

Penerapan *Dynamic Neuromuscular Stabilization* Dalam Meningkatkan Gerak Dan Fungsi Tubuh – Sebuah Kajian Pustaka

Application Of Dynamic Neuromuscular Stabilization In Improving Body Movement And Function – A Literature Review

Made Hendra Satria Nugraha¹, Ayu Riesky²

¹ Departemen Fisioterapi, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana

² Yayasan Peduli Kemanusiaan, Bali

Email Korespondensi: hendra_satria@unud.ac.id

Kirim: 25 Feb 2024

Review: 3 Mar 2024

Disetujui: 20 Jun 2024

Publikasi Online: 24 Sep 2024

ABSTRAK

Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) merupakan pendekatan pemeriksaan dan penanganan masalah gerak dan fungsi tubuh yang mencakup prinsip-prinsip perkembangan kinesiologi. Penelitian ini merupakan studi kajian pustaka dengan menggunakan sumber data sekunder berupa penelusuran artikel ilmiah di *google scholar* dengan menggunakan kata kunci "*dynamic neuromuscular stabilization*" dan "*narrative review*". Berdasarkan hasil penelusuran digunakan sebanyak 19 artikel dalam studi kajian pustaka ini. Berdasarkan hasil studi, didapatkan bahwa: 1). Penerapan pelatihan DNS memperhatikan beberapa konsep, diantaranya: *developmental kinesiology*, *joint centration*, *core stabilization – integrated spinal stabilization system* (ISSS), stabilisasi fungsi diafragma, serta pengaruh rantai kinetik dan saling ketergantungan regional; 2). Prosedur pemeriksaan DNS memperhatikan 11 metode pemeriksaan; 3). Teknik terapi DNS dapat dilakukan dengan menggunakan posisi bayi berumur 4,5 bulan dengan posisi *supine* (tidur terlentang), posisi *prone* (tidur telungkup), posisi bayi berumur 7 bulan (*side sitting position*), ataupun dalam posisi *quadruped*, "bear", dan *squat*. Resistensi (misalnya barbel atau *thera-band*) terhadap gerakan dinamis ekstremitas dapat ditambahkan untuk menantang stabilitas. Penerapan DNS bermanfaat dalam meningkatkan gerak dan fungsi tubuh pada beberapa populasi, seperti: *Alzheimer disease*, lanjut usia fungsional, *forward head posture*, retardasi mental, *multiple sclerosis*, *low back pain*, *poor posture*, atlet *flatwater kayakers*, dan atlet *race walkers*. Rerata pengaplikasian dosis penerapan DNS yaitu dilakukan sebanyak 3 sesi dalam 1 minggu selama 40–60 menit setiap sesinya selama 4–8 minggu dengan sesi rerata mencapai 6 minggu.

Kata kunci : *Dynamic Neuromuscular Stabilization*; gerak dan fungsi tubuh; kajian pustaka

ABSTRACT

Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) is an approach to examining and treating movement and function problems that includes the principles of developmental kinesiology. This research is a literature review study using secondary data sources in the form of searches for scientific articles on Google Scholar using the keywords "*dynamic neuromuscular stabilization*" and "*narrative review*". Based on the search results, 19 articles were used in this literature review study. Based on the study results, it was found that: 1). The application of DNS training takes into account several concepts, including: *developmental kinesiology*, *joint centration*, *core stabilization – integrated spinal stabilization system* (ISSS), *stabilization of diaphragm function*, as well as the influence of the kinetic chain and regional interdependence; 2). The DNS inspection procedure takes into account 11 inspection methods; 3). The DNS therapy technique can be carried out using a 4.5 month old baby in a *supine position* (sleeping on his back), a *prone position* (sleeping on his stomach), a 7 month old baby's position (*side sitting position*), or in a *quadruped*, "bear" position, etc. *squats*. Resistance (e.g. *barbells* or *thera-bands*) to dynamic movements of the extremities may be added to challenge stability. The application of DNS is useful in improving movement and body function in several populations, such as: *Alzheimer's disease*, *functional elderly*, *forward head posture*, *mental retardation*, *multiple sclerosis*, *low back pain*, *poor posture*, *flatwater kayakers* and *race walkers*. The average dose of DNS application is carried out in 3 sessions in 1 week for 40–60 minutes each session for 4–8 weeks with an average session reaching 6 weeks.

