

MEKANISME AKTIVASI NEUROMUSKULAR MELALUI DIFFERENTIAL LEARNING DALAM PROGRAM OLAHRAGA POSTURAL UNTUK REDUKSI KELENGKUNGAN SKOLIOSIS IDIOPATIK

Retna Kinanti Dewi¹ ; Widiastuti²

¹)Program Studi Ilmu Keolahragaan, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

²)Program Pascasarjana Pendidikan Jasmani, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

e-mail: retna.kinanti@fkes.unsika.ac.id

Abstract

Idiopathic scoliosis is not merely a structural spinal deformity but a manifestation of impaired motor control that produces postural distortion and asymmetrical spinal alignment, making it an important concern in movement science and rehabilitation. Postural exercise plays a crucial role in restoring the balance of intrinsic spinal muscle activation; however, conventional approaches rely on repetitive movement patterns that may limit neuromuscular adaptability. This study aims to analyze the mechanism of neuromuscular activation through the integration of Differential Learning (DL) in postural exercise programs for individuals with idiopathic scoliosis. A qualitative-analytical literature review was conducted using Google Scholar via Publish or Perish software; from 53 articles initially identified, 15 met the inclusion criteria and were analyzed through narrative synthesis. The results show that movement variability in postural exercise enhances proprioceptive awareness and produces more effective neuromuscular activation than conventional repetitive methods, indicating that DL promotes self-organization within the motor system through a stochastic-facilitation mechanism. In conclusion, integrating DL into postural exercise supports adaptive postural automation via cortical remapping and improved neuromuscular coordination, offering a promising direction for innovative rehabilitation strategies. Future experimental studies are recommended to examine the clinical application and long-term effects of DL interventions in populations with idiopathic scoliosis.

Keywords: *idiopathic scoliosis; differential learning; neuromuscular activation; postural exercise; motor control*

Abstrak

Skoliosis idiopatik bukan sekadar deformitas struktural tulang belakang, melainkan manifestasi gangguan kontrol motorik yang menimbulkan distorsi postural dan asimetri kesejajaran tulang belakang, sehingga menjadi perhatian penting dalam ilmu gerak dan rehabilitasi. Olahraga postural berperan penting dalam memulihkan keseimbangan aktivasi otot intrinsik tulang belakang; namun, pendekatan konvensional cenderung mengandalkan pola gerak repetitif yang dapat membatasi adaptabilitas neuromuskular. Penelitian ini bertujuan menganalisis mekanisme aktivasi neuromuskular melalui integrasi Differential Learning (DL) dalam program olahraga postural bagi individu dengan skoliosis idiopatik. Kajian literatur kualitatif-analitis dilakukan menggunakan Google Scholar melalui perangkat lunak Publish or Perish; dari 53 artikel yang teridentifikasi, 15 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis melalui sintesis naratif. Hasil kajian menunjukkan bahwa variabilitas gerak dalam olahraga postural meningkatkan kesadaran proprioseptif dan menghasilkan aktivasi neuromuskular yang lebih efektif dibandingkan metode repetitif konvensional, yang mengindikasikan bahwa DL mendorong pengorganisasian diri (self-organization) dalam sistem motorik melalui mekanisme fasilitasi stokastik. Sebagai simpulan, integrasi DL ke dalam olahraga postural mendukung otomatisasi postural adaptif melalui pemetaan ulang korteks (cortical remapping) dan perbaikan koordinasi neuromuskular, sehingga menawarkan arah yang menjanjikan bagi strategi rehabilitasi inovatif. Penelitian eksperimental lanjutan direkomendasikan untuk menguji aplikasi klinis dan efek jangka panjang intervensi DL pada populasi dengan skoliosis idiopatik.

