
Upaya Meningkatkan Teknik Dasar Pukulan *Forehand Smash* pada Permainan Tenis Meja melalui Latihan Shadow

Mahfuz^{1✉}, Hariadi¹, Riskika Agus Tiawan¹, Zaenul Arkanuddin¹

¹Universitas Hamzanwadi

Corresponding author*

Email: mahfuzmahfuz75@gmail.com

Info Artikel

Kata Kunci:

Forehand; Pendidikan Jasmani;
Shadow; Smash; Teknik Dasar;
Tenis Meja

Keywords:

Forehand; Physical Education;
Shadow; Smash, Basic
Technique; Table Tennis

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh shadow training terhadap peningkatan teknik dasar pukulan forehand smash dalam permainan tenis meja pada siswa kelas X SMK NWDI Pancor. Teknik forehand smash merupakan salah satu komponen penting dalam permainan tenis meja yang membutuhkan koordinasi gerakan yang baik, posisi tubuh yang tepat, serta ayunan tangan yang akurat. Namun, hasil observasi awal menunjukkan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam menguasai teknik ini secara optimal. Pendekatan kuantitatif diterapkan dalam penelitian ini, menggunakan rancangan pra-eksperimen sebagai kerangka utamanya tipe one group pretest-posttest design. Sampel penelitian berjumlah 25 siswa yang dipilih melalui teknik sampling jenuh. Instrumen pengumpulan data berupa tes praktik dengan aspek penilaian meliputi posisi tubuh, ayunan tangan, ketepatan pukulan, dan koordinasi. Hasil analisis data menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari pretest sebesar 46,6 menjadi 64,6 pada posttest. Pengujian hipotesis dengan metode paired sample t-test menghasilkan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), menunjukkan bahwa latihan shadow memberikan dampak yang nyata terhadap peningkatan kemampuan teknik dasar forehand smash. Dengan demikian, latihan shadow terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan dasar tenis meja siswa, khususnya dalam hal forehand smash, dan direkomendasikan sebagai metode pembelajaran alternatif dalam pendidikan jasmani.

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of shadow training on improving the basic technique of forehand smash in table tennis for tenth grade students of SMK NWDI Pancor. The forehand smash technique is an important component in table tennis that requires good movement coordination, proper body position, and accurate arm swing. However, initial observations showed that many students had difficulty in mastering this technique optimally. A quantitative approach was applied in this study, using a pre-experimental design as its main framework, a one-group pretest-posttest design. The research sample consisted of 25 students selected through a saturated sampling technique. The data collection instrument was a practical test with assessment aspects including body position, arm swing, shot accuracy, and coordination. The results of data analysis showed an increase in the average score from 46.6 in the pretest to 64.6 in the posttest. Hypothesis testing using the paired sample t-test method produced a significance value of 0.000 ($p < 0.05$), indicating that shadow training had a significant impact on improving the basic technique of forehand smash. Thus, shadow training has been proven effective in improving students' basic table

tennis skills, especially in terms of forehand smash, and is recommended as an alternative learning method in physical education.

© 2025 Author

✉ Alamat korespondensi:
Universitas Hamzanwadi

PENDAHULUAN

Tenis meja merupakan salah satu cabang olahraga yang memiliki tingkat popularitas tinggi diberbagai negara, termasuk Indonesia. Olahraga ini tidak hanya di mainkan sebagai aktivitas rekreasi, tetapi juga menjadi cabang kompetisi resmi dalam berbagai ajang Nasional maupun Internasional. Pada konteks permainan cabor tenis meja, penguasaan teknik dasar menjadi aspek yang vital, karena nantinya yang akan menjadi pondasi dasar didalam memainkan permainan tenis meja yaitu teknik dasar itu sendiri, (Niu & Khishe, 2025). Salah satu teknik dasar yang mempunyai peran yang sangat strategis didalam mencetak poin adalah forehand smash, (Zhu et al., 2025). Pukulan ini membutuhkan koordinasi yang baik antara kekuatan, kecepatan, dan kepresisian supaya dapat menjadi senjata andalan dalam menyerang lawan, (Xin, 2025).

