
THE INFLUENCE OF LOW LOAD LUMBAR EXERCISE TRAINING ON THE DEVELOPMENT OF ISOLATED LUMBAR FLEXOR AND EXTENSOR MUSCLE STRENGTH IN SEAFARERS

Straton Alexandru ^{1 *}Micu Alexandru ²Gidu Diana ³Rață Marinela ⁴¹ Maritime University of Constanta, Mircea cel Bătrân, no. 104, 900663 Constanta, Romania;^{2,3} Ovidius University of Constanta, Blvd. Mamaia, no. 124, 900527 Constanta, Romania.⁴ Vasile Alecsandri University of Bacău, Calea Mărășești, nr. 157, Bacău, 600115, Romania

Keywords: *seafarers, lumbar, flexion, extension, isometric, low load, exercise*

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the low load lumbar flexion and extension exercise training on the development of isolated lumbar extension and flexion strength. Isometric torque of the isolated lumbar extension and flexion muscles was measured at two positions (0° and 30° range of motion) on 54 healthy men before and after 8 weeks of low load lumbar flexion and extension exercise training. Subjects were assigned in two groups, the first (27) trained 3 times/week with low load lumbar flexion and extension exercise and the second (control, 27) did not train. Post training isometric strength values describing isolated lumbar extension and flexion strength improved in greater extent for the low load lumbar flexion and extension exercise group in both angles ($p < 0.05$) relative to controls. These data indicate that low load lumbar strength exercise training is an effective method of improving lumbar extension and flexion muscles strength.

1. Introduction

Anually the cost of medical care generated by low back pain is increasing and it has been estimated to be a major health problem in today's society. Low back pain is the most frequent cause of limitation of physical activity (Wing, 2001) or physical demanding work among people with age less than 45 years old (McCoy, Hadjipavlou, Overman, Necessary, & Wolf, 1997). However, the peak age for spine injuries is 40 years old (Andersson, Fine, & Silverstein, 1995).

The factors which may contribute to the risk of low back pain are the lack of sleep, fatigue, emotional instability, substance abuse (alcohol and drugs),

* E-mail: stratonalex@gmail.com

smoking (Al-Obaidi, Anthony, Al-Shuwai, & Dean, 2004), family problems, overweight, physical inactivity, physical activity performed incorrectly (excessive or incorrect movements), weak muscle endurance, continuous and very demanding physical activity at work, prolonged sitting, inaccurate chronic postures in orthostatic position, repeated backfall, flexion, twisting, pushing and/or lifting, prolonged driving vibrations, increased chronic stress (chronic stress is releasing cortisol hormone, which is involved in muscle and tendon injury), low job satisfaction, low motivation for work and mental fatigue (Bigos et al. 1992). It is also known that poor trunk muscle function may contribute to the risk of low back pain (Leino, Aro, & Hasan, 1987) in greater extent than structural disorders. So, a strong muscle corset around the lumbar spine could decrease the risk of low back pain or injury by increasing spine stability (Beim, Giraldo, Pincivero, Borrer, & Fu, 1997).

Low back pain treatment is costly and frequently includes the use of special machines to train lower back muscles (Mafi, McCarthy, Davis, & London, 2013). Different forms of training exercises for the lumbar flexor and extensor muscles are of interest in rehabilitation programmes, especially for low back pain patients.

Due to normal aging, body tissues can cause changes in the anatomy of the spine, especially in intervertebral disks. It is well known that most trunk strength exercises develop a compression of the lumbar spine between 1500N and 3000N (Axler & McGill 1997). Minimizing the lumbar compression is very important in selecting the most suitable trunk exercises to develop strength for seafarers with spine problems. So far, no strength exercise, performed at the spine was found to be optimal in developing muscle strength, and at the same time to provide a low (minimum) load on the intervertebral joints (Axler & McGill 1997).

Science, currently, cannot prescribe the best exercises to develop strength, for all problems encountered in the lumbar spine; the real possibility to diminish or to eliminate the problems encountered in the lumbar spine is the combination of scientific research with clinical experience in designing the optimal strength exercise programs. Thus, the selection process of lumbar low load strength exercises, applied in this study is based on safety or minimize the load at the level of lumbar spine and, also, on the optimal muscle actions necessary to develop lumbar muscle strength and endurance.

Therefore, the hypothesis of this investigation was to evaluate the low load lumbar flexion and extension exercise training on the development of isolated lumbar extension and flexion strength in healthy asymptomatic seafarers.

2. Material and methods

This longitudinal study was conducted in Constanta. After the presentation of study aims and methods, fifty-four healthy sedentary men (ordinary seamen all assigned on bulk carriers and all present on land when this study was conducted), who had no history of chronic lumbar pain and no orthopedic or

cardiovascular contraindications, volunteered for this investigation. Twenty-seven of these subjects (mean age $33^7 \pm 4^3$ (years months)) were assigned to a low load lumbar flexion and extension training group and 27 (mean age $35^3 \pm 3^7$ (years months)) acted as controls and did not train. Characteristics of subjects by groups are shown in table 1. Written informed consent was obtained from all subjects.