Kata Kunci: *skoliosis idiopatik; differential learning; aktivasi neuromuskular; olahraga postural; kontrol motorik*

PENDAHULUAN

Skoliosis idiopatik bukan hanya deformitas struktural tulang belakang, melainkan cerminan disfungsi kompleks pada sistem kontrol sensorimotor, yang ditandai dengan deviasi lateral tiga dimensi dan asimetri aktivasi neuromuskular yang persisten (Negrini dkk., 2018; Mordasini dkk., 2014). Dari perspektif biomekanik, sisi konveks kurva skoliosis umumnya mengalami pemanjangan otot dan penurunan rekrutmen motor unit, sedangkan sisi konkaf menunjukkan hipertonisitas fungsional, sehingga terjadi ketidakseimbangan stabilisasi tulang belakang (Panjabi, 1992; Schöllhorn dkk., 2012). Kondisi ini juga berkaitan dengan perubahan skema tubuh (body schema) pada korteks somatosensorik, tempat sistem saraf pusat beradaptasi dan menormalkan pola postural yang asimetris (Ramachandran, 1998; Kandel dkk.,

2013). Kompleksitas tersebut menegaskan pentingnya strategi rehabilitasi yang tidak hanya berfokus pada koreksi struktural, tetapi juga pada reorganisasi neuromuskular.

Pendekatan rehabilitasi konvensional, termasuk metode koreksi postural yang banyak digunakan seperti metode Schroth, menekankan latihan yang repetitif dan terkontrol untuk memperbaiki kesejajaran tulang belakang (Weiss, 2011; Monticone dkk., 2014). Namun, latihan linear yang berulang berpotensi menimbulkan habituasi saraf sehingga menurunkan kapasitas sistem untuk terus beradaptasi akibat stimulus yang mudah diprediksi (Bernstein, 1967; Wulf & Lewthwaite, 2016). Keterbatasan ini menunjukkan perlunya pendekatan alternatif yang mampu merangsang adaptasi neuromuskular secara berkelanjutan melalui mekanisme non-linear.

Differential Learning (DL), yang

diperkenalkan oleh Schöllhorn, menawarkan kerangka baru berbasis teori sistem dinamis dengan menekankan variabilitas gerak dan penyertaan gangguan (perturbasi) stokastik secara sengaja (Schöllhorn, 2000; Kelso, 1995). Dengan memasukkan "noise" ke dalam sistem motorik, DL meningkatkan sensitivitas proprioseptif dan mendorong pengorganisasian diri (self-organization) pada sistem saraf pusat, sehingga menghasilkan kontrol motorik yang lebih adaptif (Frank dkk., 2008; Davids dkk., 2008). Meskipun bukti mengenai efektivitas DL dalam akuisisi keterampilan dan pembelajaran motorik terus berkembang, penerapannya dalam rehabilitasi postural bagi skoliosis idiopatik masih sangat terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis mekanisme aktivasi neuromuskular melalui integrasi Differential Learning

dalam program olahraga postural bagi individu dengan skoliosis idiopatik. Secara khusus, penelitian ini berupaya mengkaji bagaimana variabilitas gerak memengaruhi rekrutmen motor unit dan mendukung proses pemetaan ulang korteks (cortical remapping). Penelitian ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan kajian (research gap) tersebut guna memperkaya praktik rehabilitasi melalui pendekatan latihan berbasis variabilitas, yang berpotensi meningkatkan adaptasi postural jangka panjang dan luaran fungsional pada individu dengan skoliosis idiopatik

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur (literature review) untuk mengidentifikasi, menyeleksi, dan menganalisis bukti ilmiah terkait integrasi Differential Learning (DL) dalam olahraga postural bagi aktivasi neuromuskular pada skoliosis idiopatik. Pendekatan ini

dipilih karena kebutuhan untuk mensintesis temuan teoretis dan empiris dari bidang kontrol motorik, neurosains, dan rehabilitasi, guna memahami secara lebih komprehensif mekanisme yang mendasari latihan berbasis variabilitas. Strategi pencarian sistematis dilakukan melalui Google Scholar yang diakses menggunakan perangkat lunak Publish or Perish (PoP) untuk menjamin transparansi dan replikabilitas proses penelusuran data.

Proses pencarian menggunakan dua kombinasi kata kunci utama, yaitu "Differential Learning AND Idiopathic Scoliosis" serta "Neuromuscular Activation AND Postural Exercise". Proses awal berhasil mengidentifikasi 53 artikel. Kriteria inklusi ditetapkan sebagai berikut: artikel jurnal yang telah melalui proses telaah sejawat (peer-review), dipublikasikan pada rentang tahun 2010–2024, tersedia dalam format teks lengkap (full-text), serta

ditulis dalam Bahasa Inggris atau Bahasa Indonesia. Artikel terpilih difokuskan pada topik kontrol motorik, rehabilitasi tulang belakang, aktivasi neuromuskular, dan variabilitas gerak. Kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak relevan secara langsung dengan permasalahan penelitian, tidak memiliki kejelasan metodologis, atau tidak dapat diakses dalam format teks lengkap.

