

## **RESPON PEMULIHAN FISIOLOGIS AKUT PASCA SMALL-SIDED GAMES BOLA VOLI REMAJA LAKI-LAKI**

**Roseline Sabrina Wibowo<sup>1</sup>, Fardhania Amelia Putri<sup>2</sup>, Praditya Kevin Pacifica Wibisono<sup>3</sup>, Mutiara Cantik Harsanto<sup>4</sup>, Nanda Maulana Abdillah<sup>5</sup>**

***Abstrak:** Penelitian ini bertujuan menggambarkan pola pemulihan fisiologis akut setelah aktivitas Small-Sided Games format 3 lawan 3 pada atlet bola voli remaja laki-laki. Sebanyak dua belas peserta mengikuti empat set permainan berdurasi lima menit dengan pengukuran suhu tubuh, denyut jantung (heart rate), frekuensi napas (respiratory rate), persepsi usaha (rating of perceived exertion), dan countermovement jump pada enam titik waktu pemulihan selama tiga puluh menit. Analisis menunjukkan respons fisiologis meningkat tajam sesaat setelah aktivitas, diikuti pemulihan cepat pada heart rate, respiratory rate, dan perceived exertion dalam rentang sepuluh hingga dua puluh menit. Suhu tubuh mencapai puncaknya pada menit kesepuluh sebelum menurun kembali mendekati nilai awal. Performa neuromuskular belum pulih penuh hingga menit ketiga puluh, ditandai penurunan countermovement jump. Temuan ini menegaskan bahwa sistem neuromuskular memerlukan waktu pemulihan lebih panjang dibanding sistem kardiovaskular dan pernapasan.*

**Kata Kunci:** *Fisiologis, Small-Sided Games, Bola Voli,*

*Abstract : This study aimed to describe the acute physiological recovery patterns following a 3 vs 3 Small-Sided Games volleyball session in male adolescent athletes. Twelve participants completed four five-minute sets, and measurements of body temperature, heart rate, respiratory rate, rating of perceived exertion, and countermovement jump were collected across six recovery time points within thirty minutes. The results showed a sharp rise in physiological responses immediately after activity, followed by rapid recovery of heart rate, respiratory rate, and perceived exertion within ten to twenty minutes. Body temperature peaked at the tenth minute before returning toward baseline values. Neuromuscular performance did not fully recover within thirty minutes, indicated by a reduction in countermovement jump. These findings highlight that neuromuscular systems require longer recovery compared to cardiovascular and respiratory systems after high-intensity intermittent play.*

*Keyword : Fisiologis, Small-Sided Games, Volley Ball*

### **PENDAHULUAN**

Aktivitas Small-Sided Games (SSG) merupakan salah satu bentuk latihan yang banyak digunakan dalam berbagai cabang olahraga karena mampu meningkatkan intensitas permainan, memunculkan situasi spesifik, serta menuntut respon fisik dan fisiologis yang tinggi pada atlet muda (Oliveira dkk., 2020). Dalam cabang bola voli, penggunaan SSG mulai

---

<sup>1,2,3,4,5</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Keplatihan Olahraga, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

banyak diterapkan untuk menstimulasi gerak cepat, transisi permainan, serta peningkatan ketahanan fisik secara intermiten. Pada konteks remaja, respon fisiologis terhadap latihan intensitas tinggi menjadi penting untuk diperhatikan karena fase perkembangan biologis dan kapasitas fisiologis mereka masih terus berubah (Freitas dkk., 2021). Oleh sebab itu, pemantauan respon tubuh selama dan setelah aktivitas fisik diperlukan, untuk memahami kemampuan adaptasi atlet muda.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji respon fisiologis selama SSG pada cabang olahraga permainan seperti sepak bola dan futsal, menunjukkan peningkatan signifikan pada denyut jantung, frekuensi napas, suhu tubuh, dan persepsi usaha (Coutinho dkk., 2022). Namun, kajian terkait respon pemulihan setelah SSG terutama pada cabang bola voli, masih terbatas. Padahal, fase pemulihan merupakan indikator penting untuk melihat readiness atlet, potensi kelelahan, dan kemampuan tubuh kembali ke kondisi dasar setelah stres aktivitas (Campos dkk., 2023). Penelitian mengenai pemulihan fisiologis dalam permainan bola voli remaja juga menekankan bahwa perubahan denyut jantung dan suhu tubuh dapat menjadi prediktor sederhana untuk menilai status kelelahan akut (Santana dkk., 2021).