Table 1. Characteristics of the subjects ^a

	Experiment (n=27)	Control (n=27)
Body height (cm.)	175.6 ± 6.4	173.9 ± 6.0
Body weight (kg.)	75.0 ± 6.3	74.3 ± 6.3
BMI (kg/m^2) ^b	24.3 ± 0.9	24.5 ± 0.8
Fat (%)	24.3 ± 2.0	24.9 ± 1.5
Fat mass (kg.)	18.3 ± 2.4	18.5 ± 2.1

^a Values are means \pm SD.
^b body mass index.

Testing

Before and after 8 weeks training period, each subject completed an isometric strength test on DAVID F130 Lumbar/Thoracic Flexion machine (figure 1) (DAVID Fitness & Medical Ltd., Karitie 9, 01530 Vantaa, Finland) and DAVID F110 Lumbar/Thoracic Extension machine (figure 2). Each test included measurement of maximal voluntary isometric strength of the lumbar flexor and extensor muscles at 0° and 30° . Maximal voluntary lumbar isometric strength values were recorded on MC-3 microcomputer (figure 3), which was connected on each DAVID machine.

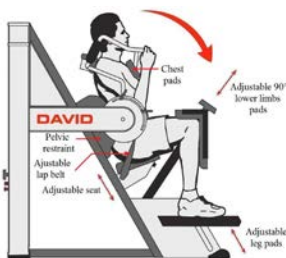


Figure 1. DAVID F130 Lumbar/Thoracic Flexion

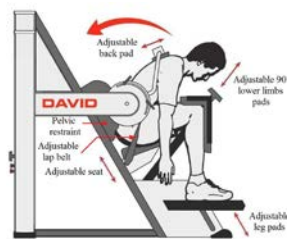


Figure 2. DAVID F110 Lumbar/Thoracic Extension



Figure 3. MC-3 digital test module

Subjects were seated in both machines with their knees positioned so that the femurs were parallel to the seat, with lower limbs secured in place by two restraints used to stabilize the pelvis. The lower limbs restraints consisted in two

90° pads on an adjustable crank, placed against the anterior side of the tibia and the femur covering the knee articulation, and a lap belt, for thigh restraint, that was secured in place over the top of the femurs, just below the waist. These restraints were forcing the pelvis back against a specially designed pelvic restraint. The combination of these restraining forces stabilized the pelvis, allowing no lateral, vertical or rotational movement.

Subjects were instructed not to exercise for at least 24 hours before testing. To initiate the test on David F 110 Lumbar/Thoracic Extension machine, subjects were first locked in 30° of flexion and instructed to slowly and continuously extent their back against the upper back pad (monement arm of machine) for 2 to 3 second period, with arms hanging relaxed. Once maximal tension had been achived, subjects were instructed to maintain the contraction for an additional 1 to 2 seconds before relaxing. A 60 second rest interval was provided until the next isometric contraction, while the 0° angle of measurement was set. The same protocol was maintained for David F130 Lumbar/Thoracic Flexion machine, with the remark that, the subjects slowly and continuously flex their spine against the upper chest pads for 2 to 3 second period, and standardized positioning of the arms was achived by two handle bars attached to an extending 30cm from the chest pads.

During the contractions, subjects were verbally encouraged to give a maximum effort. Lower limbs restraints were tightened if pelvic movement was observed during testing, to ensure pelvic stabilization.

Training

Twenty-seven subjects trained 3 days per week for 8 weeks and 27 served as controls and did not train the lumbar extensor and flexor muscles. Low load lumbar flexion and extension exercises were performed, with small exceptions, in the same days of the week, with one, respectively, two days of rest. Each training session had approximately 1 hour and 30 minutes. Training volume individualization was set, in accordance with maximal lumbar isometric strength values obtained in initial testing, for each subject.



Figure 4. *Single lower limb bent curl-up.*



Figure 5. *Lower limbs bent curl-up.*

Lumbar flexion and extension exercises were chosen to improve muscular endurance and strength through active movements (Vera-Garcia, Grenier, & McGill, 2000), presenting as a resistance factor, gravity and the

weight of different body segments, and in the same time presenting the lowest intervertebral disc compression (fig. 4-7) (McGill, 1998).

Lumbar flexion and extension strength exercises were performed through repeated dynamic contractions and in a controlled manner; this kind of contraction presents efficiency in developing muscle peak power (Fitts, McDonald, & Schluter, 1991), muscular strength for sedentary subjects (beginners) (Zařiorski, 1980) and, also, in rehabilitation strength programmes (Graves et al., 1990; Malosoux, Francaux, Nielens, & Theisen, 2006).



Figure 6. Single lower limb extension.



Figure 7. Single crossed lower and upper limb extension.

Data analysis

Isometric strength was measured in units of torque (Nm). Means and standard deviations were calculated for each angle of measurement. Between pretraining and postraining tests and, respectively, 0° and 30° flexion, comparisons were made using two-tailed dependent student t test. Between groups comparisons were made using two-tailed independent student t test. Statistical significance was accepted at $p < 0.05$ (Lieber, 1990).