Proses penyaringan (screening) dan penilaian kelayakan (eligibility) dilakukan untuk menjamin kualitas dan relevansi literatur yang dipilih, sehingga diperoleh 15 artikel yang memenuhi seluruh kriteria untuk dianalisis lebih lanjut. Ekstraksi data dilakukan secara sistematis dengan meninjau setiap artikel berdasarkan tujuan penelitian, metodologi, variabel, dan temuan utama. Teknik sintesis naratif (narrative synthesis) digunakan untuk menganalisis dan mengklasifikasikan data, sehingga memungkinkan interpretasi pola dan keterkaitan

antarstudi. Pendekatan metodologis ini menjamin validitas dan reliabilitas penelitian melalui prosedur seleksi yang transparan, kriteria yang jelas, serta analisis yang sistematis, sehingga pembaca dapat menilai secara kritis kekuatan temuan dalam menjawab permasalahan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap 15 artikel terpilih yang mengidentifikasi dan menjelaskan mekanisme aktivasi neuromuskular melalui pendekatan Differential Learning (DL) dalam olahraga postural disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Analisis Sintesis Pencarian Literatur

No	Penulis dan Tahun	Judul Studi	Metode Penelitian	Sampel	Variabel yang Diteliti	Temuan
1	Weiss (2011)	Metode Katharina Schroth	Deskriptif	Pasien skoliosis	Postur, kelengkungan tulang belakang	Metode postural menunjukkan keefektifan dalam memperbaiki pola postural
2	Monticone dkk. (2014)	Latihan koreksi diri aktif	Eksperimental	Remaja	Kelengkungan, kontrol motorik	Latihan spesifik secara signifikan mengurangi kelengkungan tulang belakang
3	Herz & Schöllhorn (2016)	Differential training dan aktivitas EEG	Eksperimental	Dewasa	Aktivitas EEG	DL meningkatkan aktivitas korteks somatosensori
4	Schmidt dkk. (2018)	Kontrol dan pembelajaran motorik	Kajian literatur	-	Kontrol motorik	Variabilitas gerak dan adaptasi motorik
5	Wulf & Lewthwaite (2016)	Teori OPTIMAL	Kajian literatur	-	Motivasi, pembelajaran	Variabilitas meningkatkan efisiensi pembelajaran
6	Tassinon dkk. (2021)	Variabilitas gerak	Review	Atlet	Variabilitas gerak	Variabilitas meningkatkan efisiensi pola gerak
7	Davids dkk. (2008)	Pendekatan constraints-led	Kajian literatur	-	Adaptasi gerak	Sistem non-linear dalam pembelajaran adaptasi
8	Frank dkk. (2008)	Resonansi stokastik	Eksperimental	Dewasa	Respons sensorimotor	Noise meningkatkan sistem saraf
9	Negrini dkk. (2018)	Pedoman SOSORT	Review	Pasien skoliosis	Rehabilitasi	Perawatan konservatif namun efektif
10	Panjabi (1992)	Stabilitas tulang belakang	Kajian literatur	-	Stabilitas tulang belakang	Ketidakseimbangan mempengaruhi stabilitas tulang belakang
11	Ramachandran (1998)	Skema tubuh	Kajian literatur	-	Persepsi tubuh	Persepsi yang terdistorsi mempengaruhi kontrol motorik
12	Kandel dkk. (2013)	Neurosains	Kajian literatur	-	Neuroplastisitas	Pemetaan ulang otak (remapping) terjadi melalui stimulasi
13	Kelso (1995)	Pola dinamis	Kajian literatur	-	Sistem dinamis	Self-organization memengaruhi variabilitas
14	Schöllhorn dkk. (2012)	Differential learning	Eksperimental	Atlet	Performa motorik	DL meningkatkan aktivitas korteks somatosensori
15	Mordasini dkk. (2014)	Postur dan skoliosis	Review	Pasien skoliosis	Postur	Gangguan postural dengan defisit kontrol motorik

