ISSN: 2088-0324
e-ISSN: 2685-0125

Hubungan Kualitas Gerak Fungsional dan Kontrol Motorik terhadap Keluhan Cedera Lutut pada Mahasiswa PJOK: Perspektif Motor *Learning*

Aryadi Rachman[1*], I Putu Eri Kresnayadi[2], Kamarudin[3], Vicktor Henry Rony Apituley[4]

[1]Universitas Lambung Mangkurat
[2]Universitas PGRI Mahadewa Indonesia
[3]Universitas Tadulako
[4]Universitas Pattimura

*Coresponding Author: aryadi.rachman@ulm.ac.id

Abstrak

Cedera lutut pada mahasiswa pemain sepakbola sering dikaitkan dengan kualitas gerak dan kemampuan neuromotorik yang belum optimal. Penelitian ini bertujuan mengkaji hubungan kualitas gerak fungsional dan kontrol motorik dengan keluhan cedera lutut pada mahasiswa PJOK, dengan kerangka teori motor learning sebagai perspektif analitis. Pendekatan korelasional *cross-sectional* diterapkan pada 120 mahasiswa laki-laki (usia 21,00 ± 0,50 tahun) yang dibagi ke dalam kelompok cedera (n = 60) dan tidak cedera (n = 60) berdasarkan riwayat cedera yang dilaporkan sendiri. Kualitas gerak fungsional diukur melalui empat sub-tes *Functional Movement Screen* (FMS), kontrol motorik melalui tes keseimbangan satu kaki (TKSK), dan keluhan cedera lutut melalui kuesioner gejala lutut berbasis kerangka OSTRC yang diadaptasi. Uji korelasi Spearman dan Mann-Whitney U digunakan (α = 0,05). Ditemukan korelasi negatif lemah antara FMS dan keluhan cedera (ρ = -0,33; p = 0,011) serta korelasi negatif sedang antara kontrol motorik dan keluhan cedera (ρ = -0,41; p = 0,003). Perbedaan signifikan ditemukan antar kedua kelompok pada semua variabel (p < 0,001) dengan ukuran efek besar. Kontrol motorik menunjukkan hubungan yang lebih erat dibandingkan FMS, mengisyaratkan perlunya integrasi kedua asesmen dalam evaluasi mahasiswa PJOK.

Kata Kunci: Cedera Lutut; Kontrol Motorik; Mahasiswa PJOK; Motor *Learning*; Sepakbola

Received: 19 Sep 2026; **Revised**: 29 Okt 2026; **Accepted:** 30 Okt 2026; **Available Online**: 31 Okt 2026

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di Program Studi Pendidikan Jasmani Universitas Lambung Mangkurat, ditemukan bahwa dari 45 mahasiswa yang diobservasi, sekitar 62% melaporkan pernah mengalami nyeri atau ketidaknyamanan pada area lutut selama mengikuti perkuliahan praktik sepakbola. Kondisi ini menunjukkan bahwa keluhan cedera lutut bukan persoalan marginal, melainkan masalah yang cukup luas di kalangan mahasiswa PJOK. Ironisnya, tidak satu pun dari mahasiswa tersebut yang pernah menjalani asesmen gerak terstruktur sebelum mengikuti perkuliahan praktik olahraga. Hal ini mencerminkan urgensi nyata untuk mengembangkan pendekatan asesmen yang dapat mengidentifikasi mahasiswa berisiko sejak dini, sehingga intervensi preventif dapat dilakukan sebelum cedera terjadi.

Fenomena ini sejalan dengan data epidemiologis yang menempatkan cedera non-kontak sebagai mayoritas sekitar 70 persen dari total cedera dalam sepakbola (Velarde-sotres et al., 2025). Cedera jenis ini tidak terjadi akibat benturan langsung, melainkan dari kegagalan sistem neuromotorik dalam mengontrol gerakan saat mendarat, memotong arah, atau melakukan perubahan posisi secara cepat. Ini berarti bahwa faktor yang paling menentukan bukanlah kondisi fisik lawan, melainkan kualitas gerak dan kematangan kontrol motorik pelaku olahraga itu sendiri.