Keyword : *Dynamic Neuromuscular Stabilization*; movement and body function; narrative review

PENDAHULUAN

Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) merupakan pendekatan pemeriksaan dan penanganan masalah gerak dan fungsi tubuh yang mencakup prinsip-prinsip perkembangan kinesiologi. Prinsip-prinsip pada DNS mencakup: postur ideal, pola pernapasan, dan pemusatan sendi fungsional/ *functional joint centration* dari paradigma perkembangan saraf atau "*neurodevelopmental*". Ontogenesis menunjukkan hubungan yang sangat erat antara prinsip

neurofisiologis dan biomekanik. Aspek ini sangatlah penting dalam diagnosis dan penatalaksanaan terapi pada gangguan sistem lokomotor. Sistem terapi DNS memanfaatkan latihan fungsional khusus untuk meningkatkan stabilitas tulang belakang dan sendi dengan berfokus pada sistem stabilisasi tulang belakang yang terintegrasi. Namun, target utamanya adalah otak yang harus distimulasi dan dikondisikan dengan baik agar secara otomatis mengaktifkan pola gerakan optimal yang diperlukan untuk koaktivasi stabilisator. Strategi utama pelatihan DNS ini adalah “melatih otak” untuk mempertahankan kendali pusat, stabilitas sendi, dan kualitas gerakan ideal yang dipulihkan selama intervensi terapeutik.¹

Pelatihan dan penanganan DNS didasarkan pada penilaian DNS secara fungsional per individu dan bukan penanganan berupa protokol yang kaku. Pasien secara khusus diinstruksikan untuk menghentikan latihan apa pun segera setelah ditemukan pola gerakan stabilisasi yang salah. Fisioterapis mengawasi gerakan pasien dan memberikan koreksi verbal dan manual bila diperlukan untuk memastikan kualitas fungsi lokomotor yang optimal.² Metode DNS menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan pola stabilisasi otot *core* ataupun otot global dengan peningkatan pergerakan dan kekuatan ekstremitas.² Beberapa efek terapeutik yang dilaporkan mengenai manfaat DNS yaitu penerapan DNS mampu meningkatkan keseimbangan pada pasien Alzheimer Disease³, mampu meningkatkan kekuatan ekstremitas bawah dan fleksibilitas serta menurunkan risiko jatuh pada lanjut usia fungsional,⁴ efektif dalam menurunkan derajat *Forward Head Posture*,⁵ serta meningkatkan fleksibilitas otot hamstring dan meningkatkan kualitas hidup individu dengan nyeri punggung bawah.⁶

Penerapan DNS dapat menjadi salah satu alternatif dalam penanganan permasalahan gerak dan fungsi tubuh pada berbagai jenis populasi. Selain itu, kajian pustaka yang membahas mengenai DNS dan manfaatnya terhadap gerak dan fungsi tubuh, belum pernah dipublikasikan di Indonesia. Dalam hal ini, penulis tertarik untuk membahas mengenai hal tersebut.

METODE PENELITIAN

Kajian pustaka ini menggunakan sumber data sekunder berupa penelusuran artikel ilmiah di google scholar dengan menggunakan kata kunci “*dynamic neuromuscular stabilization*” dan “*narrative review*”. Berdasarkan hasil penelusuran digunakan sebanyak 19 artikel dalam studi kajian pustaka ini. Sebanyak 13 artikel menjelaskan mengenai efektivitas DNS dalam meningkatkan gerak dan fungsi tubuh yang disajikan pada Tabel 2.