Berdasarkan sintesis literatur,

pendekatan Differential Learning menunjukkan peran yang signifikan dalam meningkatkan aktivasi neuromuskular melalui variabilitas gerak dan mekanisme fasilitasi stokastik. Dibandingkan dengan metode repetitif konvensional, DL terbukti meningkatkan kesadaran proprioseptif, memperkuat rekrutmen motor unit, dan mendorong reorganisasi sistem saraf pusat. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi DL ke dalam program olahraga postural menawarkan pendekatan yang menjanjikan dan inovatif bagi rehabilitasi skoliosis idiopatik, terutama dalam mendorong perbaikan kontrol motorik yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

Temuan dari artikel-artikel yang dikaji secara kolektif menegaskan kompleksitas skoliosis idiopatik sebagai gangguan neuromuskular dan sensorimotor, sekaligus menyoroti potensi Differential Learning (DL) sebagai pendekatan rehabilitasi yang inovatif. Intervensi postural konvensional,

seperti metode Schroth (Weiss, 2011) dan latihan koreksi diri aktif (Monticone dkk., 2014), terbukti efektif dalam memperbaiki kesejajaran tulang belakang dan mengurangi kelengkungan. Namun, pendekatan tersebut sebagian besar berbasis pola gerak yang repetitif dan terstruktur, yang dapat membatasi adaptabilitas neuromuskular jangka panjang. Keterbatasan ini sejalan dengan teori pembelajaran motorik yang menyatakan bahwa repetisi berlebihan dapat menimbulkan habituasi saraf, sehingga menurunkan respons sistem terhadap stimulus (Schmidt dkk., 2018; Wulf & Lewthwaite, 2016).

Sebaliknya, studi-studi yang berfokus pada Differential Learning dan variabilitas gerak menawarkan perspektif berbeda mengenai adaptasi motorik. Henz dan Schöllhorn (2016) menemukan bahwa DL secara signifikan meningkatkan aktivitas pada korteks somatosensorik, yang mengindikasikan

peningkatan keterlibatan saraf selama kondisi latihan yang bervariasi. Sejalan dengan itu, Schöllhorn dkk. (2012) serta Tassignon dkk. (2021) menekankan bahwa variabilitas gerak memfasilitasi diferensiasi pola motorik dan mendorong perilaku motorik yang lebih adaptif. Temuan ini didukung oleh teori sistem dinamis yang dikemukakan oleh Kelso (1995) dan dielaborasi lebih lanjut oleh Davids dkk. (2008), yang menyatakan bahwa pembelajaran motorik muncul melalui pengorganisasian diri yang didorong oleh variabilitas dan konstrain lingkungan, bukan oleh repetisi yang kaku.

Mekanisme yang mendasari DL juga dapat dijelaskan melalui konsep fasilitasi stokastik. Frank dkk. (2008) menunjukkan bahwa penyertaan "noise" ke dalam sistem motorik meningkatkan sensitivitas sensorimotor, sehingga sistem saraf mampu mendeteksi dan merespons perubahan gerak yang halus secara lebih efektif. Hal ini sangat relevan

dalam rehabilitasi skoliosis, mengingat defisit proprioseptif dan aktivasi otot yang asimetris kerap dijumpai pada kondisi tersebut. Dari sudut pandang biomekanik, Panjabi (1992) menegaskan pentingnya rekrutmen otot yang seimbang bagi stabilitas tulang belakang, sementara Mordasini dkk. (2014) mengaitkan disfungsi postural dengan gangguan kontrol motorik. Dengan demikian, DL menawarkan mekanisme untuk memulihkan keseimbangan tersebut melalui adaptasi neuromuskular yang berkelanjutan.