Pertanyaannya bukan mengapa cedera itu terjadi, melainkan apa yang seharusnya dikuasai seseorang agar cedera tidak perlu terjadi. Di sinilah perspektif motor learning menjadi relevan. Belajar motorik adalah proses adaptasi internal yang terjadi melalui latihan berulang, menghasilkan kemampuan gerak yang stabil dan dapat diandalkan (Schmidt, R. A., & Lee, 2011). Proses ini mencakup tahapan dari kognitif, asosiatif, hingga otonom di mana gerak semakin efisien dan tidak lagi memerlukan perhatian penuh dari individu (Muratori et al., 2013). Ketika tahapan ini tidak dicapai secara memadai, motor program yang terbentuk tidak cukup matang untuk merespons situasi lapangan yang tidak terduga secara aman.

Functional Movement Screen (FMS) adalah instrumen yang menilai kualitas pola gerak seseorang secara

ISSN: 2088-0324
e-ISSN: 2685-0125

praktis di lapangan, meliputi mobilitas, stabilitas, dan simetri gerak. Dalam kerangka motor learning, skor FMS yang rendah dapat dibaca sebagai indikator bahwa motor program untuk pola gerak tersebut belum terinternalisasi secara optimal (Cook et al., 2014) (Maleki et al., 2025). Meski demikian, (Bayrak, 2025) mengingatkan bahwa FMS tidak cukup jika berdiri sendiri: dalam pengamatan lima musim kompetisi sepakbola profesional, FMS tidak mampu membedakan pemain yang kemudian cedera dari yang tidak, menegaskan sifat multifaktorial dari etiologi cedera olahraga (Bahr, 2016).

Kualitas keseimbangan satu kaki mencerminkan kematangan proses proprioceptive learning seberapa baik sistem neuromotorik telah belajar mengintegrasikan sinyal sensorik untuk mempertahankan posisi tubuh saat bergerak (Latash, 2012)(Gribble et al., 2012). Dalam motor learning, kemampuan ini merepresentasikan pengelolaan derajat kebebasan gerak secara efisien, yang menjadi inti dari penguasaan keterampilan motorik (Latash, 2012). Defisit pada dimensi ini berulang kali dikaitkan dengan peningkatan keluhan cedera ekstremitas bawah pada atlet aktif (Zazulak et al., 2007)(Memain et al., 2024).

Mahasiswa PJOK berada pada posisi unik: mereka adalah pelaku olahraga aktif sekaligus calon pendidik yang kelak mengajarkan gerak kepada siswanya. Namun, penelitian tentang profil gerak dan kontrol motorik kelompok ini masih sangat terbatas, dan lebih jarang lagi yang mengintegrasikan perspektif motor learning dalam interpretasinya (Shao et al., 2026). Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada reinterpretasi variabel FMS dan keseimbangan satu kaki bukan sekadar sebagai alat skrining cedera, melainkan sebagai indikator kematangan proses motor learning, sebuah pendekatan yang belum banyak dilakukan pada populasi mahasiswa PJOK di Indonesia. Implikasi praktisnya menjangkau dua ranah sekaligus: keselamatan mahasiswa sebagai atlet, dan kualitas pembelajaran gerak yang kelak mereka ajarkan sebagai guru. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengkaji hubungan kualitas gerak fungsional dan kontrol motorik terhadap keluhan cedera lutut pada mahasiswa PJOK berpengalaman sepakbola. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa keduanya berhubungan negatif dengan keluhan cedera lutut, dan kontrol motorik menunjukkan keeratan hubungan yang lebih besar sebagai cerminan kematangan motor learning yang lebih langsung terukur.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan korelasional cross-sectional. Desain ini dipilih karena memungkinkan pengumpulan data dalam satu waktu pengukuran tanpa manipulasi eksperimental, dan lazim digunakan dalam epidemiologi olahraga untuk mengidentifikasi asosiasi antar-variabel (Setia, 2016) (Thomas et al., 2015). Konsekuensinya adalah ketidakmampuan menetapkan arah sebab-akibat antar-variabel.