Namun, banyak pemain khususnya ditingkat pemula dan menengah, masih banyak yang menghadapi kendala dalam menguasai teknik forehand smash secara optimal. Berdasarkan observasi awal pada salah satu sekolah menengah kejuruan terdapat beberapa kesulitan yang dialami oleh para siswa ketika melaksanakan kegiatan pukulan forehand smash seperti, (a) posisi badan, (b) ayunan tangan, (c) sinkronisasi mata dan tangan pada saat memukul bola, (d) ketepatan pukulan. Posisi tubuh yang kurang tepat dalam melakukan gerakan forehand smash akan sangat berpengaruh pada pukulan forehand smash nantinya, kemudian koordinasi gerakan yang tidak sinkron dengan arah datangnya bola akan berpengaruh pada akurasi pukulan forehand smash itu sendiri.

Penguasaan teknik dasar dalam tenis meja sangat dipengaruhi oleh frekuensi latihan dan metode pelatihan yang diterapkan, (Javadiha et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan latihan yang efektif untuk membantu pemain dalam meningkatkan kemampuan teknik forehand smash.

Metode latihan alternatif yang dapat digunakan dalam rangka untuk mengatasi kendala tersebut diantaranya ialah dengan latihan shadow. Latihan shadow merupakan metode yang menekankan pada pengulangan gerakan tanpa menggunakan bola, sehingga pemain dapat fokus pada peningkatan kualitas

teknik gerakannya. Latihan shadow atau bayangan bisa dilakukan secara mandiri, namun tetap memerlukan arahan dan pengawasan langsung dari pelatih atau guru agar setiap gerakan forehand smash dapat terjaga ketepatannya, (R. Li et al., 2024). Latihan shadow memberikan peluang bagi pemain untuk memperbaiki aspek teknis seperti posisi tubuh, rotasi pinggul, gerakan tangan, dan keseimbangan tanpa distraksi dari faktor eksternal. Selain itu, latihan ini memungkinkan pemain untuk meningkatkan kesadaran kinestetik, yaitu kemampuan untuk merasakan dan mengontrol gerakan tubuh secara optimal, (Ersever & Goktas, 2025).

Latihan shadow juga mempunyai keuntungan lain, yaitu fleksibilitas pelaksanaannya dalam artian pemain dapat melakukan latihan ini diberbagai tempat tanpa memerlukan fasilitas yang khusus, sehingga latihan dapat dilakukan secara rutin dan terjadwal. Hal ini juga sejalan dengan pendapat dari, (He, 2024), yang menyatakan bahwa pengulangan gerakan dalam latihan shadow dapat meningkatkan memori otot (muscle memory) dan konsistensi gerakan, (Wang et al., 2024), yang pada akhirnya berdampak positif pada performa teknik dasar pemain dalam situasi permainan sesungguhnya. Meskipun latihan shadow telah banyak digunakan dalam berbagai cabang olahraga, namun efektivitasnya didalam meningkatkan teknik forehand smash pada permainan tenis meja masih banyak dikaji secara mendalam.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan tersebut melalui kajian terhadap dampak latihan shadow terhadap keterampilan teknik dasar forehand smash, (Du et al., 2024). Studi ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi praktis bagi pelatih dan pemain dalam mengoptimalkan metode latihan yang sesuai dengan kebutuhan individu. Selain aspek teknik, pentingnya penguasaan teknik forehand smash juga dapat dilihat dari sudut pandang strategi pemain. Menurut (Crespo et al., 2024), pemain yang mampu melakukan forehand smash dengan baik memiliki peluang lebih besar untuk mendominasi permainan karena pukulan ini sering kali menjadi penentu dalam situasi serangan. Tanpa penguasaan teknik yang baik, peluang tersebut sulit dimanfaatkan (Yamaguchi

et al., 2025), dan pemain akan cenderung kehilangan kesempatan untuk mencetak poin secara efektif, (Y. Li & Zhu, 2022).