3. Results and discussions

Table 2. Pretraining and postraining lumbar isometric (Nm) strength values

		F130 Flexion		F110 Extension (Nm)	
	Angles of lumbar flexion (deg)	Pretraining	Posttraining	Pretraining	Posttraining
Experiment (n=27)	0°	180.0 ± 9.0 ^c	190.1 ± 8.8 ^{bcd}	188.1 ± 18.6 ^c	197.6 ± 19.3 ^{bc}
	30°	157.8 ± 9.4 ^d	164.9 ± 9.6 ^b	275.9 ± 24.0 ^d	287.9 ± 24.2 ^b
Control (n=27)	0°	182.2 ± 7.5 ^c	183.2 ± 8.1 ^c	191.5 ± 15.0 ^c	192.3 ± 14.6 ^c
	30°	163.3 ± 6.2	165.1 ± 5.5 ^b	288.8 ± 19.4	290.1 ± 18.7 ^b

^aValues are means ± SD.
^b $p < 0.05$ compared with pretraining strength.
^c $p < 0.05$ compared with 30° strength.
^d $p < 0.05$ compared with controls at 0° and, respectively, 30°.

Between pretraining and postraining tests experiment group showed significant improvements of isometric strength, in both angles tested, for flexion ($t=17.414$ for 0° and $t=15.35$ for 30°) and for extension ($t=17.456$ for 0° and

18.843 for 30°). Some improvements in isometric strength has showed, but in much lesser extent, in control group at 30° for both flexion ($t=3.525$) and extension ($t=2.176$). For flexion the best values of isometric strength has been recorded at 0° for both experiment group (pretraining $t=29,372$ and posttraining $t=29,093$) and control group (pretraining $t=25,256$ and posttraining $t=16.699$). In contrast, for extension, the best values of isometric strength has been recorded at 30° for both experiment group (pretraining $t=51,174$ and posttraining $t=49,205$) and control group (pretraining $t=64,698$ and posttraining $t=63,876$).

The values of lumbar extension isometric strength were significantly higher in 30° of flexion and the values of lumbar flexion isometric strength were significantly higher in 0° of flexion. The pretraining and posttraining values of lumbar extension isometric strength were significantly higher in both angles (0° and 30° of flexion) than the values of lumbar flexion isometric strength, in both groups tested (table 2). Most studies showed that lumbar extension strength is clearly greatest in full flexion showing a linear descent from flexion to extension positions (Graves et al., 1990) and is significantly higher than abdominal strength, in all angles of flexion tested (Straton & Cismaş, 2009).

Results comparing the pretraining and posttraining maximal isometric flexion and extension strength indicate that low load lumbar flexion and extension exercise training was effective for lumbar flexor and extensor muscles (table 2). Subjects, from the low load lumbar flexion and extension exercise training group, showed gains in maximal isometric extension strength of 5% (0° flexion) and 4.3% (30° flexion) and in maximal isometric flexion strength of 5.6% (0° flexion) and 4.5% (30° flexion).

Pollock et al. (1989), reported an increase in lumbar isometric strength, in mixed genders, from 102% (0° flexion) to 42% (72° flexion) after 10 weeks of training (one training session per week) on a MedX lumbar extension machine (Pollock et al., 1989). Graves et al. (1994), reported an increase in dynamic exercise loads, in mixed genders, of 29% in no stabilization of pelvis (NO-STAB) group and 39% in pelvic stabilization (P-STAB) group, after 12 weeks of training (one training session per week, one set of 8 to 12 repetitions to volitional exhaustion) on Nautilus lower back machine and Cybex Eagle back extension machine (NO-STAB) and, respectively, MedX lumbar extension machine (P-STAB) (Graves et al., 1994).

In training, pelvic stabilization is not required to develop lumbar extension strength (Mayer, Graves, Udermann, & Ploutz-Snyder, 2002). However, it seems that isolated lumbar extension exercises are very effective in reducing low back pain in chronic patients, relative to identical exercises with no pelvic stabilization (Smith, Bissell, Bruce-Low, & Wakefield, 2011). Other studies showed that, variable resistance dynamic exercises provide an effective training stimulus for the development of lumbar extension strength (Tucci et al., 1992).

Trunk extension movements are accomplished by compound of lumbar-pelvic rhythm, during normal daily activities when the pelvis is not stabilized. Lumbar flexion and extension exercises with no pelvic stabilization may not be

an effective way to train for the specific industrial tasks and activities of daily living. Compared with resistance exercise training with or without pelvic stabilization realized on special machines, low load flexion and extension exercise training presented in this study, was much lower in efficiency. Even if lumbar extension movements without pelvic stabilization primarily exercise the hip extensor (gluteal and hamstring) muscles (Petersen, Amundsen, & Schendel, 1987), lumbar extensor muscles have some potential in developing strength.

However, resistive exercise training with pelvic stabilization, which effectively improve dynamic trunk flexion and extension strength, may not be an option for seafarers lumbar strength training when working on sea, because of the lack of pelvic stabilization machines presence on bulk carriers and because of the time spent on sea without strength training on pelvic stabilization machines, which it can be four to six months for ordinary seamen. Therefore, low load lumbar flexion and extension exercise training is an alternative method of developing lumbar strength for seafarers (including seafarers with history of low back pain), when working on bulk carriers.

4. Conclusions

Exercising 3 times per week, for 8 weeks with low load lumbar flexion and extension exercises increase the strength of the lumbar flexion and extension muscles, which confirm the study hypothesis.

These data have practical applications for seafarers which work on bulk carriers and, in the same time, participate in training programs for the lumbar spine.

Further research is necessary to determine the optimal frequency and/or duration of training, with low load flexion and extension strength exercises, necessary to produce the greatest improvement in lumbar flexion and extension strength for seafarers, with or without low back pain.