Sebanyak 120 mahasiswa laki-laki Program Studi PJOK di salah satu universitas negeri di Kalimantan Selatan direkrut secara purposif dari kelompok yang lebih besar. Mahasiswa yang melaporkan riwayat cedera lutut ditetapkan sebagai kelompok cedera (n = 60), dan sejumlah yang sama dari mahasiswa tanpa riwayat cedera membentuk kelompok tidak cedera (n = 60). Perimbangan ini diterapkan untuk memperkuat kekuatan statistik, walaupun tidak mencerminkan prevalensi alami cedera lutut pada populasi mahasiswa.

Seluruh partisipan berusia 20–21 tahun (rerata = 21,00 ± 0,50 tahun), telah menyelesaikan mata kuliah sepakbola, dan memiliki pengalaman bermain minimal tiga tahun. Karena kriteria pengalaman bersifat kategoris, tidak terdapat variasi data (M = 3,00; SD = 0,00). Mahasiswa dengan cedera akut saat pengambilan data, kondisi kronis yang memengaruhi kemampuan gerak, atau riwayat operasi ekstremitas bawah tidak diikutkan (Bahr, 2016).

Functional Movement Screen (FMS)

Empat sub-tes FMS dipilih: deep squat, hurdle step, in-line lunge, dan active straight leg raise, berdasarkan relevansi biomekanisnya terhadap pola gerak dominan ekstremitas bawah dalam sepakbola (Łyp et al., 2022) (Garrison & Johnson, 2015). Setiap sub-tes diberi skor 0–3 (0 = nyeri), dengan skor komposit maksimal 12. FMS telah menunjukkan reliabilitas antar-penilai yang memadai dan validitas konstruk pada populasi atlet (Cook et al., 2014) (Bonazza et al., 2017). Penggunaan empat dari tujuh sub-tes membatasi komparabilitas dengan studi yang menggunakan baterai penuh.

Tes Keseimbangan Satu Kaki (TKSK)

Kontrol motorik statis diukur melalui TKSK: partisipan berdiri pada satu kaki dengan tangan di pinggang dan lutut kaki bebas ditekuk 90°. Durasi dicatat dalam detik untuk kedua kaki; nilai rata-ratanya digunakan

ISSN: 2088-0324
e-ISSN: 2685-0125

dalam analisis. TKSK mencerminkan kematangan adaptasi proprioseptif dalam kerangka motor learning (Latash, 2012) (Gribble et al., 2012). Metode single-leg balance telah dilaporkan memiliki reliabilitas tes-retes yang memadai pada populasi aktif fisik (Mckeon et al., 2008).

Kuesioner Gejala Lutut

Keluhan cedera lutut diukur menggunakan kuesioner laporan mandiri berbasis kerangka OSTRC (*Oslo Sports Trauma Research Center*) yang dikembangkan oleh (Clarsen et al., 2013), dan diadaptasi untuk fokus pada regio lutut. Kuesioner ini terdiri dari 10 butir yang mencakup nyeri saat aktivitas, pembengkakan, kekakuan, ketidakstabilan, dan keterbatasan fungsional, masing-masing dinilai pada skala Likert 5 poin (1 = tidak ada masalah; 5 = masalah berat). Skor total berkisar antara 10 hingga 50; semakin tinggi skor, semakin berat beban gejala yang dilaporkan. Instrumen ini berfungsi sebagai alat ukur keluhan muskuloskeletal lutut berbasis laporan mandiri dan tidak dimaksudkan sebagai alat diagnosis klinis.