Berdasarkan persoalan yang telah diuraikan pada bagian latar belakang, peneliti menawarkan sebuah solusi yaitu dengan menggunakan latihan shadow (latihan pergerakan tanpa bola), metode ini menekankan pada pengulangan gerakan tanpa bola, sehingga siswa akan fokus pada peningkatan kualitas teknis dari gerakan dasar forehand smash, (Xu et al., 2024). Sehingga penelitian ini berfokus pada efektivitas latihan shadow untuk meningkatkan kemampuan teknik forehand smash pada permainan tenis meja.

METODE

Metode dan Desain

Jenis penelitian ini termasuk dalam pendekatan kuantitatif yang memakai metode pre-eksperimental dengan rancangan pre-test-post-test one-group design. Menurut (Carlhed Ydhag & Osman, 2025) desain pre-eksperimental digunakan untuk menelaah apakah terdapat pengaruh dari satu variabel terhadap variabel lainnya, meskipun tidak melibatkan kelompok kontrol serta menggunakan pemilihan subjek secara acak..

Partisipan

Penelitian ini dilaksanakan di SMK NWDI Pancor. Populasi dalam penelitian ini yaitu siswa Kls X SMK NWDI Pancor Sebanyak 25 peserta terlibat dalam penelitian ini, terdiri dari 15 siswa laki-laki dan 10 siswa perempuan. Teknik sampling yang digunakan yaitu sample jenuh dikarenakan populasi yang relative kecil yaitu kurang dari seratus orang. Instrumen

Instrumen yang digunakan untuk memperoleh data yaitu tes praktik, supaya mendapatkan data skor yang objektif dan terstruktur. Data tersebut sangat penting untuk dianalisis statistik yang akan membantu peneliti dalam menentukan validitas dan reabilitas hasil penelitian. Dengan data yang akurat, peneliti dapat membuat Kesimpulan yang tepat tentang teknik dasar pukulan forehand smash sebelum dan sesudah diberikan latihan shadow.

Prosedur

Prosedur pelaksanaan tes teknik dasar pukulan forehand smash sebagai berikut:

- 1) Petunjuk pelaksanaan
 - a) peserta diberikan pemanasan terlebih dahulu untuk meminimalisir cedera.
 - b) Setelah peserta sudah melakukan pemanasan, peserta diminta untuk

berbaris sambil menunggu giliran untuk dipanggil untuk melakukan forehand smash.

- c) Peserta kemudian diberikan bola oleh salah satu orang yang ditugaskan untuk mengoper bola ke peserta.
 - d) lalu kemudian penilai akan menilai pegangan bet, posisi badan, ayunan tangan, dan ketepatan pukulan.
- 2) Setiap item penilaian mempunyai nilai skor minimal 1 dan maksimal 5. Jika peserta melakukan 4 aspek penilaian di atas dengan baik dan benar sesuai dengan teknik dasar forehand smash maka peserta akan mendapatkan nilai 5, namun jika peserta melakukannya gerakan forehand smash dengan asal-asalan atau tidak sesuai dengan teknik dasar yang ada maka peserta akan mendapatkan nilai 1.
 - 3) Pada aspek penilaian ketepatan pukulan yang akan dinilai yaitu berapa banyak bola yang masuk/memantul di area lawan. Peserta nantinya akan diberikan bola sebanyak 5 bola yang nantinya berapa bola yang masuk itu yang kemudian akan menjadi nilai dari peserta tersebut.
 - 4) Alat-alat yang dibutuhkan pada saat test yaitu:
 - a) Meja Tenis.
 - b) Net.
 - c) Bet.
 - d) Bola.
 - e) Kamera.
 - f) Alat tulis dan instrument penilaian.

Analisis Data

Dalam penelitian ini, proses pengumpulan, penyajian, dan analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik analisis deskriptif. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menggambarkan data yang diperoleh sesuai dengan kenyataan di lapangan tanpa melakukan generalisasi atau penarikan kesimpulan secara luas. Analisis deskriptif digunakan untuk mengidentifikasi dan mengilustrasikan karakteristik subjek penelitian secara menyeluruh.