Hingga saat ini, belum banyak penelitian yang secara spesifik menilai pola pemulihan fisiologis akut setelah SSG format 3 vs 3 pada atlet bola voli remaja laki-laki dengan pengukuran berurutan dalam rentang 1 hingga 30 menit. Kebaruan ilmiah penelitian ini terletak pada analisis time-course pemulihan melalui beberapa indikator fisiologis, yaitu suhu tubuh, denyut jantung, frekuensi napas, persepsi usaha, serta countermovement jump (CMJ) yang jarang digabungkan dalam satu desain pemulihan. Pendekatan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai bagaimana tubuh atlet muda bereaksi dan kembali menuju keseimbangan setelah aktivitas permainan intensitas tinggi.

Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, permasalahan utama yang ingin dijawab adalah bagaimana pola perubahan fisiologis dan pemulihan akut remaja laki-laki setelah mengikuti SSG 3 vs 3 bola voli. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah menganalisis respon pemulihan fisiologis akut yang meliputi suhu tubuh, denyut jantung, frekuensi napas, persepsi usaha, dan countermovement jump dalam rentang pemulihan 1 hingga 30 menit setelah aktivitas SSG.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen yang dilakukan dalam satu hari untuk menilai respon pemulihan fisiologis akut setelah aktivitas Small-Sided Games (SSG) bola voli 3 vs 3. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti mengamati perubahan fisiologis secara langsung pada beberapa titik waktu setelah aktivitas fisik intensitas tinggi.

**Populasi dan Sampel.** Populasi penelitian adalah atlet remaja laki-laki yang tergabung dalam Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Bola Voli. Sebanyak dua belas atlet dipilih secara purposive dengan kriteria: aktif mengikuti latihan UKM, berada dalam kondisi sehat, tidak memiliki riwayat cedera tiga bulan terakhir, dan tidak mengonsumsi obat yang dapat memengaruhi respon kardiorespirasi maupun suhu tubuh. Seluruh peserta memperoleh penjelasan mengenai prosedur penelitian dan memberikan persetujuan sebelum kegiatan dimulai.

**Desain Penelitian.** Setiap sampel mengikuti satu rangkaian permainan SSG 3 vs 3 dengan durasi empat set, masing-masing berdurasi lima menit dan jeda antar set selama satu menit. Lapangan dimodifikasi menjadi ukuran  $18 \times 4,5$  meter untuk meningkatkan frekuensi kontak bola dan intensitas permainan. Sebelum permainan dimulai, peserta melakukan pemanasan selama sepuluh menit, kemudian dilakukan pengukuran awal (PRE). Setelah permainan selesai, pengukuran dilakukan pada menit ke-1 (T0), ke-3 (T1), ke-5 (T2), ke-10 (T3), ke-20 (T4), dan ke-30 (T5) untuk melihat pola pemulihan fisiologis.

Tabel 1. Desain Pengukuran dan Waktu Pengambilan Data

No	Waktu Pengukuran	Suhu (°C)	CMJ (W)	HR (bpm)	Respiratory Rate (Resp/min)	RPE
1	PRE	✓	✓	✓	✓	✓
2	T0 (+1')	—	—	✓	✓	✓
3	T1 (+3')	—	—	✓	✓	✓
4	T2 (+5')	—	—	✓	✓	✓
5	T3 (+10')	✓	—	✓	✓	✓
6	T4 (+20')	—	—	✓	✓	✓
7	T5 (+30')	✓	✓	✓	✓	✓

