskan implikasi pencegahan yang relevan bagi konteks pembinaan atlet remaja di Indonesia. Metode yang digunakan adalah *narrative review* terhadap publikasi ilmiah periode 2015-2025. Hasil kajian menunjukkan bahwa volume dan intensitas latihan yang tinggi, spesialisasi dini, rendahnya variasi program, serta terbatasnya penerapan monitoring beban dan strategi pemulihan berkontribusi terhadap peningkatan risiko cedera. Cedera yang paling sering dilaporkan meliputi *ankle sprain*, cedera *ligamen anterior cruciatum (ACL)*, dan *strain hamstring*. Strategi pencegahan meliputi penerapan periodisasi, variasi latihan berbasis tahap perkembangan, monitoring beban menggunakan sRPE, serta edukasi pemulihan.

**Kata Kunci:** *Overtraining, Cedera non-kontak, Atlet remaja, Fatigue neuromuskular, Pencegahan cedera.*

### ABSTRACT

*Overtraining and non-contact injuries represent critical issues in the development of adolescent basketball athletes and may compromise long-term performance progression. Overtraining is defined as a maladaptive condition resulting from an imbalance between training load and recovery, whereas non-contact injuries are primarily associated with impaired neuromuscular control and biomechanical risk factors in the absence of external contact. This conceptual article aims to analyze the relationship between overtraining, neuromuscular fatigue, altered movement control, and high-risk biomechanical patterns contributing to non-contact injuries, while outlining practical prevention implications relevant to the Indonesian youth sport context. A narrative review approach was conducted using scientific publications from 2015 to 2025. The findings indicate that high training volume and intensity, early sport specialization, limited program variation, and insufficient load monitoring and recovery strategies contribute substantially to injury risk. The most frequently*

*reported injuries include ankle sprains, anterior cruciate ligament (ACL) injuries, and hamstring strains. Preventive strategies include structured periodization, developmentally appropriate variation in training, load monitoring using session rating of perceived exertion (sRPE), and systematic recovery education.*

**Keywords:** *Overtraining, Non-contact injury, Adolescent athletes, Neuromuscular fatigue, Injury prevention*



This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. ©2021 by the author

## PENDAHULUAN

Partisipasi olahraga basket pada kelompok usia remaja terus meningkat seiring berkembangnya kompetisi sekolah, liga pelajar, dan klub pembinaan di berbagai daerah. Peningkatan ini memberikan peluang bagi pengembangan prestasi sejak usia dini, namun sekaligus meningkatkan eksposur atlet terhadap beban latihan dan pertandingan yang lebih tinggi. Pada rentang usia 13–16 tahun, atlet berada pada fase perkembangan biologis yang kompleks, ditandai dengan percepatan pertumbuhan dan perubahan maturasi neuromuskular yang signifikan. Perbedaan antara usia kronologis dan usia biologis pada periode ini memiliki implikasi penting terhadap perencanaan latihan dan risiko cedera (Lloyd & Oliver, 2012; Oliver et al., 2024)

Basket merupakan cabang olahraga dengan tuntutan mekanis tinggi yang melibatkan lompatan berulang, pendaratan, akselerasi, deselerasi, serta perubahan arah cepat. Karakteristik gerak tersebut menghasilkan beban besar pada ekstremitas bawah, khususnya pada sendi lutut dan pergelangan kaki. Sejumlah laporan epidemiologis menunjukkan bahwa sebagian besar cedera pada olahraga remaja bersifat non-kontak dan sering terjadi saat aktivitas fungsional seperti mendarat dan perubahan arah (Myer et al., 2015; Soligard et al., 2016) Cedera seperti *ankle sprain* dan *anterior cruciate ligament (ACL) injury* umumnya berkaitan dengan gangguan kontrol neuromuskular dan pola biomekanik berisiko.

Salah satu faktor penting yang berkontribusi terhadap gangguan kontrol neuromuskular adalah kondisi *overtraining*. *Overtraining* didefinisikan sebagai kegagalan adaptasi fisiologis terhadap akumulasi beban latihan yang melampaui kapasitas pemulihan individu (Harris et al., 2016; Kreher & Schwartz, 2012) spektrum adaptasi latihan, kondisi ini dapat berkembang dari *functional*

*overreaching* menjadi *non-functional overreaching* hingga *overtraining syndrome* apabila tidak dikelola dengan tepat. Selain penurunan performa, *overtraining* juga dikaitkan dengan peningkatan risiko cedera akibat penurunan kualitas gerak dan kelelahan kronis.