Setelah tahap deskriptif selesai, dilanjutkan dengan uji paired sample t-test atau uji sampel berpasangan. Uji ini bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan pada skor kemampuan forehand smash setelah subjek diberi perlakuan berupa latihan shadow. Selain itu, uji ini juga digunakan untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya. Seluruh proses pengujian statistik dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS versi 16.

HASIL

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh signifikan dari model latihan shadow terhadap kemampuan teknik dasar pukulan forehand smash dalam permainan tenis meja pada siswa kelas X SMK NWDI Pancor. Data penelitian diperoleh melalui hasil pre-test dan post-test yang telah dilaksanakan. Berikut adalah uraian data hasil pre-test dan post-test dalam penelitian ini.

1. Pre-test

Data pre-test (tes awal) kemampuan teknik dasar forehand smash permainan tenis meja Siswa SMK NWDI Pancor. Hasil pre-test kemampuan teknik dasar forehand smash yang dilakukan oleh 25 siswa SMK NWDI Pancor menunjukkan bahwa nilai terendah adalah 25, sedangkan nilai tertinggi mencapai 60. Rata-rata (mean) sebesar 48,60, nilai tengah (median) sebesar 50,00, dan nilai yang paling sering muncul (modus) adalah 40. Adapun standar deviasi (standard deviation) sebesar 9,30. Deskripsi statistik selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Statistik Pre-Test Kemampuan Forehand Smash Siswa Kls X SMK NWDI PANCOR

N	Valid	25
Missing		0
Mean		48.60
Median		50.00
Mode		40
Std. Deviation		9.301
Minimum		25
Maximum		60
Sum		1215

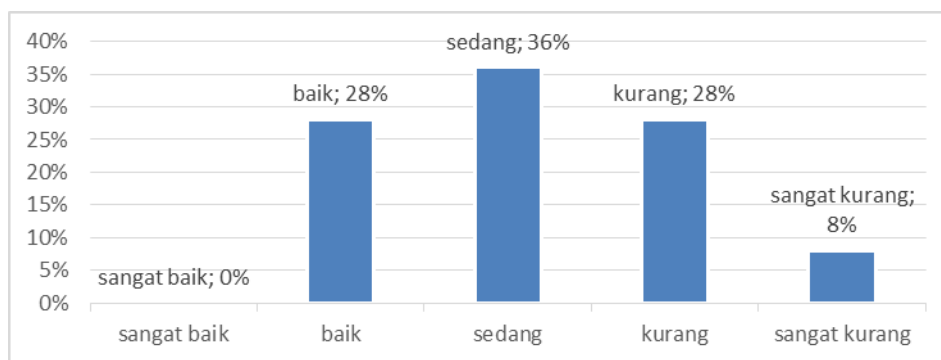
Apabila data pre-test kemampuan teknik dasar forehand smash siswa SMK NWDI Pancor disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi, maka sebanyak 7 orang tergolong dalam kategori "Baik", 9 orang berada pada kategori "Sedang", 7 orang dalam kategori "Kurang", dan 2 orang dalam kategori "Sangat Kurang". Tabel distribusi frekuensi pre-test teknik dasar pukulan forehand smash dapat dilihat berikut ini:

Tabel 2. Distribusi Frekuensi pre-test teknik dasar forehand smash

No	Kategori	Range	Frekuensi	Persentase
1	Sangat Baik	$66 < X$	0	0%
2	Baik	$65 < X \leq 55$	7	28%
3	Sedang	$54 < X \leq 43$	9	36%
4	Kurang	$42 < X \leq 31$	7	28%
5	Sangat Kurang	$X < 30$	2	8%

Apabila ditampilkan dalam bentuk diagram, yaitu (28%) mendapat kategori baik, (36%) mendapat kategori sedang, (28%) mendapat kategori kurang, dan (8%) mendapat

katagori sangat kurang. Jumlah keseluruhan sample ada 25 orang, berikut diagram data pre-test teknik dasar pukulan forehand smash:



Gambar 1. Pre-Test Teknik Dasar Pukulan Forehand Smash

2. Post-test

Hasil post-test kemampuan tendangan sabit yang dilakukan oleh 25 orang siswa menunjukkan bahwa nilai minimum adalah 40 dan nilai maksimum adalah 85. Nilai rata-rata (mean) sebesar 64,60, nilai tengah (median)

sebesar 65,00, dan nilai yang paling sering muncul (modus) sebesar 60. Sementara itu, nilai simpangan baku (standar deviasi) tercatat sebesar 11,26. Untuk lebih jelasnya, data statistik deskriptif tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Statistik Post-Test Kemampuan Forehand Smash Siswa Kls X SMK NWDI PANCOR

N	Valid	25
Missing		25
Mean		0
Median		64.60
Mode		65.00
Std. Deviation		60
Minimum		11.266
Maximum		40
Sum		85

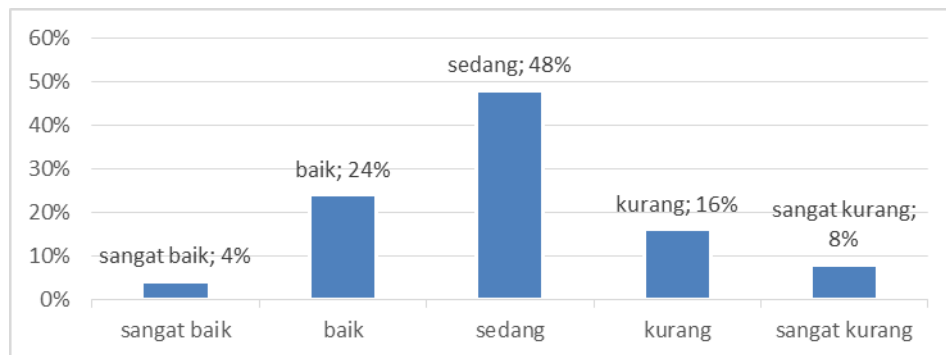
Apabila data pre-test kemampuan teknik dasar pukulan forehand smash dalam permainan tenis meja pada siswa SMK NWDI Pancor disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi, maka diperoleh hasil sebagai berikut: 1 orang berada dalam kategori Sangat Baik, 6 orang dalam kategori Baik, 12 orang dalam kategori Sedang, 4 orang dalam kategori Kurang, dan 2 orang dalam kategori Sangat Kurang. Rincian lengkapnya dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Pos-Test Teknik Dasar

No	Kategori	Range	Frekuensi	Presentase
1.	Sangat Baik	$83 < X$	1	4%
2.	Baik	$82 < X \leq 71$	6	24%
3.	Sedang	$70 < X \leq 60$	12	48%
4.	Kurang	$59 < X \leq 48$	4	16%
5.	Sangat Kurang	$X < 47$	2	8%

Apabila ditampilkan dalam bentuk diagram menunjukkan hasil penelitian pos-test teknik dasar forehand smash, (4%) mendapat kategori sangat baik, (24%) mendapat kategori baik, (48%) mendapat kategori sedang,

(16%) mendapat kategori kurang, (8%) mendapat kategori sangat kurang. Jumlah keseluruhan sample berjumlah 25 orang. Berikut diagram data pos-test teknik dasar pukulan forehand smash:



Gambar 2. Pos-Test Teknik Dasar Pukulan Forehand Smash

3. Hasil uji Paired Sample T-test

Berdasarkan hasil uji hipotesis dengan menggunakan uji paired sample test, diperoleh nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,000. Karena nilai tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 ($p < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, latihan shadow terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan yang diuji terhadap peningkatan teknik dasar pukulan forehand smash pada permainan tenis meja siswa KLS X SMK NWDI Pancor.