References

1. AL-OBAIDI, S.M., ANTHONY, J.N., AL-SHUWAI, DEAN, E. (2004). Differences in back extensor strength between smokers and nonsmokers with and without low back pain, *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 34(5) p. 254-60.
2. ANDERSSON, G.B.J., FINE, L.J., SILVERSTEIN, B.A. (1995). *Musculoskeletal disorders*, in: LEVY, B.S. and WEGMAN, D.H. (Eds.), *Occupational Health: Recognizing and Preventing Work-Related Disease*, Little, Brown and Company New York,
3. AXLER, C.T., MCGILL, S.M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge, *Med. Sci. Sports. Exerc.* 29, p. 804-11;
4. BEIM, G.M., GIRALDO, J.L., PINCIVERO, D.M., BORROR, M.J., FU, F.H. (1997). Abdominal strengthening exercises: a comparative EMG study, *J. Sport Rehabil.* 6 p. 11-20.

5. BIGOS, S.J., BATTIE, M.C., SPENGLER, D.M., FISHER, L.D., FORDYCE, W.E., HANSSON, T., NACHEMSON, A.L., ZEH, J. (1992). A longitudinal, prospective study of industrial back injury reporting, *Clin. Orthop. Relat. Res.* pp. 21-34;
6. FITTS, R.H., MCDONALD, K.S., SCHLUTER, J.M. (1991). The determinants of skeletal muscle force and power: their adaptability with changes in activity pattern, *J. Biomech.* 24 (Suppl. 1) pp. 111-22.
7. GRAVES, J.E., POLLOCK, M.L., FOSTER, D., LEGGETT, H.S., CARPENTER, D.M., VUOSO, R., JONES, A. (1990). Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength, *Spine* 15(6) 504-9.
8. GRAVES, J.E., WEBB, D.C., POLLOCK, M.L., MATKOZICH, J., LEGGETT S.H., CARPENTER, D.M., FOSTER, D.N., CIRULLI, J. (1994). Pelvic stabilization during resistance training: its effect on the development of lumbar extension strength, *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 75(2) 210-5;
9. LEINO, P., ARO, S., HASAN, J. (1987). Trunk muscle function and low back disorders: a ten-year follow-up study, *J. Chronic Dis.* 40(4) p. 289-296;
10. LIEBER, R.L. (1990). Statistical significance and statistical power in hypothesis testing, *J. Orthop. Res.* 8(2) 304-9;
11. MAFI, J.N., McCARTHY, E.P., DAVIS, R.B., LONDON, B.E. (2013). Worsening trends in the management and treatment of back pain, *JAMA Intern. Med.* 173(17) 1573-81;
12. MALOSOUX, L., FRANCAUX, M., NIELENS, H., THEISEN, D., (2006). Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers, *J. Appl. Physiol.* 100(3) 771-9.
13. MAYER, J.M., GRAVES, J.E., UDERMANN, B.E., PLOUTZ-SNYDER, L.L. (2002). Development of lumbar extension strength: Effect of pelvic stabilization during resistance training, *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 16(1) 25-31;
14. McCOY, C.E., HADJIPAVLOU, A.G., OVERMAN, T., NECESSARY, J.T., WOLF, C. (1997). Work-related low back injuries caused by unusual circumstances, *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 26(5) p. 260-5;
15. MCGILL S. M. (1998). *Low Back Exercises: Evidence for Improving Exercise Regimens*, Physical therapy, 78 (7): 754-765;
16. PETERSEN, C.M., AMUNDSEN, L.R., SCHENDEL, M.J. (1987). Comparison of the effectiveness of two pelvic stabilization systems on pelvic movement during maximal isometric trunk extension and flexion muscle contractions, *Phys. Ther.* 67(4) 534- 41.
17. POLLOCK, M.L., LEGGETT, S.H., GRAVES, J.E., JONES, A., FULTON, M., CIRULLI, J. (1989). Effect of resistance training on lumbar extension strength, *Am. J. Sports Med.* 17(5) 624-9;
18. SMITH, D., BISSELL, G., BRUCE-LOW, S., WAKEFIELD, C. (2011). The effect of lumbar extension training with and without pelvic stabilization

- on lumbar strength and low back pain, *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 24(4) 241-9;
19. STRATON, G., CISMAȘ, T. (2009). Diferențe de forță izometrică maximă între diferite unghiuri și diferite tipuri de mișcări ale trunchiului la subiecții de gen feminin, *Palestrica mileniului III, Civilizație și Sport, vol. 10, 1* (35) 83-9;
 20. TUCCI, J.T., CARPENTER, D.M., POLLOCK, M.L., GRAVES, J.E., LEGGETT, S.H. (1992). Effect of reduced frequency of training and detraining on lumbar extension strength, *Spine* 17(12) 1497-501;
 21. VERA-GARCIA, F.J., GRENIER, S.G., MCGILL, S.M. (2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Phys. Ther.* 80(6) 564-9;
 22. WING, P.C. (2001). *Rheumatology, Minimizing disability in patients with low-back pain*, CMAJ 164(10) 1459-68;
 23. ZAȚIORSKI, V.M. (1980). *Educarea forței (a calităților de forță)*, in: L.P. Matveev and A.D. Novikov, (Eds.), *Teoria și metodică educației fizice*, București: Sport-Turism, pp.199-200.