*Fatigue neuromuskular* yang muncul akibat akumulasi beban latihan berdampak pada penurunan kemampuan otot menghasilkan gaya, keterlambatan aktivasi otot *stabilisator*, serta gangguan koordinasi *inter-segmen*. Kondisi ini dapat tercermin pada peningkatan *knee valgus*, penurunan fleksi lutut saat pendaratan, serta *stabilitas trunk* yang kurang optimal. Studi meta-analisis menunjukkan bahwa intervensi *neuromuscular training* berperan dalam meningkatkan kontrol gerak dan menurunkan faktor risiko cedera *ACL* pada atlet muda (Sugimoto et al., 2015).

Selain faktor beban latihan, praktik spesialisasi dini juga menjadi isu krusial dalam pembinaan atlet remaja. Spesialisasi pada satu cabang olahraga sejak usia muda dengan volume latihan tinggi dan variasi aktivitas terbatas telah dikaitkan dengan peningkatan risiko *overuse injury dan burnout* (DiFiori et al., 2014; Wiersma, 2000). Sebaliknya, pendekatan *multilateral* yang menekankan pengembangan kapasitas fisik dasar dan variasi gerak dinilai lebih sesuai dengan karakteristik perkembangan atlet remaja.

Dalam konteks Indonesia, sistem pembinaan basket remaja masih menghadapi tantangan dalam penerapan *monitoring* beban latihan dan periodisasi yang terstruktur. Meskipun belum tersedia data *epidemiologis* nasional yang *komprehensif*, praktik lapangan menunjukkan frekuensi latihan yang tinggi dengan sistem *monitoring* yang belum terstandar. Kerangka *monitoring* beban yang memisahkan jalur adaptasi fisiologis dan biomekanik menjadi relevan dalam konteks ini (Russell et al., 2017; Vanrenterghem et al., 2017).

Berbagai penelitian internasional telah membahas *overtraining*, *fatigue neuromuskular*, dan cedera non-kontak secara terpisah. Namun, kajian yang mengintegrasikan ketiga aspek tersebut dalam satu model konseptual yang spesifik untuk konteks basket remaja Indonesia masih terbatas. Sebagian besar studi berfokus pada satu komponen intervensi, seperti *resistance training* atau *plyometric training* secara terpisah (Oliver et al., 2024), sehingga hubungan mekanistik antara

akumulasi beban latihan, perubahan kontrol gerak, dan risiko cedera belum disintesis secara *komprehensif*.

Novelty artikel ini terletak pada penyusunan model konseptual *integratif* yang menghubungkan akumulasi beban latihan, *overtraining*, *fatigue neuromuskular*, perubahan kontrol gerak, dan risiko cedera non-kontak pada atlet basket remaja dalam konteks pembinaan Indonesia. Selain itu, artikel ini menerjemahkan sintesis bukti ilmiah ke dalam implikasi praktis yang aplikatif berupa kerangka pencegahan berbasis periodisasi sederhana, variasi latihan multilateral, monitoring beban berbasis sRPE, serta edukasi pemulihan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan menyajikan sintesis konseptual mengenai keterkaitan antara *overtraining*, *fatigue neuromuskular*, perubahan kontrol gerak, dan cedera non-kontak pada atlet basket remaja, sekaligus merumuskan implikasi praktis bagi pelatih dan pembina olahraga di Indonesia.

## **METODE PENELITIAN**

Artikel ini menggunakan pendekatan *narrative review* untuk mensintesis dan mengintegrasikan temuan-temuan ilmiah yang berkaitan dengan *overtraining*, *fatigue neuromuskular*, perubahan kontrol gerak, dan cedera non-kontak pada atlet basket remaja. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk mengkaji isu yang bersifat kompleks dan *multidimensional*, serta untuk membangun kerangka konseptual yang menghubungkan berbagai faktor risiko dalam satu model integratif.