PEMBAHASAN

Bagian ini menguraikan hasil analisis data yang dikaitkan dengan teori serta temuan

dari studi terdahulu yang relevan. Pembahasan ini mencakup sekitar 35% dari total isi artikel. Latihan shadow terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan dasar forehand smash dalam permainan tenis meja. Efektivitas ini ditunjukkan dari adanya peningkatan skor rata-rata keterampilan forehand smash pada siswa kelas X SMK NWDI Pancor. Pada tahap awal (pre-test), nilai rata-rata keterampilan siswa tercatat sebesar 48,60. Setelah diberi perlakuan berupa latihan shadow, skor tersebut meningkat menjadi 64,60. Dengan demikian, terdapat peningkatan sebesar 16 poin dalam aspek keterampilan tersebut.

Uji statistik yang dilakukan menggunakan teknik paired sample test melalui perangkat lunak SPSS menunjukkan nilai

signifikansi sebesar 0,000. Nilai ini jauh di bawah ambang batas signifikansi 0,05 ($p < 0,05$), yang berarti perbedaan antara hasil sebelum dan sesudah perlakuan bersifat signifikan. Dengan kata lain, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima. Temuan ini memperkuat bahwa latihan shadow memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan teknik dasar forehand smash dalam tenis meja, khususnya bagi siswa kelas X di SMK NWDI Pancor.

Latihan shadow merupakan metode latihan tanpa menggunakan bola sehingga memungkinkan pemain untuk memfokuskan perhatian pada aspek teknis gerakan, (Picchio & van Ours, 2024), seperti posisi tubuh, ayunan lengan, penempatan kaki, dan koordinasi tubuh secara menyeluruh. Metode ini memberikan ruang bagi siswa untuk mengulang gerakan secara terstruktur tanpa adanya tekanan dari pemain yang sesungguhnya, sehingga lebih mudah untuk membentuk memori otot (muscle memory) dan meningkatkan keterampilan motorik.

Secara teoritis, pendekatan ini sejalan dengan teori pembelajaran motorik yang dikemukakan oleh (Archana & Geetha, 2015) yang mengatakan bahwa latihan tanpa gerakan tanpa stimulus eksternal, seperti bola, dapat mempercepat penguasaan pola gerakan dan meningkatkan performa ketika diterapkan dalam konteks permainan nyata. Selain itu, latihan shadow juga memberikan peluang bagi guru (Deutscher et al., 2023) maupun pelatih untuk memberikan koreksi gerakan secara langsung selama proses latihan berlangsung, sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan terarah, (Tabrizi et al., 2020).

Hasil penelitian ini juga didukung oleh temuan-temuan sebelumnya (Aviñó-Calero et al., 2024) menemukan bahwa latihan shadow berpengaruh pada kemampuan backhand drive siswa sekolah dasar.

Penelitian selanjutnya juga dilakukan oleh (Kim & Grocki, 2006) menunjukkan bahwa metode latihan shadow berpengaruh terhadap ketepatan Forehand Drive pada permainan tenis meja, khususnya para pemain pemula yang masih berada pada tahap awal pembelajaran teknik, (Carlhed Ydhag & Osman, 2025). Metode latihan shadow terbukti efektif dalam proses pembelajaran teknik dasar, dan direkomendasikan untuk diterapkan secara luas, terutama pada fase pembelajaran awal. Untuk hasil yang lebih maksimal, metode ini dapat dikombinasikan dengan bentuk latihan lain seperti drill berpasangan dan simulasi

permainan supaya pembelajaran menjadi lebih menarik, variatif, dan aplikatif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan model latihan shadow terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan teknik dasar pukulan forehand smash pada permainan tenis meja siswa kelas X SMK NWDI Pancor. Latihan ini memberikan dampak positif yang bermakna terhadap penguasaan keterampilan teknik tersebut pada peserta didik.