Pembahasan yang akan diulas pada penelitian ini didasarkan pada beberapa rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan berikut, yaitu: 1). Bagaimanakah konsep dari DNS? 2). Bagaimanakah prosedur pemeriksaan dalam DNS? 3) Bagaimanakah teknik terapi dengan menggunakan konsep DNS? dan 4) Bagaimanakah penerapan DNS dapat bermanfaat pada kasus gerak dan fungsi tubuh?

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Konsep *Dynamic Neuromuscular Stabilization* (DNS)

a. *Developmental Kinesiology* (DK)

Developmental Kinesiology (DK) atau perkembangan kinesiology didasarkan pada tiga tingkat kendali sensorimotor, yaitu: (1) tingkat batang otak dan tulang belakang, (2) tingkat subkortikal, serta (3) tingkat kontrol motorik kortikal. Seiring dengan pematangan sistem saraf pusat, pola atau program motorik memungkinkan bayi mengaktifkan otot-otot secara optimal untuk mengontrol postur, mencapai postur tegak dengan melawan gravitasi, serta bergerak dengan tujuan.⁷ Pola pergerakan dalam DK terbentuk ketika sistem saraf pusat (SSP) matang, memungkinkan bayi mengendalikan postur, mencapai postur tegak melawan gravitasi, dan bergerak dengan tujuan melalui aktivitas otot. DK menekankan adanya pola pergerakan sentral yang bersifat bawaan dan “terprogram”. Misalnya, seorang bayi tidak perlu diajari kapan dan bagaimana mengangkat kepalanya, memegang mainan, berguling, merayap, atau merangkak.⁸

b. Joint Centration

Level subkortikal sistem saraf pusat mengontrol stabilitas otot *core* serta fungsi lokomotor ekstremitas. Kontrol yang memadai dan aktivasi otot yang seimbang dan optimal menyebabkan persendian berada pada posisi terpusat secara fungsional selama setiap gerakan. Posisi sendi yang terpusat ini menjadi strategi neuromuskular yang dinamis dan memberikan keuntungan mekanis untuk gerakan sendi yang optimal di seluruh rentang gerak.⁷

Stabilitas otot *core* dan fungsi lokomotor ekstremitas berada di bawah kendali sistem saraf subkortikal. Jika kendali dari sistem saraf pusat memadai dan otot diaktifkan secara seimbang, maka setiap postur dan setiap gerakan secara otomatis menjadi berfungsi dan terpusat. Sendi yang terpusat secara fungsional, bukanlah posisi statis melainkan strategi neuromuskular dinamis yang mengarah pada posisi sendi paling optimal yang kemudian memfasilitasi keuntungan mekanis paling efektif di seluruh rentang gerak. Dengan posisi sendi yang terpusat, maka akan memiliki kontak interoseus terbesar, yang memungkinkan transfer beban optimal melintasi sendi dan seluruh rantai kinetik. Hal ini berarti ketika terjadi pembebanan maksimum, maka akan terjadi tegangan minimum pada kapsul sendi dan ligamen, serta perlindungan seluruh struktur sendi.⁹

c. Core stabilization – Integrated spinal stabilization system (ISSS)

Stabilitas tulang belakang bergantung pada koordinasi dinamis dari sejumlah otot sinergis dan antagonis yang mengontrol secara tepat gerakan sendi yang berlebihan sekaligus menghasilkan torsi yang diperlukan untuk gerakan multi-sendai yang diinginkan. Salah satu parameter yang memengaruhi mekanika dan stabilitas tulang belakang adalah tekanan intra-abdomen/ *intra-abdominal pressure* (IAP). Terdapat studi yang menyatakan bahwa peningkatan IAP akan menstabilkan tulang belakang. Namun, peran IAP dalam meringankan beban tulang belakang masih kontroversial.^{7,8}