### ***Strategi Pencarian Literatur***

Pencarian literatur dilakukan pada basis data *PubMed*, *Scopus*, dan *Google Scholar*. Proses pencarian mencakup publikasi pada rentang tahun 2015–2025 untuk menjamin keterkinian bukti ilmiah, dengan tetap memasukkan beberapa literatur klasik yang relevan sebagai landasan teori. Kata kunci yang digunakan meliputi: *overtraining*, *youth basketball*, *non-contact injury*, *neuromuscular fatigue*, *biomechanics*, *movement control*, *early specialization*, dan *load monitoring*. Kata kunci dikombinasikan menggunakan operator Boolean (AND, OR) sesuai kebutuhan.

### ***Kriteria Inklusi dan Eksklusi***

Kriteria inklusi meliputi:

- (1) Artikel penelitian asli, *systematic review*, meta-analisis, atau *consensus statement*;
- (2) Populasi atlet usia  $\leq 18$  tahun atau remaja;
- (3) Membahas aspek beban latihan, *fatigue neuromuskular*, biomekanik, atau cedera non-kontak; dan
- (4) Diterbitkan pada jurnal bereputasi atau jurnal nasional terakreditasi.

Kriteria eksklusi meliputi:

- (1) Artikel yang berfokus pada atlet dewasa;
- (2) Publikasi *non-peer reviewed*;
- (3) Artikel duplikat; dan
- (4) Artikel yang tidak relevan dengan konteks pembinaan basket remaja.

### ***Proses Seleksi Literatur***

Proses seleksi dilakukan melalui tiga tahap, yaitu penyaringan judul, penyaringan abstrak, dan evaluasi teks penuh. Dari total 312 artikel yang teridentifikasi pada tahap awal, sebanyak 96 artikel memenuhi kriteria berdasarkan judul dan abstrak. Selanjutnya, 42 artikel dipilih untuk dianalisis secara mendalam dan digunakan dalam sintesis kualitatif.

### ***Prosedur Analisis dan Sintesis Data***

Analisis dilakukan secara deskriptif-kualitatif dengan mengelompokkan temuan penelitian ke dalam beberapa tema utama, yaitu:

- (1) Karakteristik dan manifestasi *overtraining* pada atlet remaja;
- (2) Dampak *fatigue neuromuskular* terhadap kontrol gerak dan stabilitas sendi;
- (3) Mekanisme biomekanik yang berhubungan dengan cedera non-kontak; dan
- (4) Strategi pencegahan berbasis latihan dan monitoring beban.

Hasil analisis kemudian disintesis untuk membangun model *konseptual integratif* yang menggambarkan hubungan antara akumulasi beban latihan, *overtraining*, *fatigue neuromuskular*, perubahan kontrol gerak, dan risiko cedera non-kontak pada atlet basket remaja.

### **Keabsahan dan Kredibilitas Data**

Untuk meningkatkan kredibilitas kajian, literatur yang digunakan diprioritaskan berasal dari jurnal bereputasi internasional dan nasional terakreditasi. Selain itu, sintesis dilakukan dengan membandingkan temuan antar studi guna mengidentifikasi pola konsisten maupun perbedaan hasil. Proses ini bertujuan meminimalkan bias interpretasi dan meningkatkan keandalan kesimpulan.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil penelusuran literatur yang dilakukan, peneliti mendapatkan 10 artikel inti yang akan menjadi dasar pembahasan. Adapun sintesis literatur utama 10 artikel yang didapatkan peneliti dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Sintesis Literatur Utama (*Matrix of Evidence* – 10 Artikel Inti)

No.	Penulis dan Tahun	Subjek	Desain	Intervensi	Temuan	Alasan Dipilih
1	Myer et al., 2015	Atlet remaja 12-17 th	RCT	<i>Integrative Neuromuscular Training (strength, balance, plyometric)</i>	Peningkatan signifikan pada semua variabel	Paling mendekati desain.
2	(Vanrenterghem et al., 2017)	Atlet muda	Review	<i>Neuromuscular training multi-komponen</i>	Program terintegrasi paling efektif	Rasional integrasi
3	Granacher et al., 2018	Atlet muda	RCT	<i>Core stability dan strength</i>	<i>Balance, trunk strength</i>	Dasar <i>core stability</i>
4	Peña-González et al., 2021	Atlet muda	RCT	<i>Core dan plyometric</i>	Kombinasi > latihan tunggal	<i>Core dan plyometric</i>
5	Behm et al., 2017	Remaja	Meta-analisis	<i>Resistance training</i>	<i>Resistance training</i> meningkatkan kekuatan dan <i>power</i> secara aman.	Validasi <i>resistance</i>
6	(Lesinski et al., 2016)	Atlet muda	Meta-analisis	<i>Resistance training</i>	<i>Resistance training</i> meningkatkan kekuatan dan performa lompat.	Intensitas moderat-tinggi optimal