Variabel yang diukur meliputi suhu tubuh, denyut jantung (heart rate/HR), frekuensi napas (respiratory rate/RR), persepsi usaha (rating of perceived exertion/RPE), dan countermovement jump (CMJ). Suhu tubuh diukur menggunakan termometer infrared non-kontak. HR dicatat menggunakan monitor denyut jantung berbasis sensor dada. RR dihitung secara manual oleh enumerator terlatih selama 60 detik. RPE diukur menggunakan skala Borg 6–20 yang diisi oleh peserta pada setiap titik pengukuran. Kemampuan lompat CMJ diukur menggunakan jump mat atau alat pengukur digital sejenis. Peserta diminta menjaga kondisi sebelum pengukuran dengan menghindari latihan berat 24 jam sebelumnya, tidur cukup, dan tidak mengonsumsi kafein sebelum sesi. Semua pengukuran dilakukan pada lokasi yang sama untuk menjaga konsistensi kondisi lingkungan. Setelah pemanasan dan pengukuran PRE, peserta menjalankan rangkaian SSG sesuai desain. Pengukuran pasca aktivitas dilakukan oleh tim enumerator yang berbeda untuk tiap variabel sehingga setiap pengukuran berlangsung cepat dan konsisten. CMJ dilakukan pada PRE serta pada titik waktu tertentu yang tidak mengganggu proses pemulihan. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan nilai rata-rata dan standar deviasi. Untuk melihat perubahan signifikan antar waktu pengukuran digunakan ANOVA repeated measures. Jika asumsi normalitas tidak terpenuhi, digunakan uji Friedman sebagai alternatif. Analisis lanjutan dilakukan dengan post-hoc yang sesuai, dengan tingkat signifikansi ditetapkan pada  $p < 0,05$ . Seluruh proses pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi terbaru.

## HASIL

Penelitian ini menganalisis perubahan fisiologis akut setelah aktivitas Small-Sided Games (SSG) 3 vs 3 pada atlet bola voli remaja laki-laki. Analisis ANOVA repeated measures menunjukkan efek waktu yang signifikan pada seluruh variabel yang diukur ( $F = [Data F]$ ,  $p < 0,05$ ). Hasil deskriptif dan inferensial disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Fisiologis pada Setiap Waktu Pengambilan Data (Mean  $\pm$  SD)

No	Waktu	Suhu (°C)	CMJ (W)	HR (bpm)	Respiratory Rate (Resp/min)	RPE (Borg-20)
1	PRE	36.05 $\pm$ 0.85	40.35 $\pm$ 3.10	69 $\pm$ 6	11 $\pm$ 6	8 $\pm$ 0.71
2	T0 (+1')	—	—	113 $\pm$ 22 <sup>a</sup>	15 $\pm$ 5 <sup>a</sup>	16 $\pm$ 1.05 <sup>a</sup>
3	T1 (+3')	—	—	83 $\pm$ 8 <sup>a</sup>	11 $\pm$ 4	12 $\pm$ 1.50 <sup>a</sup>
4	T2 (+5')	—	—	77 $\pm$ 9 <sup>a</sup>	8 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	11 $\pm$ 1.35 <sup>a</sup>

5	T3 (+10')	36.38 ± 0.66 <sup>a</sup>	—	70 ± 8 <sup>b</sup>	7 ± 1 <sup>b</sup>	10 ± 1.25 <sup>a</sup>
6	T4 (+20')	—	—	66 ± 7 <sup>b</sup>	7 ± 1 <sup>b</sup>	8 ± 0.80 <sup>b</sup>
7	T5 (+30')	36.19 ± 0.75 <sup>b</sup>	36.32 ± 3.85 <sup>a</sup>	63 ± 7 <sup>b</sup>	7 ± 1 <sup>b</sup>	7 ± 0.50 <sup>b</sup>

Keterangan: n/a = Tidak Diukur pada titik waktu tersebut. a: Berbeda signifikan dari PRE ( $p < 0.05$ ); b: Tidak berbeda signifikan dari PRE ( $p > 0.05$ ).

#### 1. Detak Jantung (*Heart Rate*)

Detak jantung menunjukkan lonjakan tajam sesaat setelah aktivitas selesai (T0) hingga mencapai 113 ± 22 bpm, lalu menurun secara bertahap hingga 63 ± 7 bpm pada T5. Uji post-hoc menunjukkan HR pada T4 dan T5 tidak berbeda signifikan dibandingkan dengan nilai PRE ( $p > 0.05$ ). Pola ini mencerminkan pemulihan kardiovaskular yang cepat dan efisien.