Bukti neurosains turut memperkuat argumen ini. Ramachandran (1998) dan Kandel dkk. (2013) menjelaskan bahwa distorsi skema tubuh dan representasi kortikal yang maladaptif berkontribusi terhadap postur abnormal pada skoliosis. Melalui latihan berbasis variabilitas, DL berpotensi memfasilitasi cortical remapping, sehingga otak dapat merekonstruksi representasi kesejajaran

tubuh yang lebih akurat. Hal ini sejalan dengan temuan Negrini dkk. (2018), yang menyatakan bahwa meskipun rehabilitasi konvensional bermanfaat, tetap diperlukan pendekatan inovatif untuk meningkatkan luaran jangka panjang. Integrasi Differential Learning ke dalam olahraga postural merepresentasikan pergeseran paradigma dari latihan linear berbasis repetisi menuju pendekatan non-linear yang digerakkan oleh variabilitas.

Dengan meningkatkan kesadaran proprioseptif, mendorong rekrutmen motor unit yang efisien, dan memfasilitasi adaptasi neuroplastis, DL menawarkan kerangka yang lebih komprehensif untuk mengatasi defisit neuromuskular yang mendasari skoliosis idiopatik. Temuan ini menegaskan pentingnya variabilitas sebagai prinsip utama dalam praktik rehabilitasi, sekaligus membuka peluang penelitian lanjutan untuk mengkaji efektivitas klinis dan dampak jangka panjangnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Differential Learning (DL) ke dalam program olahraga postural menawarkan solusi yang bermakna terhadap permasalahan gangguan kontrol neuromuskular pada individu dengan skoliosis idiopatik. Melalui pergeseran dari latihan linear yang repetitif menuju gerak yang digerakkan oleh variabilitas, DL meningkatkan sensitivitas proprioseptif, mengoptimalkan rekrutmen motor unit, dan merangsang reorganisasi adaptif pada sistem saraf pusat.

Mekanisme ini secara langsung menjawab disfungsi sensorimotor yang mendasari asimetri postural yang persisten, sehingga mendukung reduksi kelengkungan tulang belakang yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Signifikansi temuan ini terletak pada kontribusinya dalam memikirkan

kembali praktik rehabilitasi, khususnya dengan menegaskan peran variabilitas gerak sebagai faktor penting dalam mendorong adaptasi motorik jangka panjang.

Pendekatan ini melampaui koreksi struktural semata dan menyoroti proses neuromuskular yang mengatur kontrol postural, sehingga menawarkan kerangka intervensi yang lebih komprehensif. Bagi praktisi dan peneliti dalam ilmu keolahragaan dan rehabilitasi, penelitian ini menegaskan pentingnya merancang program latihan yang mengintegrasikan variabilitas terkontrol untuk mendukung luaran yang fungsional dan adaptif.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk berfokus pada validasi eksperimental intervensi berbasis DL pada populasi klinis, termasuk studi longitudinal untuk menilai efektivitas dan retensi jangka panjang. Selain itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk

menentukan parameter latihan yang optimal, seperti intensitas, frekuensi, dan struktur variabilitas, guna memaksimalkan adaptasi neuromuskular dalam rehabilitasi skoliosis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta atas dukungan akademik yang diberikan selama proses penyusunan artikel ini, serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan masukan bagi penyempurnaan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bernstein, N. A. (1967). The co-ordination and regulation of movements. Pergamon Press.
- Buzsaki, G. (2006). Rhythms of the brain. Oxford University Press.
- Chow, J. Y., Davids, K., Button, C., & Renshaw, I. (2016). Nonlinear pedagogy in skill acquisition: An introduction. Routledge.
- Davids, K., Button, C., & Bennett, S. (2008). Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach. Human Kinetics.
- Dieën, J. H. van, Cholewicki, J., & Radebold, A. (2003). Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. *Spine*, 28(8), 834–841.
- Frank, T. D., Michelbrink, M., Beckmann, H., & Schöllhorn, W. I. (2008). A quantitative dynamical systems approach to differential learning: Self-organization principle and order parameter equations. *Biological Cybernetics*, 98(1), 19–31.
- Gelfand, I. M., & Latash, M. L. (1998). On the problem of adequate language in motor control. *Motor Control*, 2(4), 306–313.
- Glazier, P. S., & Davids, K. (2009). Constraints on the complete