Data dikumpulkan dalam satu sesi terstandarisasi di kampus. Partisipan menandatangani informed consent, mengisi kuesioner gejala lutut terlebih dahulu untuk mencegah bias respons, kemudian menjalani FMS dan TKSK secara berurutan. Setiap gerakan FMS dilakukan dua kali dan skor tertinggi dicatat sesuai protokol standar. TKSK dilakukan dua kali per kaki; nilai rata-rata digunakan. Seluruh pengukuran dilaksanakan oleh asesor terlatih mengikuti protokol yang sama untuk menjaga konsistensi data (Garrison & Johnson, 2015).

Statistik deskriptif dihitung untuk semua variabel. Uji Shapiro-Wilk mengkonfirmasi bahwa distribusi skor FMS ($W = 0,91$; $p = 0,002$) dan skor kuesioner ($W = 0,89$; $p < 0,001$) tidak normal, sedangkan kontrol motorik terdistribusi normal ($W = 0,97$; $p = 0,14$). Uji Levene menunjukkan variansi tidak setara antar-kelompok untuk FMS dan skor kuesioner ($p < 0,05$). Berdasarkan temuan ini, digunakan uji non-parametrik: korelasi Spearman (ρ) untuk hubungan antar-variabel dan Mann-Whitney U untuk perbandingan kelompok, dengan effect size $r = Z/\sqrt{N}$ (Field, 2018)(Pallant, 2020). Batas signifikansi $\alpha = 0,05$.

Penelitian dilaksanakan sesuai standar penjaminan mutu internal Universitas Lambung Mangkurat (SPMI-ULM 2022) dan prinsip etika Deklarasi Helsinki (Clinical Review & Education Special, 2013). Seluruh partisipan memberikan persetujuan tertulis secara sukarela.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel terdiri atas 120 mahasiswa laki-laki PJOK (rerata usia 21,00 tahun; SD = 0,50). Kedua kelompok masing-masing berjumlah 60 orang (50%), dan seluruh partisipan memenuhi syarat pengalaman bermain sepakbola tiga tahun (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik Demografis Partisipan (n = 120)

Variabel	Kelompok Cedera (n=60)	Kelompok Tidak Cedera (n=60)
Usia (tahun)	21,02 ± 0,48	20,98 ± 0,52
Pengalaman Bermain (tahun)	3,00 (kriteria minimal)	3,00 (kriteria minimal)
Proporsi Kelompok	60 (50,0%)	60 (50,0%)

Hasil uji asumsi statistik disajikan pada Tabel 2. Hanya kontrol motorik yang terdistribusi normal; FMS dan skor kuesioner tidak memenuhi asumsi normalitas. Variansi antar-kelompok juga tidak homogen untuk kedua variabel tersebut, memperkuat keputusan penggunaan statistik non-parametrik.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk dan Homogenitas Levene

Variabel	W (S-W)	p-value	F (Levene)	p-value	Distribusi
Skor FMS	0,91	0,002	4,21	0,042	Tidak Normal
Kontrol Motorik (dtk)	0,97	0,14	1,83	0,179	Normal
Skor Kuesioner Lutut	0,89	< 0,001	6,47	0,012	Tidak Normal

Gambaran ketiga variabel disajikan pada Tabel 3. Rerata skor FMS sebesar 10,25 menunjukkan kualitas gerak sedang-baik secara keseluruhan, namun nilai minimum 0,00 mengisyaratkan ada individu yang mengalami nyeri saat pengukuran. Kontrol motorik berada di rerata 23,04 detik dengan rentang lebar (7,50–37,50 dtk), menggambarkan variasi kematangan proprioceptive adaptation yang nyata. Skor kuesioner menunjukkan variabilitas tertinggi (SD = 4,66), wajar untuk sampel campuran cedera/tidak cedera.