Sistem stabilisasi tulang belakang yang terintegrasi terdiri dari ko-aktivasi yang seimbang antara fleksor servikal bagian dalam dan ekstensor tulang belakang di daerah servikal dan thoracal bagian atas, serta diafragma, dasar panggul, semua bagian otot perut dan ekstensor tulang belakang di daerah torakal bawah dan lumbal. Diafragma, dasar panggul, dan transversus abdominis mengatur IAP dan memberikan stabilitas postur lumbopelvis anterior. Otot – otot ini merupakan inti terdalam atau “*deep core*” dan bekerja sebagai mekanisme kontrol “*feed-forward*” yang otomatis dan tidak disadari, serta mendahului setiap gerakan yang memiliki tujuan.^{7,8}

d. Stabilizing function of the Diaphragm

Stabilisasi tulang belakang yang tepat biasanya disertai dengan pola pernapasan yang benar. Peran postur antigravitasi diafragma berkembang ketika bayi mulai mengangkat kepalanya dalam posisi tengkurap atau mengangkat ekstremitas bawah dalam posisi terlentang. Hubungan antara fungsi stabilisasi dan pola pernapasan disebabkan oleh ko-aktivasi simetris dari seluruh bagian sistem stabilisasi tulang belakang yang terintegrasi (otot diafragma, perut, punggung, dan panggul). Pada saat inspirasi terjadi aktivitas eksentrik otot-otot yang masuk ke dalam dinding toraks dan dinding perut menyebabkan dinding perut mengembang secara silindris ke segala arah. Namun, terdapat kontraksi konsentris diafragma dan dasar panggul terhadap isi rongga perut. Setelah terjadi kontraksi eksentrik yang optimal pada perataan diafragma, kontraksi isometrik otot perut berfungsi sebagai stabilisasi pergerakan ekstremitas.⁷

Pernapasan menyertai setiap gerakan yang memengaruhi fungsi postural. Pernapasan tidak hanya mempengaruhi postur tubuh tetapi, melalui aktivitas ritmisnya, juga merangsang neuron. Otot diafragma sangatlah penting untuk berkontraksi sebelum aktivasi otot ekstremitas atas dan bawah. Stabilisasi panggul dan tulang belakang lumbal akan dipastikan sebelum adanya pergerakan ekstremitas. Sistem saraf pusat harus mengantisipasi gerakan yang terarah dan secara otomatis memposisikan tubuh untuk mencapai hasil yang diinginkan.¹⁰

Aktivitas motorik diafragma memiliki tiga komponen: tonik, phasic terkoordinasi dengan siklus pernapasan dan phasic terkoordinasi dengan gerakan batang tubuh dan/atau ekstremitas.

Kubah diafragma mendatar selama inspirasi dan selama fungsi stabilisasi postur tubuh. Ketika inspirasi dan saat aktivitas postural, diafragma akan mendatar dan meningkatkan tekanan pada organ dalam (bekerja sebagai piston) dan peningkatan tekanan intra-abdomen bekerja melawan otot-otot perut dan dasar panggul. Aktivitas otot perut menstabilkan insersi diafragma ke tulang rusuk.¹⁰

e. *Influence of the kinetic chain and regional interdependence*

Ketika melaksanakan aktivitas fungsional, semua stabilisator harus diaktifkan secara proporsional untuk memastikan pola pergerakan yang baik. Jika satu mata rantai (otot atau sebagian otot) tidak mencukupi dan/atau lemah, otot lain dalam rantai kinetik dapat direkrut untuk mengimbangi stabilitas atau pergerakan. Oleh karena itu, strategi stabilisasi korektif harus selalu menjadi prinsip dasar dari setiap program pelatihan.⁸

Tubuh berfungsi sebagai satu kesatuan dan bukan sebagai segmen-segmen selama gerakan kompleks seperti yang ditemui dalam pelatihan olahraga dan kinerja atletik. Gerakan-gerakan kompleks ini memerlukan koordinasi sinergis lokal dan global dari berbagai kelompok otot yang diperlukan untuk koordinasi gerakan multi-sendi. Jika stabilitas, mobilitas dan/atau keseimbangan kelompok otot ini terganggu, kemampuan untuk mentransfer kekuatan secara efisien melalui batang tubuh ke ekstremitas sering kali terkena dampak buruk. Oleh karena itu, stabilisasi inti telah menjadi prinsip utama dari setiap program pelatihan.⁸