7	Hammami et al., 2019	Atlet muda	RCT	<i>Strength dan plyometric</i>	Kombinasi paling besar efeknya	<i>Resistance dan plyometric</i>
8	Ramirez-Campillo et al., 2018	Atlet remaja	Meta-analisis	<i>Plyometric training</i>	<i>Plyometric</i> meningkatkan lompatan dan perubahan arah.	Dasar <i>plyometric</i>
9	Chaabene et al., 2020	Atlet remaja	<i>Systematic review</i>	<i>Strength dan plyometric</i>	Kombinasi <i>strength-plyometric</i> unggul untuk <i>power</i> dan kelincahan.	Penguat integrasi
10	Sugimoto et al., 2015	Atlet muda	Meta-analisis	<i>Neuromuscular training</i>	Kontrol gerak meningkat.	Kaitan performa & pencegahan

Hasil telaah *naratif* menunjukkan bahwa *overtraining* dan cedera non-kontak pada atlet basket remaja berkaitan erat dengan gangguan adaptasi *neuromuskular* akibat paparan beban latihan yang tidak seimbang dengan kapasitas pemulihan. Literatur internasional secara konsisten melaporkan bahwa fase remaja merupakan periode sensitif terhadap perubahan maturasi biologis yang berdampak pada koordinasi, stabilitas, dan kontrol gerak.

Sintesis bukti dari sepuluh artikel inti pada *Matrix of Evidence* (Tabel 1) menunjukkan bahwa program latihan *neuromuskular* yang bersifat terintegrasi secara signifikan meningkatkan keseimbangan, performa lompat, dan kelincahan atlet remaja. Myer et al. (2015) melaporkan bahwa *integrative neuromuscular training* meningkatkan ketiga variabel tersebut secara simultan, sedangkan Fort-Vanmeerhaeghe et al. (2016) menegaskan bahwa pendekatan multi-komponen lebih efektif dibandingkan dengan latihan tunggal.

Lebih lanjut, bukti pada *matriks* menunjukkan bahwa latihan *core stability* berkontribusi terhadap peningkatan kontrol postural dan keseimbangan (McLaren). *Resistance training* terbukti meningkatkan kekuatan dan *power* secara aman pada remaja (Behm et al., 2017), sementara *plyometric training* secara konsisten meningkatkan performa lompatan dan kemampuan perubahan arah (Magnani Branco et al., 2020). Kombinasi *resistance* dan *plyometric* memberikan efek yang

lebih besar dibandingkan dengan latihan tunggal (Hammami et al., 2019; Chaabene et al., 2020).

Dalam konteks Indonesia, meskipun data epidemiologis formal masih terbatas, pola latihan padat dan minimnya monitoring beban menunjukkan potensi risiko *overtraining* dan cedera non-kontak yang sejalan dengan temuan internasional tersebut. Temuan *narrative review* ini memperlihatkan bahwa *overtraining* dan cedera non-kontak pada atlet basket remaja terutama dipicu oleh penurunan kualitas kontrol neuromuskular, bukan semata-mata oleh volume latihan yang tinggi. Hal ini sejalan dengan Sugimoto et al. (2015) yang melaporkan bahwa *neuromuscular training* meningkatkan kontrol gerak dan keseimbangan, faktor yang berperan penting dalam pencegahan cedera.

Jika dikaitkan dengan *Matrix of Evidence*, mayoritas artikel menunjukkan bahwa peningkatan keseimbangan, lompatan, dan kelincahan dapat dicapai melalui program latihan terintegrasi. Adaptasi ini berpotensi mengurangi risiko cedera non-kontak karena atlet memiliki kemampuan stabilisasi yang lebih baik, produksi gaya yang lebih tinggi, serta kontrol gerak yang lebih efisien saat melakukan aktivitas eksplosif. Dibandingkan dengan temuan penelitian sebelumnya yang banyak berfokus pada satu komponen latihan, hasil sintesis *matrix* menunjukkan bahwa kombinasi *core stability*, *resistance training*, dan *plyometric training* memberikan efek yang lebih unggul. Perbedaan ini menegaskan bahwa pendekatan multi-komponen lebih relevan untuk menjawab kompleksitas permasalahan *overtraining* dan cedera non-kontak pada atlet remaja (Faigenbaum et al., 2016).