ISSN: 2088-0324
e-ISSN: 2685-0125

Tabel 3. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rerata	SD	Min	Max
Skor FMS	10,25	2,18	0,00	12,00
Kontrol Motorik (detik)	23,04	4,79	7,50	37,50
Skor Kuesioner Lutut	8,93	4,66	4,00	20,00

Hasil uji korelasi Spearman disajikan pada Tabel 4. FMS berkorelasi negatif lemah namun signifikan dengan skor kuesioner lutut (ρ = -0,33; p = 0,011; 95% CI: [-0,51; -0,13]), menunjukkan bahwa kualitas motor program yang lebih baik cenderung beriringan dengan gejala yang lebih ringan. Kontrol motorik menunjukkan korelasi negatif sedang yang lebih kuat (ρ = -0,41; p = 0,003; 95% CI: [-0,57; -0,23]).

Tabel 4. Korelasi Spearman: FMS dan Kontrol Motorik terhadap Skor Kuesioner Lutut

Variabel	ρ	p-value	95% CI	Interpretasi
Skor FMS – Skor Kuesioner	-0,33	0,011	[-0,51; -0,13]	Korelasi negatif lemah
Kontrol Motorik – Skor Kuesioner	-0,41	0,003	[-0,57; -0,23]	Korelasi negatif sedang

Tabel 5 memperlihatkan perbedaan signifikan antara kedua kelompok pada semua variabel (p < 0,001) dengan ukuran efek besar. Mahasiswa yang pernah cedera rata-rata hanya mampu mempertahankan keseimbangan satu kaki sekitar 19,5 detik, dibandingkan 26,6 detik kelompok tidak cedera — selisih tujuh detik yang secara lapangan terasa nyata. Skor FMS kelompok cedera lebih rendah (8,93 vs 11,57), dan skor kuesioner jauh lebih tinggi (13,00 vs 4,85).

Tabel 5. Uji Mann-Whitney U: Kelompok Cedera vs Tidak Cedera

Variabel	Cedera (Rerata±SD)	Tidak Cedera (Rerata±SD)	U	p-value	r
Skor FMS	8,93 ± 2,36	11,57 ± 0,67	842	< 0,001	0,54 (besar)
Kontrol Motorik (dtk)	19,53 ± 2,95	26,55 ± 3,52	631	< 0,001	0,68 (besar)
Skor Kuesioner Lutut	13,00 ± 3,05	4,85 ± 0,82	198	< 0,001	0,81 (besar)

Sebelum masuk ke interpretasi, perlu ditegaskan: desain cross-sectional tidak memungkinkan penyimpulan sebab-akibat. Yang dapat dikatakan adalah bahwa pada kelompok ini, defisit gerak dan beban gejala cedera lutut hadir bersama dan pola kebersamaan itulah yang bermakna untuk dibahas dalam kerangka motor learning.

Korelasi lemah antara FMS dan keluhan cedera (ρ = -0,33; p = 0,011) tidak mengejutkan jika mempertimbangkan sifat instrumen itu sendiri. (Garrison & Johnson, 2015) melaporkan asosiasi serupa pada atlet perguruan tinggi, dan (Łyp et al., 2022) menemukan skor FMS lebih rendah pada pemain sepakbola muda yang pernah cedera. Dalam motor learning, skor FMS rendah dapat diinterpretasikan sebagai indikasi bahwa seseorang belum sepenuhnya mencapai tahap otonom di mana gerak berlangsung secara efisien dan otomatis (Muratori et al., 2013) (Schmidt, R. A., & Lee, 2011). (Bahr, 2016) dan (Bayrak, 2025) menegaskan bahwa FMS semata tidak cukup untuk memprediksi cedera secara individual, karena faktor risiko bersifat multidimensi.