Sistem stabilisasi tulang belakang merupakan interaksi 3 arah antara sistem saraf pusat (SSP), bagian yang aktif (otot) dan serta bagian yang pasif (tulang, sendi). Sebagian besar disfungsi yang umum lebih terkait dengan SSP atau “disfungsi kontrol motorik” dibandingkan disfungsi sendi atau otot lokal. Sistem saraf pusat merupakan “penggerak” utama, sehingga perhatian harus diberikan pada pola ko-aktivasi otot yang terjadi bersamaan dengan gerakan untuk memberikan stabilitas sendi.⁸

Ketika melakukan rehabilitasi pada otot rotator cuff, fisioterapis tidak boleh hanya berfokus pada kapsul/sendi glenohumeral yang kaku dan memperkuat otot rotator cuff, namun perlu melakukan analisis pola pergerakan untuk menentukan apakah ISSS memadai dan/atau apakah terdapat “mata rantai lemah” dalam rantai kinetik. Hal ini mungkin mencakup stabilitas dinamis skapula yang buruk, gangguan stabilitas dan/atau propriosepsi ekstremitas bawah, dan mobilitas atau stabilitas batang tubuh yang buruk.⁸

2. *Prosedur Pemeriksaan Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS)*

Pemeriksaan fungsional DNS meliputi: 1). Tes stereotip pernapasan, 2). Tes regulasi tekanan intra-abdominal: posisi duduk, 3). Tes diafragma: posisi duduk, 4). Tes fleksi hip: dalam posisi duduk, 5). Tes supine dengan kaki diangkat ke atas (*legs raised up*), 6). Tes fleksi leher dan *trunk*, 7). Tes mengangkat tangan: supine, 8). Tes ekstensi trunk: prone, 9). Tes posisi quadruped: support pada bagian tangan dan lutut, 10). Tes posisi “beruang”: tangan dan kaki disangga, dan 11). Tes *squat*. Nilai yang diberikan dari masing – masing item yang diuji, meliputi 4 kategori: (1) Gagal, (2) Buruk, (3) Dapat dilakukan tetapi belum ideal, dan (4) Ideal.² Detail terkait penerapan prosedur pemeriksaan dan tanda-tanda patologi yang menyertai dilampirkan pada Tabel 1.

3. *Teknik Terapi dengan Menggunakan Konsep DNS*

Ketika melatih dengan DNS, semakin rendah posisi pasien terhadap tanah atau meja, maka semakin mudah melakukannya. Untuk melatih pernapasan yang tepat (atau gerakan apa pun, misalnya melempar) akan lebih mudah dalam posisi terlentang daripada dalam posisi quadruped. Semakin tinggi posisi melatihnya, maka akan semakin tidak stabil orang tersebut. Oleh karena itu, perkembangan latihan harus dimulai dari posisi yang lebih rendah menuju ke posisi yang lebih tinggi atau lebih tidak stabil. Untuk jenis latihan apa pun, selalu pilih posisi di mana orang tersebut dapat mempertahankan stabilisasi sagital dan pernapasan dengan baik. Jika orang

tersebut berolahraga dengan stabilisasi dan pernapasan yang salah, maka gerakan patologi akan diperkuat sebagai akibat dari latihan tersebut.¹