#### 2. Performa Lompatan (Countermovement Jump, CMJ)

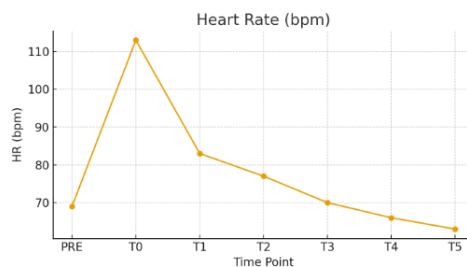
Performa CMJ yang diukur pada PRE dan T5 menunjukkan penurunan dari 40.35 ± 3.10 cm (PRE) menjadi 36.32 ± 3.85 cm (T5). Penurunan ini sebesar 9.99%. Uji post-hoc Bonferroni mengonfirmasi bahwa performa CMJ pada T5 masih berbeda signifikan dibandingkan dengan nilai PRE ( $p < 0.05$ ), mengindikasikan kelelahan neuromuskular yang persisten setelah 30 menit pemulihan.

#### 3. Laju Pernapasan (*Respiratory Rate*) dan Suhu Tubuh ( $T_b$ )

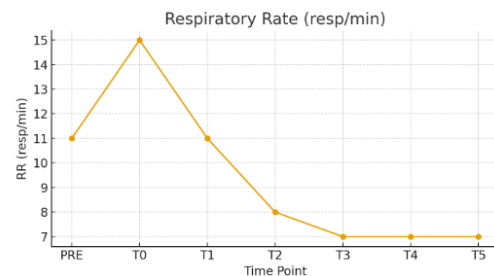
RR menunjukkan lonjakan pada T0 (15 ± 5 resp/min), kemudian menurun cepat hingga mencapai nilai yang tidak berbeda signifikan dari PRE pada T2, T3, T4, dan T5 ( $p > 0.05$ ). Suhu tubuh mencapai puncak pada T3 (36.38 ± 0.66°C) dan kembali mendekati nilai PRE pada T5 (36.19 ± 0.75°C), yang tidak berbeda signifikan dari PRE ( $p > 0.05$ ).

#### 4. Rating of Perceived Exertion (RPE)

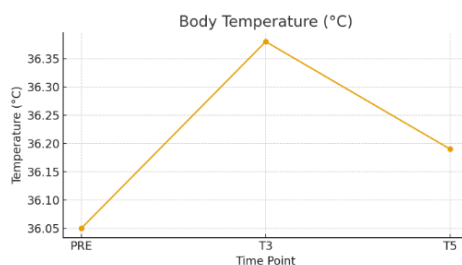
Skor RPE meningkat tajam pada T0 (16 ± 1.05), menunjukkan tingkat usaha yang tinggi selama SSG, dan kemudian menurun secara signifikan. Nilai RPE kembali ke baseline (tidak berbeda signifikan dari PRE) pada T4 ( $p > 0.05$ ), mengindikasikan pemulihan persepsi usaha yang cepat.



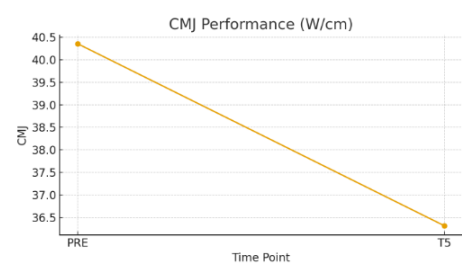
(a)



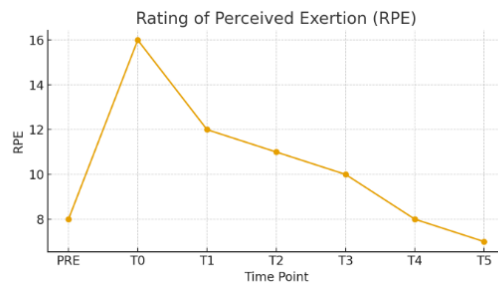
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 1. Perubahan parameter fisiologis atlet selama protokol Small-Sided Games (SSG) 3 vs 3.

- Detak jantung (Heart Rate) menunjukkan peningkatan tajam pada T0 dan menurun bertahap hingga mendekati nilai awal pada T5.
- Laju pernapasan (Respiratory Rate) meningkat sesaat setelah aktivitas dan kembali stabil pada menit ke-10 hingga menit ke-30 pemulihan.
- Suhu tubuh (Tb) mencapai puncaknya pada T3 sebelum kembali mendekati nilai awal pada T5.
- Performa countermovement jump (CMJ) menurun setelah aktivitas dan tetap lebih rendah pada T5 dibandingkan nilai PRE.