Temuan yang lebih menonjol adalah korelasi kontrol motorik dengan keluhan cedera (ρ = -0,41; p = 0,003), yang lebih kuat dibandingkan FMS. Ini sejalan dengan konsep motor abundance oleh (Latash, 2012): sistem neuromotorik yang matang mampu memanfaatkan kelimpahan derajat kebebasan gerak secara adaptif memilih solusi gerak yang optimal sesuai tuntutan tugas tanpa terjebak pada satu pola kaku. Tes keseimbangan satu kaki secara langsung mencerminkan kapasitas adaptasi postural ini (Gribble et al., 2012)(Mckeon et al., 2008). (Zazulak et al., 2007) secara prospektif menunjukkan bahwa defisit kontrol neuromotorik berhubungan dengan risiko cedera lutut, sementara (Memain et al., 2024) mengidentifikasi defisit neuromotor yang menetap pada pemain profesional pasca cedera.

Ukuran efek yang besar pada ketiga variabel (r = 0,54; 0,68; 0,81) menunjukkan bahwa perbedaan antara kelompok cedera dan tidak cedera tidak hanya bermakna secara statistik, tetapi juga secara substansial. Pendekatan multimodal yang menggabungkan FMS dan kontrol motorik sebagaimana direkomendasikan (Velarde-sotres et al., 2025) menghasilkan gambaran fungsional yang lebih lengkap dibandingkan penilaian tunggal.

Implikasi bagi dosen PJOK cukup konkret. (Stergiou et al., 2025) dalam tinjauan sistematis dan meta-

ISSN: 2088-0324
e-ISSN: 2685-0125

analisis terhadap lebih dari 10.000 pemain sepakbola membuktikan bahwa program neuromuscular training secara signifikan mengurangi insiden cedera ekstremitas bawah dibandingkan pemanasan konvensional. Mengintegrasikan FMS dan TKSK dalam evaluasi awal semester merupakan langkah yang realistis dan tidak memerlukan peralatan mahal.

Beberapa keterbatasan seperti, desain cross-sectional tidak memungkinkan inferensi kausal; seluruh asosiasi bersifat observasional. Purposive sampling dengan kelompok yang disetarakan meningkatkan kekuatan komparatif namun membatasi representativitas. Data kuesioner berbasis laporan mandiri rentan terhadap bias recall. Penggunaan empat sub-tes FMS membatasi komparabilitas dengan studi baterai penuh. Sampel terbatas pada mahasiswa laki-laki di satu institusi. Penelitian longitudinal dengan pengukuran prospektif, sampel lebih beragam, dan instrumen biomekanis objektif (*Y-Balance Test, isokinetic dynamometry*, analisis pelat gaya) diperlukan untuk memperkuat landasan bukti ini.

4. KESIMPULAN

Kualitas gerak fungsional dan kontrol motorik berhubungan secara signifikan dengan keluhan cedera lutut pada mahasiswa PJOK yang aktif bermain sepakbola, dengan kontrol motorik menunjukkan keeratan hubungan yang lebih besar. Ditinjau dari perspektif motor learning, defisit dalam kualitas motor program dan adaptasi proprioseptif berjalan beriringan dengan tingginya beban gejala cedera lutut pada kelompok cedera.

Bagi dosen dan praktisi PJOK, dua hal dapat segera dipertimbangkan: pertama, mengintegrasikan FMS dan tes keseimbangan satu kaki sebagai bagian dari asesmen awal mahasiswa; kedua, merancang pembelajaran yang secara eksplisit melatih kontrol neuromotorik dan stabilitas postural sebagai bagian integral kurikulum PJOK. Penelitian longitudinal dengan rancangan prospektif diperlukan untuk membangun hubungan kausal dan memperkuat landasan bukti bagi praktik pembelajaran pendidikan jasmani yang aman dan efektif.

Daftar Pustaka

Bahr, R. (2016). Why screening tests to predict injury do not work — and probably never will : a critical review. *Department of Sports Medicine*, (April), 776–780. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096256

Bayrak, A. (2025). Exploring injury profiles in professional football : evidence from a five-year study and the role of the functional movement screen. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, *8*.