INFLUENȚA ANTRENAMENTULUI CU EXERCIȚII CU ÎNCĂRCARE SCĂZUTĂ ÎN DEZVOLTAREA IZOLATĂ A MUȘCHILOR FLEXORI ȘI EXTENSORI LOMBARI LA PERSONALUL NAVIGANT DIN MARINA COMERCIALĂ

Straton Alexandru ¹

Micu Alexandru ²

Gidu Diana ³

Rață Marinela ⁴

¹ Universitatea Maritimă „Mircea cel Bătrân” din Constanța, no. 104, 900663 Romania

^{2,3} Universitatea „Ovidius” din Constanța, Blvd. Mamaia, no. 124, 900527 Romania

⁴ Universitatea „Vasile Alecsandri” din Bacău, Calea Mărășești, nr. 157, 600115, Romania

Cuvinte cheie: marinar, personal navigant, lombar, flexor, extensor, izometric, încărcare scăzută, exercițiu.

Rezumat

Scopul acestui studiu a fost să evalueze antrenamentul bazat pe bazat pe exerciții cu încărcătură redusă pentru mușchii lombari, flexori și extensori, în dezvoltarea izolată a forței. Forța izometrică izolată la nivelul mușchilor flexori și extensori a fost măsurată în două poziții pe 54 de bărbați sănătoși, înainte și după 8 săptămâni de antrenament bazat pe exerciții cu încărcătură redusă pentru mușchii flexori și extensori lombari. Subiecții au fost împărțiți în două grupuri, primul grup (27) a fost antrenat de 3 ori/săptămână cu exerciții cu încărcătură redusă iar cea de a doua grupă (control, 27) nu s-a antrenat. Valorile forței izometrice indică o îmbunătățire a forței izolate la mușchii

flexori și extensori lombari la subiecții grupei de experiment la ambele unghiuri față de subiecții grupului de control. Aceste date indică faptul că antrenamentul bazat exerciții cu încărcătură redusă pentru mușchii flexori și extensori lombari reprezintă o metodă eficientă în dezvoltarea forței musculare lombare.

1. Introducere

Costurile anuale medicale generate de durerile lombare de spate sunt în creștere și sunt considerate a fi o problemă majoră de sănătate în societatea modernă. Durerile lombare de spate reprezintă cauza principală de limitare a activității fizice (Wing, 2001) sau a muncilor solicitante fizic în rândul oamenilor cu vârsta mai mică de 45 ani (McCoy, Hadjipavlou, Overman, Necessary, & Wolf, 1997). Oricum, vârful afecțiunilor coloanei vertebrale este atins la vârsta de 40 de ani (Andersson, Fine, & Silverstein, 1995).

Factorii care pot contribui la creșterea riscului de apariție a durerilor lombare de spate sunt: lipsa somnului, extenuare, instabilitate emoțională, abuz de anumite substanțe (alcool și droguri), fumatul (Al-Obaidi, Anthony, Al-Shuwai, & Dean, 2004), problemele familiale, supraponderalitatea, inactivitatea fizică, activitatea fizică efectuată incorect (mișcări incorecte sau excesive), rezistență musculară slabă, o activitate continuă și intensă la locul de muncă, statul pe scaun în exces, poziții cronice alterate în ortostatism, căderi repetate pe spate, flexii, răsuciri, împingeri sau/și ridicări, vibrații în timpul conducerii prelungite ale automobilelor, stress cronic mărit (stresul cronic este legat de hormonul cortizon, care este implicat în accidentele la nivelul mușchilor și tendoanelor), satisfacție scăzută la locul de muncă, motivare slabă pentru muncă și activități fizice (Bigos et al. 1992). Este de asemenea cunoscut că funcționarea precară a musculaturii trunchiului poate contribui la creșterea riscului de dureri lombare de spate (Leino, Aro, & Hasan, 1987) într-o măsură mai mare în tulburări structurale. Deci un corset muscular puternic la nivelul coloanei lombare poate descrește riscul durerilor și accidentărilor musculare lombare prin creșterea stabilității coloanei vertebrale (Beim, Giraldo, Pincivero, Borrer, & Fu, 1997).

Tratamentul durerilor lombare de spate este scump și frecvent include folosirea unor aparate speciale care să antreneze musculatura lombară a spatelui (Mafi, McCarthy, Davis, & London, 2013). Sunt folosite diferite forme de exerciții fizice pentru antrenarea mușchilor flexori și extensori în programele de recuperare în special pentru pacienții cu dureri lombare de spate.

Datorită înaintării normale în vârstă țesuturile pot suferi schimbări în anatomia coloanei vertebrale mai ales la nivelul discurilor intervertebrale. Este de notorietate că majoritatea exercițiilor pentru dezvoltarea musculaturii spatelui crează o compresie a coloanei lombare între 1500N și 3000N (Axler & McGill 1997). Scăderea la minim a compresiei stă la baza selecționării celor mai bune exerciții pentru musculatura spatelui pentru personalul navigant cu probleme la coloana vertebrală. Până acum nu au fost găsite exercițiile musculare care aplicate coloanei vertebrale să ofere o dezvoltare optimă a forței și în același

timp să ofere o încărcare minimă asupra discurilor intervertebrale (Axler & McGill 1997).