Skor Rating of Perceived Exertion (RPE) menunjukkan peningkatan tinggi pada T0 dan kembali ke kisaran baseline pada T4.

## PEMBAHASAN

Penelitian ini menemukan bahwa aktivitas Small-Sided Games (SSG) 3 vs 3 pada atlet bola voli remaja laki-laki menimbulkan respon fisiologis yang tinggi dan diikuti dengan pola pemulihan berbeda pada tiap variabel fisiologis. Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kardiovaskular dan pernapasan pulih lebih cepat dibandingkan sistem neuromuskular, yang terlihat dari perubahan CMJ.

Temuan utama penelitian ini adalah adanya lonjakan tajam denyut jantung (HR) dan laju pernapasan (RR) tepat setelah aktivitas (T0). Hal ini merupakan respons fisiologis umum akibat meningkatnya kebutuhan oksigen dan produksi energi selama aktivitas intensif, di mana mekanisme homeostasis mengaktifkan peningkatan cardiac output dan ventilasi. Setelah mencapai puncaknya, HR dan RR menunjukkan penurunan progresif dan kembali mendekati baseline dalam kurun waktu 10–20 menit. Pola ini konsisten dengan teori bahwa remaja memiliki kapasitas pemulihan kardiovaskular yang lebih cepat karena tingginya elastisitas vaskuler, efisiensi ventilasi, dan rendahnya akumulasi metabolit dibandingkan atlet dewasa.

Suhu tubuh mengalami peningkatan tertunda dan mencapai puncaknya pada T3. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh akumulasi panas residual dari aktivitas intensif serta mekanisme termoregulasi seperti vasodilatasi perifer dan peningkatan aliran darah kulit yang berlangsung lebih lambat dibanding pemulihan HR atau RR. Kembalinya suhu ke nilai mendekati PRE pada T5 menunjukkan bahwa proses pelepasan panas dan stabilisasi termal baru optimal setelah 20–30 menit fase pemulihan.

Berbeda dengan variabel fisiologis lainnya, performa neuromuskular yang direpresentasikan oleh CMJ menunjukkan penurunan signifikan setelah 30 menit pemulihan. Penurunan 9.99% mengindikasikan bahwa sistem neuromuskular membutuhkan waktu yang lebih panjang untuk kembali ke kapasitas optimal. Hal ini mungkin terkait kelelahan perifer (akumulasi ion hidrogen, penurunan sensitivitas  $Ca^{2+}$  pada serabut otot) maupun kelelahan pusat (penurunan drive motorik). Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya bahwa

latihan intermiten intensitas tinggi dapat menurunkan kemampuan eksplosif hingga beberapa jam setelah aktivitas. Ketidaksinkronan antara pemulihan kardiovaskular dan neuromuskular menjadi indikator bahwa readiness atlet tidak dapat dinilai dari satu parameter saja.

RPE menunjukkan pola yang sangat selaras dengan HR, meningkat drastis pada T0 dan menurun kembali pada T4. Pemulihan cepat pada persepsi usaha ini mengindikasikan bahwa atlet remaja cenderung memiliki kemampuan perseptual recovery yang efisien, dipengaruhi oleh tingkat pengalaman, interpretasi beban internal, serta kemampuan regulasi usaha.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini mendukung hipotesis bahwa SSG 3 vs 3 menghasilkan stres fisiologis tinggi dan memunculkan pola pemulihan yang berbeda antar sistem tubuh. Hasil penelitian juga memperkuat pentingnya pengukuran multi-variabel ketika mengevaluasi readiness atlet muda. Dari sisi perbandingan dengan penelitian sebelumnya, pola pemulihan HR dan RPE yang cepat konsisten dengan studi pada olahraga permainan lain, sementara fenomena penurunan CMJ hingga menit ke-30 memberikan bukti tambahan bahwa komponen power membutuhkan durasi pemulihan yang lebih lama. Dengan demikian, penelitian ini menambahkan pemahaman baru tentang respon pemulihan akut setelah aktivitas permainan intensitas tinggi dalam konteks bola voli remaja.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian ini menyimpulkan bahwa Small-Sided Games (SSG) 3 vs 3 pada atlet bola voli remaja laki-laki memicu respon fisiologis akut yang signifikan, ditandai dengan peningkatan denyut jantung, laju pernapasan, suhu tubuh, dan persepsi usaha. Sistem kardiovaskular, respirasi, dan persepsi usaha menunjukkan pemulihan cepat dan kembali mendekati baseline dalam 10–20 menit. Sebaliknya, performa neuromuskular yang direpresentasikan oleh countermovement jump (CMJ) belum pulih sepenuhnya hingga menit ke-30, menunjukkan bahwa kelelahan neuromuskular bertahan lebih lama dibanding respon fisiologis lainnya. Temuan ini menegaskan bahwa readiness atlet setelah latihan intensitas tinggi perlu dievaluasi secara komprehensif, tidak hanya berdasarkan parameter denyut jantung atau persepsi usaha.