Resistensi (misalnya barbel atau *thera-band*) terhadap gerakan dinamis ekstremitas dapat ditambahkan untuk menantang stabilitas. Resistensi harus sesuai dengan kemampuan orang tersebut untuk melakukan stabilisasi dengan baik. Jika terdapat stereotip abnormal pada stabilisasi atau pernapasan, resistensi harus dikurangi. Untuk membuat pelatihan menjadi lebih menantang dapat dengan mengurangi jumlah segmen pendukung (misalnya, dalam posisi “beruang”, pasien diminta untuk mengangkat satu kaki atau lengan, atau keduanya secara berlawanan). Beberapa contoh pelatihan DNS yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan posisi *supine lying* (tidur terlentang) pada bayi berumur 4,5 bulan, posisi *prone lying* (tidur telungkup) pada bayi berumur 4,5 bulan, posisi duduk menyamping pada bayi berumur 7 bulan, posisi *quadruped* pada bayi berumur 9 bulan, posisi “Beruang” pada bayi berumur 10 – 12 bulan, dan posisi *Squat* pada bayi berumur 12 bulan.¹

Penerapan teknik terapi dengan menggunakan DNS bergantung dari kasus yang sedang ditangani. Rangkuman mengenai teknik DNS yang digunakan pada masing-masing kasus dirangkum pada Tabel 2.

4. Penerapan DNS pada Kasus Gerak dan Fungsi Tubuh

Penerapan DNS bermanfaat dalam meningkatkan gerak dan fungsi tubuh pada beberapa populasi, seperti: *Alzheimer disease*,³ lanjut usia fungsional,⁴ *forward head posture*,^{5,11} retardasi mental,¹² *multiple sclerosis*,¹³ *low back pain*,^{6,14} *poor posture*,¹⁵ atlet *flatwater kayakers*,¹⁶ atlet *race walkers*,¹⁷ *post-partum*,¹⁸ dan skoliosis.¹⁹ Rerata pengaplikasian dosis penerapan DNS yaitu dilakukan sebanyak 3 sesi dalam 1 minggu selama 40 – 60 menit setiap sesinya selama 4 – 8 minggu dengan sesi rerata mencapai 6 minggu.^{3-6,11-15,17} Protokol penerapan masing – masing intervensi dirangkum pada Tabel 2.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian pustaka, maka dapat disimpulkan: 1). Penerapan pelatihan DNS memperhatikan beberapa konsep, diantaranya: *developmental kinesiology*, *joint centration*, *core stabilization – integrated spinal stabilization system (ISSS)*, stabilisasi fungsi diafragma, serta pengaruh rantai kinetik dan saling ketergantungan regional; 2). Prosedur pemeriksaan DNS memperhatikan 11 metode pemeriksaan; 3). Teknik terapi DNS dapat dilakukan dengan menggunakan posisi bayi berumur 4,5 bulan dengan posisi *supine* (tidur terlentang), posisi *prone* (tidur telungkup), posisi bayi berumur 7 bulan (*side sitting position*), ataupun dalam posisi *quadruped*, “bear”, dan *squat*. Resistensi (misalnya barbel atau *thera-band*) terhadap gerakan dinamis ekstremitas dapat ditambahkan untuk menantang stabilitas. 4). Penerapan DNS bermanfaat dalam meningkatkan gerak dan fungsi tubuh pada beberapa populasi, seperti: *Alzheimer disease*, lanjut usia fungsional, *forward head posture*, retardasi mental, *multiple sclerosis*, *low back pain*, *poor posture*, atlet *flatwater kayakers*, dan atlet *race walkers*. Rerata pengaplikasian dosis penerapan DNS yaitu dilakukan sebanyak 3 sesi dalam 1 minggu selama 40 – 60 menit setiap sesinya selama 4 – 8 minggu dengan sesi rerata mencapai 6 minggu.

Disarankan penerapan DNS untuk mengatasi gerak dan fungsi tubuh sesuai dengan dosis dari penelitian sebelumnya dan dapat diterapkan di ranah klinis sebagai salah satu alternatif konsep dalam melakukan *assessment* dan penerapan intervensi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Liebensohn C. *Functional Training Handbook*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2014.
2. Kobesova A, Davidek P, Morris CE, Andel R, Maxwell M, Oplatkova L, et al. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol. *J Bodyw Mov Ther*. 2020 Jul;24(3):84–95.