Știința, în acest moment, nu poate prescrie cel mai bun program de antrenament pentru dezvoltarea forței, pentru toate problemele întâlnite la coloană în regiunea lombară; cea mai bună posibilitate este să diminueze sau să elimine problemele întâlnite la nivelul coloanei lombare în combinație cu cercetarea științifică și cu experiența clinică în proiectarea unui program optim de dezvoltare a forței. Deși procesul de selectare a exercițiilor cu încărcare redusă aplicate în acest studiu se concentrează pe siguranță sau pe reducerea la minim a încărcării coloanei vertebrale la nivel lombar și de asemenea pe acțiunile optime ale mușchilor necesare pentru dezvoltarea forței și rezistenței la nivelul lombar.

Prin urmare, ipoteza acestui studiu va evalua sistemul de antrenament cu exerciții cu încărcare redusă pentru dezvoltarea izolată a forței mușchilor flexori și extensori lombari la subiecții sănătoși care fac parte din personalul navigant al marinei comerciale.

2. Material si metode

Acest studiu a avut loc în Constanța. După prezentarea scopului și obiectivelor studiului și a metodelor 54 de bărbați sănătoși, sedentari (marinari obișnuiți, toți îmbarcați pe nave vrachier și toți aflați pe uscat pe timpul acestui studiu), care nu au avut înregistrate dureri cornice lombare, și nici contraindicații ortopedice sau cardiovasculare, s-au oferit voluntari pentru această cercetare. Douăzeci și șapte dintre subiecți (media de vârstă $33^7 \pm 4^3$ (ani^{luni})) au fost înscriși în grupa care a urmat programul de pregătire bazat pe exerciții cu încărcare redusă pentru mușchii flexori și extensori lombari, ceilalți 27 cu media de vârstă $35^3 \pm 3^7$ (ani^{luni}) au format grupa de control și nu au urmat niciun antrenament. Caracteristicile subiecților pe grupe sunt prezentate în tabelul 1. Subiecții și-au dat acordul scris privind participarea la acest studiu.

Tabel 1. Caracteristicile subiecților^a

	Experiment (n=27)	Control (n=27)
Înălțime (cm.)	175.6 ± 6.4	173.9 ± 6.0
Masă corporală (kg.)	75.0 ± 6.3	74.3 ± 6.3
IMC (kg/m ²) ^b	24.3 ± 0.9	24.5 ± 0.8
Grasime (%)	24.3 ± 2.0	24.9 ± 1.5
Masa grasă (kg.)	18.3 ± 2.4	18.5 ± 2.1
^a Values are means ± SD.		
^b indicele de masă corporală.		

Testarea

Înainte și după perioada de antrenament de 8 săptămâni fiecare subiect a fost testat pentru determinarea forței izometrice pe aparatul DAVID F130 Mașina de flexie lombară-toracică (fig. 1) (DAVID Fitness & Medical Ltd., Karitie 9, 01530

Vantaa, Finland) și pe aparatul DAVID F110 Mașina de extensie lombară-toracică (fig. 2). Fiecare test a inclus măsurarea maximă voluntară a forței izometrice a mușchilor flexori și extensori la unghiurile de 0° și 30°. Valorile forței izometrice voluntare au fost înregistrate de microcomputerul MC-3 (fig. 3), care a fost conectat la fiecare dintre aparatele DAVID.

Subiecții au stat așezați pe cele două aparate cu genunchii astfel așezați încât femurul să fie paralel cu scaunul, cu membrele inferioare prinse de două tampoane opritoare folosite pentru stabilizarea pelvisului. Opritoarele membrelor inferioare au fost două tampoane dispuse la 90° pe o șină reglabilă, plasate în partea anterioară a tibiei și femurului acoperind articulația genunchiului, și o centură transversală, de reținere a coapsei, care este fixează pe partea de sus a femurului, chiar mai jos de talie. Aceste opritoare forțează bazinul înapoi împotriva unui opritor special conceput. Combinația acestor forțe imobilizatoare au stabilizat pelvisul, nepermițând nici o mișcare laterală, verticală sau de rotație.



Figura 1. DAVID F130
Flexie lombar/toracică

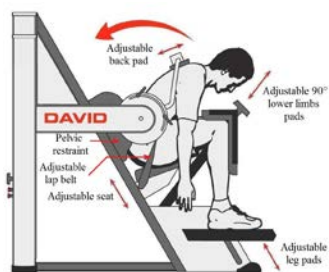


Figura 2. DAVID F110
Extensie lombar/toracică



Figura 3. MC-3 digital test
module

Subiecții au fost instruiți să nu facă exerciții fizice cel puțin 24 de ore înainte de testare. Pentru a iniția testul pe aparatul David F 110 Extensie toracică/lombară, subiecții au fost fixați pentru prima dată la 30° de flexie și instruiți să execute încet și continuu extensia contra tamponului din spate pentru perioadă 2-3 secunde, cu brațele relaxate. După ce s-a atins nivelul maxim de încordare subiecții au fost instruiți să mențină contracția pentru încă 1-2 secunde suplimentare înainte de relaxare. Un interval de 60 secunde de odihnă a fost lăsat până la următoarea contracție izometrică, în timp ce a fost reglat unghiul de 0°.

Același protocol a fost aplicat pentru aparatul David F130 flexie-extensie toracică/lombară, cu observația că, subiecții au flexat coloana încet și continuu împotriva tamponului superior pentru piept pentru o perioadă de 2-3 secunde, poziția standard a brațelor a fost realizată cu ajutorul a două mâneri atașate la 30cm de la tampoanele pentru piept.