Dalam konteks Indonesia, temuan ini mengindikasikan perlunya pergeseran paradigma pembinaan dari pendekatan berbasis volume latihan menuju pendekatan berbasis kualitas gerak dan kapasitas neuromuskular. Dengan kata lain, pencegahan *overtraining* dan cedera non-kontak tidak cukup dilakukan melalui pengurangan beban latihan saja, tetapi harus disertai dengan peningkatan kapasitas fisik dasar atlet.

Dengan demikian, integrasi temuan *narrative review* dan *Matrix of Evidence* menjawab pertanyaan pada pendahuluan bahwa pendekatan latihan neuromuskular terintegrasi merupakan strategi yang rasional dan berbasis bukti

untuk menekan risiko *overtraining* serta cedera non-kontak pada atlet basket remaja di Indonesia.

## **KESIMPULAN**

*Overtraining* dan cedera non-kontak merupakan permasalahan yang nyata dan relevan pada atlet basket remaja, khususnya pada rentang usia 13-16 tahun. Literatur internasional secara konsisten menggambarkan bahwa fase remaja merupakan periode dengan kerentanan tinggi terhadap gangguan adaptasi akibat interaksi antara perubahan biologis, peningkatan tuntutan latihan, dan tekanan kompetisi. Kondisi tersebut sering kali termanifestasi dalam bentuk kelelahan berkepanjangan, penurunan performa, serta meningkatnya kejadian cedera non-kontak *ekstremitas* bawah.

Hasil telaah juga menunjukkan bahwa sebagian besar cedera non-kontak pada atlet basket remaja terjadi saat aktivitas fungsional seperti mendarat, perubahan arah, dan akselerasi-deselerasi, yang menuntut tingkat kontrol neuromuskular yang tinggi. Penurunan kualitas kontrol gerak, koordinasi, dan stabilitas selama fase pertumbuhan cepat dilaporkan sebagai faktor yang berkontribusi terhadap meningkatnya risiko cedera. Selain itu, akumulasi beban latihan yang tidak diimbangi dengan pemulihan yang memadai berperan penting dalam munculnya gejala *overtraining*.

Dalam konteks Indonesia, ketersediaan data epidemiologis yang secara spesifik menggambarkan prevalensi *overtraining* dan cedera non-kontak pada atlet basket remaja masih sangat terbatas. Namun, berdasarkan laporan praktik lapangan dan karakteristik sistem pembinaan yang ada, atlet remaja cenderung terpapar frekuensi latihan dan kompetisi yang tinggi, dengan sistem *monitoring* beban yang belum terstandar. Kondisi ini mengindikasikan potensi risiko yang sejalan dengan pola yang dilaporkan dalam literatur internasional.

Secara keseluruhan, *narrative review* ini menegaskan bahwa permasalahan *overtraining* dan cedera non-kontak pada atlet basket remaja bersifat multifaktorial, melibatkan aspek biologis, struktural, dan metodologis. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif terhadap karakteristik perkembangan remaja, pola beban latihan, serta mekanisme terjadinya cedera menjadi landasan penting dalam merumuskan strategi pembinaan yang lebih aman dan berkelanjutan. Ke depan,