3. Faezeh S. Effectiveness of Dynamic Neuromuscular Stabilization Exercises on Balance and Gait Parameters in Patients With Alzheimer Disease. In: 1st International Conference on Educational Sciences, Psychology, Sport Sciences, and Physical Education. 2022. p. 1–5.
4. Mansori MH, Moghadas Tabrizi Y. Effect of A Six-week Dynamic Neuromuscular Stability Training on Performance Factors and Quality of Life in the Elderly. *Journal of Exercise Science and Medicine*. 2020 Jan 1;12(1):215–24.
5. Bae W sik, Lee KC, Lee DY. The Effects of Dynamic Neuromuscular stabilization Exercise on Forward Head Posture and spine Posture. *Medico-Legal Update*. 2019;19(2):670.
6. Mousavi SMS, Mirsafaei Rizi R. Effect of Central Stability and Dynamic Neuromuscular Stabilization Exercises on Pain, Flexibility, Balance, Muscle Endurance and Quality of Life in Men With Nonspecific Chronic Low Back Pain. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2022 Jun 22;31(2):136–49.
7. Sharma K, Yadav A. Dynamic Neuromuscular Stabilization - A Narrative Review. *Int J Health Sci Res*. 2020;10(9):221–31.
8. Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic Neuromuscular Stabilization & Sports Rehabilitation. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. 2013;8(1):62–73.
9. Kobesova A, Kolar P. Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *J Bodyw Mov Ther*. 2014 Jan;18(1):23–33.
10. Chaitow L, Bradley D, Gilbert C. Recognizing and Treating Breathing Disorders: a multidisciplinary approach . Second. London: Elsevier ; 2014.
11. Bae WS. The Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) on the Respiratory Function of Subjects with Forward Head Posture (FHP). *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*. 2021 Aug 31;16(3):55–64.
12. Dehghani E, Ghasemi G. Effects of Eight Week of Dynamic Neuromuscular Stabilization Exercises on Posture, Strength and Trunk Endurance in Educable Mentally Retarded Students. *Sport Medicine Studies* . 2021;13(29):229–32.
13. Abadi Marand L, Noorizadeh Dehkordi S, Roohi-Azizi M, Dadgoo M. Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization on Balance, Trunk Function, Falling, and Spasticity in People With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2023 Jan;104(1):90–101.
14. Najafi Ghagholestani B, Gandomi F, Assar S, Richard Spears L. Effects of Dynamic Neuromuscular Stabilization and Aquatic Exercises on the Pain, Disability, Lumbopelvic Control, and Spinal Posture of Patients With Non-specific Low Back Pain. *Iranian Rehabilitation Journal*. 2022 Nov 1;20(3):333–44.
15. Rahimi N, Mahdavinezhad R, Hosseini S, Negahban H. Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization Breathing Exercises on Some Spirometry Indices of Sedentary Students With Poor Posture. *Iranian Rehabilitation Journal*. 2022;20(3):333–44.
16. Davidek P, Andel R, Kobesova A. Influence of Dynamic Neuromuscular Stabilization Approach on Maximum Kayak Paddling Force. *J Hum Kinet*. 2018 Mar 23;61(1):15–27.
17. Panse R, Yeole U, Pawar P, Gawali B. Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization Therapy Vs Parachute Resistance Training on Performance Level in Race Walkers: Comparative Study. *International Journal of Physiotherapy*. 2020 Jul 10;7(3):114–8.
18. Ghavipanjan V, Rahimi NM, Akhlaghi F. Six Weeks Effects of Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) Training in Obese Postpartum Women With Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Biol Res Nurs*. 2022 Jan 23;24(1):106–14.
19. Park I, Park C, Kim K, Cha Y. Effects of Dynamic Neuromuscular Stability Exercise on the Scoliosis and Pain Control in the Youth Baseball Players. *J Mech Med Biol*. 2021 Nov 5;21(09).