În timpul contracției subiecții au fost încurajați verbal pentru a da maximul de efort. Membrele inferioare au fost fixate pentru a limita mișcarea pelvisului în timpul testării.

Antrenarea

Douăzeci și șapte de subiecți s-au antrenat trei zile pe săptămână, timp de 8 săptămâni și 27 au servit drept grup de control și nu și-au antrenat mușchii zonei lombare. S-au efectuat exerciții de extindere lombară, cu mici excepții, în aceleași zile ale săptămânii, cu una, respectiv, două zile de repaus.

Fiecare sesiune de antrenament a durat aproximativ 1 ora și 30 minute. Intensitatea antrenamentului a fost stabilită individual, în conformitate cu valorile maxime de rezistență izometrică lombară obținute în testarea inițială, pentru fiecare subiect.

Exercițiile lombare de flexie și extensie au fost alese pentru a îmbunătăți rezistența musculară și forța, prin mișcări active (VerA-Garcia, Grenier, & McGill, 2000), prezentând ca factor de rezistență, gravitația și greutatea diferitelor segmente ale corpului, și în același timp oferind cel mai scăzut grad de compresie la nivelul discurilor intervertebrale (fig. 4 -7) (McGill, 1998).

Exerciții de forță la nivel lombar de tip flexie și extensie au fost efectuate prin intermediul contracțiilor dinamice repetate și într-o manieră controlată; acest tip de contracție prezintă eficiență în dezvoltarea forței musculare de vârf (Fitts, McDonald, & Schluter, 1991), forța musculară pentru subiecții sedentari (începători) (Zaïorski, 1980) și, de asemenea, în programele de forță de recuperare (Graves et al., 1990; Malosoux, Francaux, NielenS, Theisen, 2006).

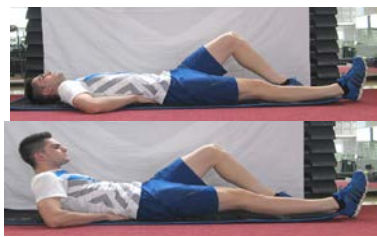


Figura 4. *Flexarea unui singur membru inferior*

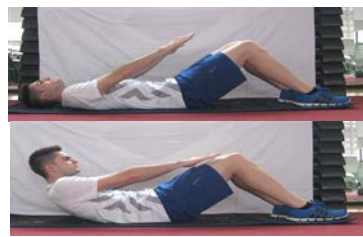


Figura 5. *Flexarea membrelor inferioare*



Figura 6. *Extinderea unui singur membru inferior*



Figura 7. *Extinderea alternativă a membrelor inferioare și superioare*

Analiza datelor

Puterea izometrică a fost măsurată în unități de cuplu (Nm). Mediile și deviațiile standard au fost calculate pentru fiecare unghi de măsurare. Între testele anterioare antrenamentului și testele post antrenament și respectiv, 0° și 30° flexie, comparațiile au fost realizate utilizând două grupe de eșantioane dependente prin testul t.

Între grupuri comparațiile au fost realizate cu ajutorul a două teste t independente. Semnificația statistică a fost stabilită la $p < 0.05$ (Lieber, 1990).

3. Rezultate și discuții

Între testele pre-antrenament și post-antrenament grupul experiment a aratat imbunatatiri semnificative de forță izometrică, în ambele unghiuri testate, pentru flexie ($t = 17,414$ de 0° și $t = 15,35$ de 30°) și pentru extensie ($t = 17,456$ de 0° și $18,843$ pentru 30°).

Unele îmbunătățiri în puterea izometrică a arătat, dar în mult mai mică măsură, grupul de control la 30° pentru ambele, flexie ($t = 3,525$) și extensie ($t = 2,176$). Pentru flexie cele mai bune valori de forță izometrică au fost înregistrate la 0°, atât pentru grupul experiment (pre-antrenament $t = 29,372$ și post-antrenament $t = 29,093$) și grupul de control ($t = 25,256$ pre-antrenament și post-antrenament $t = 16,699$). În schimb, pentru extensie, cele mai bune valori de putere izometrică au fost înregistrate la 30° pentru ambele grupuri de experiment (pre-antrenament $t = 51,174$ și post-antrenament $t = 49205$) și de control (pre-antrenament $t = 64,698$ și post-antrenament $t = 63,876$).

Valorile forței izometrice a extensiei lombare au fost semnificativ mai mari la 30° de flexie, iar valorile pentru flexia lombară au fost semnificativ mai mari la 0° de flexie. Valorile pre-antrenament și post-antrenament de extindere lombară la forța izometrică au fost semnificativ mai mari la ambele unghiuri (0° și 30° de flexie) decât valorile de flexie lombară la rezistența izometrică, în ambele grupuri testate (tabelul 2).