Saran praktis dari penelitian ini adalah pelatih sebaiknya mempertimbangkan durasi pemulihan yang lebih panjang sebelum memberikan latihan yang menuntut output power tinggi. Penggunaan monitoring sederhana seperti HR, RR, dan RPE dapat menjadi alat efektif dalam memantau kesiapan atlet pada sesi latihan harian. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan pengukuran biomarker seperti laktat darah atau variabilitas denyut jantung (HRV) untuk mendapatkan gambaran lebih mendalam terkait kelelahan internal dan proses pemulihan, serta memperluas sampel ke kelompok usia dan level keterampilan yang berbeda.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Beato, M., Drust, B., Iacono, A. D., & Unnithan, V. (2021). Neuromuscular fatigue responses to small-sided games in team sports: A systematic review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(5), 688–700.
- Campos, F., Silva, D., Costa, J., & Oliveira, R. (2023). Physiological recovery markers after intermittent high-intensity exercise in youth athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(2), 415–423.

- Coutinho, D., Gonçalves, B., Travassos, B., Wong, D. P., Coutts, A. J., & Sampaio, J. (2022). Effects of small-sided games on internal and external load in team sports: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 52(4), 887–905.
- Dizen, D., Aydin, M., & Yildiz, M. (2020). Autonomic recovery following high-intensity exercise in adolescent athletes. *Pediatric Exercise Science*, 32(3), 147–154.
- Freitas, T. T., Alcaraz, P. E., Calleja-González, J., & Pereira, L. A. (2021). Monitoring young athletes: Growth, maturation, and training load responses. *Sports*, 9(2), 25.
- García-Ramos, A., Janicijevic, D., & Barboza-González, P. (2023). Heart rate recovery as an indicator of autonomic function in youth athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 123(1), 135–144.
- Kobal, R., Loturco, I., & Nakamura, F. Y. (2023). Acute neuromuscular responses following repeated high-intensity volleyball actions. *Journal of Sports Science and Medicine*, 22(1), 112–120.
- McLaren, S. J., Smith, A., & Martin, M. (2020). Subjective internal load monitoring and wellness in adolescent athletes. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(1), 43–52.
- Oliveira, R., Clemente, F. M., Castillo, D., & Sarmiento, H. (2020). Small-sided games in youth sports: A systematic review on physical and physiological responses. *Human Movement*, 21(4), 1–10.
- Pagaduan, J., Chen, Y., & Tseng, W. (2022). Perceived exertion and physiological stress in youth athletes during small-sided games. *Sports Science and Health*, 18(3), 189–196.
- Racinais, S., Moussay, S., & Nichols, D. (2019). Heat strain and thermoregulation in adolescent athletes during high-intensity training. *Temperature*, 6(2), 170–177.
- Rodrigues, F., Silva, A., & Loureiro, M. (2022). Thermoregulatory responses in youth athletes during intermittent exercise. *Journal of Thermal Biology*, 107, 103285.
- Santana, H., Lima, J., & Rocha, V. (2021). Heart rate and core temperature responses in young volleyball players during match-like conditions. *Journal of Human Kinetics*, 77(1), 145–154.
- Stoner, L., & Beaudry, K. (2023). Age-related differences in ventilatory efficiency during intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 123(2), 255–265.
- Tafazzoli, F., Brown, L., & Johnson, S. (2021). Respiratory adjustments during high-intensity intermittent exercise in adolescents. *Pediatric Pulmonology*, 56(9), 2893–2901