Bonazza, N. A., Smuin, D., Onks, C. A., Silvis, M. L., & Dhawan, A. (2017). Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sage Journals*, *45*(3). https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0363546516641937

Clarsen, B., Rønsen, O., Myklebust, G., & Flørenes, T. W. (2013). The Oslo Sports Trauma Research Center questionnaire on health problems : a new approach to prospective monitoring of illness and injury in elite athletes. *Department of Sports Medicine*, 1–8. https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092087

Clinical Review & Education Special. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *American Medical Association*, *310*(20), 2191–2194.

Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. J. (2014). Functional Movement Screening: The Use Of Fundamental Movements As An Assessment Of Function - Part 1. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, *9*(3), 396–409.

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics (5th ed.)*. Sage Publications.

Garrison, M., & Johnson, M. R. (2015). Association Between The Functional Movement Screen And Injury Development In College Athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, *10*(1), 21–28.

Gribble, P. A., Hertel, J., Facsm, À., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, *47*(3), 339–357. https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08

Latash, M. L. (2012). Movements that are Both Variable and Optimal. *Journal of Human Kinetics*, *34*(September),

ISSN: 2088-0324
e-ISSN: 2685-0125

5–13. https://doi.org/10.2478/v10078-012-0058-9

Łyp, A. M., Rosiński, M., Jarosław, P., & Stanisławska, I. A. (2022). Effectiveness of the Functional Movement Screen for assessment of injury risk occurrence in football players. *Biol Sport*, *39*(4), 889–894. https://doi.org/https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.107482

Maleki, A. A., Mousavi, S. H., & Biabangard, M. A. (2025). Influence of exercise interventions on functional movement screen scores in athletes : a systematic review and meta-analysis. *Department of Sport Injuries and Biomechanics*.

Mckeon, P. O., Hertel, J., & Facsm, À. (2008). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, Part I: Can deficits be detected with instrumented testing? *Journal of Athletic Training*, *43*(3), 293–304.

Memain, G., Carling, C., Bouvet, J., Maille, P., Tamalet, B., Fourcade, P., & Yiou, E. (2024). Evaluation of the impact of a 3-week specific-sport rehabilitation program on neuromotor control during single-leg countermovement- jump tests in professional soccer players with lower-limb injuries. *Frontiers in Sports and Active Living*, (December), 1–12. https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1448401

Muratori, L. M., Lamberg, E. M., Quinn, L., & Duff, S. V. (2013). Applying principles of motor learning and control to upper extremity rehabilitation. *Journal of Hand Therapy*, *26*(2), 94–103. https://doi.org/10.1016/j.jht.2012.12.007.Applying

Pallant, J. (2020). *Survival Manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS (7th ed.)*. Routledge.

Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2011). *Motor control and learning: A behavioral emphasis (5th ed.)*. Human Kinetics.

Setia, M. S. (2016). Methodology Series Module 3 : Cross-sectional Studies. *Indian Journal of Dermatology*. https://doi.org/10.4103/0019-5154.182410

Shao, J., Bai, X. F., & Zhu, L. (2026). Injury risk assessment using the functional movement screen in college physical education majors : a prospective cohort study. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, (March). https://doi.org/10.3389/fresc.2026.1777826

Stergiou, M., Calvo, A. L., & Florian, F. (2025). Effectiveness of Neuromuscular Training in Preventing Lower Limb Soccer Injuries : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 1–16.

Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2015). *Research methods in physical activity (7th ed.)*. Human Kinetics.

Velarde-sotres, Á., Bores-cerezal, A., Josep, A.-I., & Julio, C.-G. (2025). Tensiomyography , functional movement screen and counter movement jump for the assessment of injury risk in sport : a systematic review of original studies of diagnostic tests. *Frontiers in Sports and Active Living*, (March). https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1565900

Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., Cholewicki, J., Zazulak, B. T., & Hewett, T. E. (2007). Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk A Prospective Biomechanical-Epidemiologic Study. *American Journal of Sports Medicine*. https://doi.org/10.1177/0363546507301585