Tabel 2. Valorile de forță izometrică lombară pre-antrenament si post-antrenament (Nm)^a

		F130 Flexie		F110 Extensie (Nm)	
	Unghiuri de flexare lombară (grade)	Pre-antrenament	Post-antrenament	Pre-antrenament	Post-antrenament
Experiment (n=27)	0°	180.0 ± 9.0 ^c	190.1 ± 8.8 ^b c d	188.1 ± 18.6 ^c	197.6 ± 19.3 ^{b c}
	30°	157.8 ± 9.4 ^d	164.9 ± 9.6 ^b	275.9 ± 24.0 ^d	287.9 ± 24.2 ^b
Control (n=27)	0°	182.2 ± 7.5 ^c	183.2 ± 8.1 ^c	191.5 ± 15.0 ^c	192.3 ± 14.6 ^c
	30°	163.3 ± 6.2	165.1 ± 5.5 ^b	288.8 ± 19.4	290.1 ± 18.7 ^b

^a Valorile sunt medii ± SD.
^b $p < 0.05$ comparat cu forța pre-antrenament.
^c $p < 0.05$ comparat cu forța 30°.
^d $p < 0.05$ comparat cu control la 0° și, respectiv, 30°.

Cele mai multe studii au aratat ca forța de extensie lombară este în mod clar mai mare în flexie prezentând o scădere liniară față de extensie (Graves et al., 1990) și este semnificativ mai mare decât puterea abdominală, în toate unghiurile de flexie testate (Straton & Cismaș, 2009).

Rezultatele comparate între pre-antrenament și post-antrenament pentru flexie și extensie maximală izometrică în ceea ce privește forța indică faptul că flexia lombară și antrenamentul de extensie au fost eficiente pentru flexia lombară și mușchii extensori (tabelul 2).

Subiecții, din grupul care a executat exerciții de flexie lombară și extindere, au arătat câștiguri în forța de extensie maximă izometrică de 5% (0° flexie) și 4,3% (30° flexie) și în forța maximă de flexie izometrică de 5,6% (0° flexie) și 4,5% (30° flexie). Pollock et al., (1989), au raportat o creștere a forței izometrice lombară, pe genuri mixte, de la 102% (0° flexie) la 42% (72° flexie) după 10 săptămâni de antrenament (o sesiune de instruire pe săptămână) MEDX prelungire lombară (Pollock et al., 1989).

Graves și colab., (1994), au raportat o creștere a sarcinii de exercițiu dinamic, pe genuri mixte, de 29% fără stabilizarea pelvisului (NO-STAB) și 39% în stabilizare pelviană (P-STAB), după 12 săptămâni de antrenament (o sesiune de instruire pe săptămână, un set de 8-12 repetări până la epuizare) pe Nautilus ce lucrează zona de jos a spatelui și Cybex Eagle ce lucrează extensia spatelui (NO-STAB) și, respectiv, MEDX pentru extensii lombare (P-STAB) (Graves et al., 1994).

În antrenament, stabilizarea pelviană nu este necesară pentru a dezvolta forța lombară (Mayer, Graves, Udermann, Ploutz-Snyder, 2002). Cu toate acestea, se pare că exercițiile de extensie lombară sunt foarte eficiente în reducerea durerilor de spate la pacienții cronici, comparativ cu exerciții identice fără stabilizare pelviană (Smith, Bissell, Bruce-Low, & Wakefield, 2011). Alte studii au arătat că, exercițiile dinamice pot oferi forța variabilă la un stimul eficient prin antrenament pentru dezvoltarea forței lombare (Tucci et al., 1992).

Mișcările de extensie ale trunchiului sunt realizate prin compus de ritm lombar-pelvian, în timpul activităților zilnice normale, atunci când bazinul nu este stabilizat. Exercițiile de flexie și extensie lombară fără stabilizare pelviană nu pot fi o modalitate eficientă de antrenament pentru sarcinile specifice în activitățile cotidiene.

Comparativ cu exerciții de forță cu sau fără stabilizare pelviană realizate pe aparate speciale, exercițiile de flexie și extensie cu încărcare redusă prezentate în acest studiu, au fost semnificativ mai ineficiente. Chiar dacă mișcările de extensie lombară fără stabilizare pelviană solicită în primul rând extensorul soldului, mușchii (Petersen, Amundsen, & Schendel, 1987), (fesier și tendoanele genunchiului), mușchii extensori lombari au un anumit potențial în dezvoltarea forței.

Cu toate acestea, antrenamentul de forță cu stabilizare pelviană, care îmbunătățește în mod eficient flexia dinamică a trunchiului și puterea de extensie, nu poate fi o opțiune pentru navigatori atunci când se lucrează pe mare,

din cauza lipsei aparatelor de stabilizare pe vrachiere și din cauza timpului petrecut pe mare, fără aparate de stabilizare pelviană, care poate fi de patru până la șase luni pentru marinarii obișnuiți.

Prin urmare, antrenamentul bazat pe exerciții cu încărcare redusă pentru flexia și extensia lombară poate fi o metodă alternativă de dezvoltare a puterii lombare pentru navigatori (inclusiv navigatori cu antecedente de dureri lombare), atunci când lucrează pe vrachiere.

4. Concluzii

Antrenamentul de 3 ori pe săptămână, timp de 8 săptămâni, bazat pe exerciții de flexie și extensie lombară cu încărcare redusă poate crește puterea de flexie și extensie lombară a mușchilor.

Aceste date au aplicații practice pentru navigatori care lucrează pe vrachiere și, în același timp, participă la programe de antrenament fizic la nivelul coloanei vertebrale lombare.

Cercetări suplimentare sunt necesare pentru a determina frecvența optimă și/sau durata antrenamentului bazat pe exerciții de flexie și extensie lombară cu încărcare redusă, necesare pentru a produce cea mai mare îmbunătățire a forței de flexie și extensie lombară pentru navigatori, cu sau fără dureri de spate.