REFERENSI

- Archana, M., & Geetha, M. K. (2015). Object Detection and Tracking Based on Trajectory in Broadcast Tennis Video. *Procedia Computer Science*, 58, 225–232. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.060>
- Aviñó-Calero, J., Santateresa, E., Orden, L., Marks, E. A. N., Martínez Sabater, E., Andreu-Rodríguez, J., Saéz-Tovar, J. A., Pérez-Murcia, M. D., Bustamante, M. Á., & Moral, R. (2024). Optimization of industrial-scale composting of dewatered pig slurry and olive mill waste using discarded tennis balls as an inert bulking agent. *Environmental Technology and Innovation*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2024.103799>
- Carlhed Ydhag, C., & Osman, A. (2025). Configurations, dynamics, and temporality: Exploring the social networks of students and their relevance for successful transitions into higher education. *International Journal of Educational Research Open*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2024.100419>
- Crespo, M., Martinez-Gallego, R., & Nash, C. (2024). Reflections on 20 years of the international tennis federation and olympic solidarity high-performance coach education scholarship programme: Implications for sports coach development. *Heliyon*, 10(22). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40006>
- Deutscher, C., Neuberg, L., & Thiem, S. (2023). Who's afraid of the GOATs? - Shadow effects of tennis superstars. *Journal of Economic Psychology*, 99. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2023.102663>
- Du, Y., Xia, Y., Wang, L., Zhang, T., & Ju, L.

- (2024). The influence of psychological change factors of tennis training strategy using optimized recurrent neural network and artificial intelligence. *Heliyon*, 10(13). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33273>
- Ersever, E. M., & Goktas, B. (2025). The effect of core exercises on shoulder rotator strength, core endurance and supraspinatus structure in tennis players with rotator cuff injuries. *Journal of Tissue Viability*, 34(3). <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2025.100934>
- He, S. (2024). The application of deep learning-based technique detection model in table tennis teaching and learning. *Systems and Soft Computing*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.sasc.2024.200116>
- Javadiha, M., Andujar, C., Lacasa, E., Shirato, G., Andrienko, N., & Andrienko, G. (2025). Visualizing game dynamics at a specific time: Influence of the players' poses for tactical analyses in padel. *Visual Informatics*, 100256. <https://doi.org/10.1016/j.visinf.2025.100256>
- Kim, N. G., & Grocki, M. J. (2006). Multiple sources of information and time-to-contact judgments. *Vision Research*, 46(12), 1946–1958. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2005.12.011>
- Li, R., Ye, S., Bai, Z., Nedzved, A., & Tuzikov, A. (2024). Moderate Red-Edge vegetation index for High-Resolution multispectral remote sensing images in urban areas. *Ecological Indicators*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112645>
- Li, Y., & Zhu, Y. (2022). Research on Key Technologies of Garbage Classification Virtual Simulation Game Development Based on unity3d Technology. *Procedia Computer Science*, 208, 546–552. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.075>
- Niu, Y., & Khishe, M. (2025). Autonomous sensor node system for table tennis officiating: Optimized placement using enhanced chimp optimization algorithm. *Results in Engineering*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105558>
- Picchio, M., & van Ours, J. C. (2024). The impact of high temperatures on performance in work-related activities. *Labour Economics*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2024.102509>
- Tabrizi, S. S., Pashazadeh, S., & Javani, V. (2020). Data acquired by a single object sensor for the detection and quality evaluation of table tennis forehand strokes. *Data in Brief*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106504>
- Wang, C.-Y., Lai, K. G., & Huang, H.-C. (2024). Specifications Table. *Data in Brief*, 55, 110665. <https://doi.org/10.17632/nv3rpsxhkt>
- Xin, Z. (2025). Diagnosis model for action problems of table tennis beginners based on improved DTW algorithm. *Systems and Soft Computing*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.sasc.2025.200350>
- Xu, J., Xu, W., & Sang, M. (2024). Study of the synergistic effect of analogical and explicit learning in beginning junior tennis players. *Heliyon*, 10(19). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38590>
- Yamaguchi, J., Funasaki, H., Kubota, D., Tanaka, K., Nagai, S., & Saito, M. (2025). Focal periphyseal edema of the knee in a junior youth tennis player: A case report. *Radiology Case Reports*, 20(7), 3588–3591. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2025.04.020>
- Zhu, Y., Yu, W., & Li, R. (2025). SAGCN: A spatiotemporal attention-weighted graph convolutional network with IoT integration for adolescent tennis motion analysis. *Alexandria Engineering Journal*, 128, 652–662. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2025.05.069>