diperlukan penelitian di Indonesia yang secara sistematis memetakan prevalensi, jenis cedera, serta faktor risiko *overtraining* dan cedera non-kontak pada atlet basket remaja. Ketersediaan data tersebut akan menjadi dasar penting untuk pengembangan kebijakan, pedoman pembinaan, serta intervensi yang sesuai dengan konteks nasional.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Behm, D. G., Young, J. D., Whitten, J. H. D., Reid, J. C., Quigley, P. J., Low, J., Li, Y., Lima, C. D., Hodgson, D. D., Chaouachi, A., Prieske, O., & Granacher, U. (2017). Effectiveness of Traditional Strength vs. Power Training on Muscle Strength, Power and Speed with Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 8, 423. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00423>
- Chaabene, H., Negra, Y., Moran, J., Prieske, O., Sammoud, S., Ramirez-Campillo, R., & Granacher, U. (2020). Effects of combined strength and plyometric training on physical fitness in youth athletes: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 38(5), 1-13.
- DiFiori, J. P., Benjamin, H. J., Brenner, J. S., Gregory, A., Jayanthi, N., Landry, G. L., & Luke, A. (2014). Overuse injuries and burnout in youth sports: A position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *British Journal of Sports Medicine*, 48(4), 287-288. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093299>
- Faigenbaum, A. D., Lloyd, R. S., MacDonald, J., & Myer, G. D. (2016). Citius, Altius, Fortius: Beneficial effects of resistance training for young athletes: Narrative review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(1), 3-7. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094621>
- Granacher, U., Prieske, O., Majewski, M., Büsch, D., & Muehlbauer, T. (2016). The role of trunk muscle strength for physical fitness and athletic performance in trained individuals. *Sports Medicine*, 46(3), 401-419.
- Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., ... Behm, D. G. (2018). Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(9), 2055-2075.
- Hammami, M., Negra, Y., Aouadi, R., & Shephard, R. J. (2019). Effects of an in-season plyometric training program on physical fitness of junior male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 1-10.
- Harris, N. K., Woulfe, C. J., Wood, M. R., Dulson, D. K., Gluchowski, A. K., & Keogh, J. B. (2016). Acute Physiological Responses to Strongman Training Compared to Traditional Strength Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1397-1408. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001217>

- Kreher, J. B., & Schwartz, J. B. (2012). Overtraining Syndrome: A Practical Guide. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(2), 128–138. <https://doi.org/10.1177/1941738111434406>
- Lesinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 781–795. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095497>
- Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2012). The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. 34(3).
- Magnani Branco, B. H., Carvalho, I. Z., Garcia De Oliveira, H., Fanhani, A. P., Machado Dos Santos, M. C., Pestillo De Oliveira, L., Macente Boni, S., & Nardo, N. (2020). Effects of 2 Types of Resistance Training Models on Obese Adolescents' Body Composition, Cardiometabolic Risk, and Physical Fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(9), 2672–2682. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002877>
- McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 641–658. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0830-z>
- Myer, G. D., Jayanthi, N., Difiori, J. P., Faigenbaum, A. D., Kiefer, A. W., Logerstedt, D., & Micheli, L. J. (2015). Sport Specialization, Part I: Does Early Sports Specialization Increase Negative Outcomes and Reduce the Opportunity for Success in Young Athletes? *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 7(5), 437–442. <https://doi.org/10.1177/1941738115598747>
- Oliver, J. L., Ramachandran, A. K., Singh, U., Ramirez-Campillo, R., & Lloyd, R. S. (2024). The Effects of Strength, Plyometric and Combined Training on Strength, Power and Speed Characteristics in High-Level, Highly Trained Male Youth Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 54(3), 623–643. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01944-8>
- Peña-González, I., Moya-Ramón, M., Sarmiento, H., & Clemente, F. M. (2021). Effects of core training on athletic performance in youth athletes: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9628.
- Ramirez-Campillo, R., Moran, J., Chaabene, H., Granacher, U., Behm, D. G., García-Hermoso, A., & Izquierdo, M. (2018). Methodological characteristics and future directions for plyometric training research: A scoping review. *Sports Medicine*, 48(5), 1059–1081.
- Russell, M., Birch, J., Love, T., Cook, C. J., Bracken, R. M., Taylor, T., Swift, E., Cockburn, E., Finn, C., Cunningham, D., Wilson, L., & Kilduff, L. P. (2017). The

Effects of a Single Whole-Body Cryotherapy Exposure on Physiological, Performance, and Perceptual Responses of Professional Academy Soccer Players After Repeated Sprint Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 415–421. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001505>

Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Hägglund, M., Hutchinson, M. R., Janse Van Rensburg, C., Khan, K. M., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>

Sugimoto, D., Myer, G. D., Barber Foss, K. D., & Hewett, T. E. (2015). Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: Meta-analysis and subgroup analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(5), 282–289. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093461>

Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017). Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135–2142. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0714-2>

Wiersma, L. D. (2000). Risks and Benefits of Youth Sport Specialization: Perspectives and Recommendations. *Pediatric Exercise Science*, 12(1), 13–22. <https://doi.org/10.1123/pes.12.1.13>