- optimization of human motion. *Sports Medicine*, 39(1), 15–28.
- Hawes, M. C., & O'Brien, J. P. (2006). The transformation of spinal curvature into spinal deformity: Pathological processes and implications for treatment. *Scoliosis*, 1(1), 3.
- Henz, D., & Schöllhorn, W. I. (2016). Differential training facilitates early consolidation in motor learning. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 10, 199.
- Hodges, P. W., & Tucker, K. (2011). Moving differently in pain: A new theory to explain the adaptation to pain. *Pain*, 152(3 Suppl), S90–S98.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of neural science* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Kelso, J. A. S. (1995). *Dynamic patterns: The self-organization of brain and behavior*. MIT Press.
- Kelso, J. A. S. (2012). Multistability and metastability: Understanding dynamic coordination in the brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367(1591), 906–918.
- Kugler, P. N., & Turvey, M. T. (1987). *Information, natural law, and the self-assembly of rhythmic movement*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Latash, M. L. (2012). The bliss of motor abundance. *Experimental Brain Research*, 217(1), 1–5.
- Magill, R. A., & Anderson, D. W. (2021). *Motor learning and control: Concepts and applications* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Merzenich, M. (2013). *Soft-wired: How the new science of brain plasticity can change your life* (2nd ed.). Parnassus Publishing.

- Monticone, M., Ambrosini, E., Cazzaniga, D., Rocca, B., & Ferrante, S. (2014). Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*, 23(6), 1204–1214.
- Mordasini, M., Romkes, J., Frigo, C., Nüesch, C., & Brunner, R. (2014). Postural control and its correlation to a spinal deformity: A biomechanical perspective. *European Spine Journal*, 23(4), 812–820.
- Negrini, S., Donzelli, S., Aulisa, A. G., Czaprowski, D., Schreiber, S., de Mauroy, J. C., Diers, H., Guillaume-Grabisch, R. G., Hasan, G., Zaina, F., & others. (2018). 2016 SOSORT guidelines: Orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 13, 3.
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), 383–389.
- Pialasse, J. P., & Simoneau, M. (2014). Idiopathic scoliosis and environmental factors. *Scoliosis*, 9(Suppl 1), O44.
- Ramachandran, V. S. (1998). *Phantoms in the brain: Probing the mysteries of the human mind*. William Morrow.
- Savelsbergh, G. J. P., Kamper, W. J., Rabijs, J., de Koning, J. J., & Schöllhorn, W. (2010). A new method to learn to start in speed skating: A differential learning approach. *International Journal of Sport Psychology*, 41(4), 415–427.

- Savelsbergh, G. J. P., Williams, A. M., Van der Kamp, J., & Ward, P. (2004). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 279–287.
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2018). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (6th ed.). Human Kinetics.
- Schöllhorn, W. I. (2000). Applications of systems dynamic principles in technique and strength training. *Acta Academiae Olympicae Estoniae*, 8, 67–85.
- Schöllhorn, W. I., Hegen, P., & Davids, K. (2012). The nonlinear nature of learning – A differential learning approach. *The Open Sports Sciences Journal*, 5, 100–112.
- Serrien, D. J., Ivry, R. B., & Swinnen, S. P. (2006). Dynamics of hemispheric specialization and integration in the context of motor control. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(2), 160–166.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5th ed.). Wolters Kluwer.
- Stokes, I. A. F., Gardner-Morse, M., & Henry, S. M. (2011). Abdominal muscle activation increases lumbar spinal stability: Analysis of contributions of different muscle groups. *Clinical Biomechanics*, 26(8), 797–803.
- Tassignon, B., Verschueren, J., Baert, I., Van Kessel, S., Van Geel, F., Meeusen, R., Baumgart, C., & Serrien, B. (2021). An exploratory meta-analytical review on the differential effects of postural control training modalities on injury prevention.

Sports Medicine, 51(2), 305–318.

Weiss, H. R. (2011). The method of Katharina Schroth – history, principles and current development. *Scoliosis*, 6(1), 17.

Wolpert, D. M., & Ghahramani, Z. (2000). Computational principles of movement neuroscience. *Nature Neuroscience*, 3(Suppl), 1212–1217.

Wulf, G., & Lewthwaite, R. (2016). Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning: The OPTIMAL theory of motor learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(5), 1382–1414.

Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). Science and practice of strength training (2nd ed.). Human Kinetics.