

VILNIUS UNIVERSITY

Jurga Indriūnienė

YOUNG WOMEN ISOKINETIC TRAINING EFFECTIVENESS

Summary of Doctoral Dissertation

Biomedical sciences, medicine (06 B)

Vilnius, 2013

The doctoral thesis was carried out at The Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University in 2009 – 2013.

Principal supervisor:

Prof. Dr. Alvydas Juocevičius (Vilnius University, biomedical sciences, medicine – 06B)

The doctoral dissertation is defended at Vilnius University, the Academic Research Board in Medicine:

Chairman:

Prof. Dr. Janina Tutkuvienė (Vilnius University, biomedical sciences, medicine – 06B)

Members:

Prof. Dr. Janina Didžiapetrienė (Vilnius University, Institute of Oncology, biomedical sciences, medicine – 06B)

Prof. Dr. Dainius Characiejus (Vilnius University, biomedical sciences, medicina – 06B)

Prof. Dr. Gintaris Kaklauskas (Vilnius Gediminas Technical University technology sciences, civil engineering – 02T)

Dr. Diana Mieliauskaitė (State Research Institute Center for Innovative Medicine, biomedical sciences, medicine – 06B)

Opponents:

Prof. Dr. Nomeda Rima Valevičienė (Vilnius University, biomedical sciences, medicine – 06B)

Assoc. Prof. Dr. Julius Griškevičius (Vilnius Gediminas Technical University, technology sciences, mechanics engineering – 09T)

The public defence of doctoral thesis will be held at the meeting of the Academic Research Board in Medicine on October 23, 2013, at 14.00 in the Conference Hall of Vilnius University Hospital Santariškių klinikos.

Address: Santariškių str. 2, LT-08661, Vilnius, LT-08661, Lithuania

The summary of the doctoral thesis was sent on September __ , 2013

The doctoral thesis is available at the Vilnius University Library.

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Jurga Indriūnienė

JAUNŲ MOTERŲ IZOKINETINĖS TRENIRUOTĖS EFEKTYVUMAS

Daktaro disertacijos santrauka

Biomedicinos mokslai, medicina (06 B)

Vilnius, 2013

Disertacija rengta 2009 – 2013 metais Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto, Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje.

Mokslinio darbo vadovas:

Prof. dr. Alvydas Juocevičius (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06 B)

Disertacija ginama Vilniaus universiteto Medicinos mokslo krypties taryboje:

Tarybos pirmininkė:

Prof. dr. Janina Tutkuvienė (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06B)

Nariai:

Prof. dr. Janina Didžiapetrienė (Vilniaus universitetas, Onkologijos institutas, biomedicinos mokslai, medicina - 06B)

Prof. dr. Dainius Characiejus (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina - 06B)

Prof. dr. Gintaris Kaklauskas (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T)

Dr. Diana Mieliauskaitė (Valstybinis mokslinių tyrimų institutas Inovatyvios medicinos centras, biomedicinos mokslai, medicina - 06B)

Oponentai:

Prof. dr. Nomedą Rima Valevičienė (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina - 06B)

Doc. dr. Julius Griškevičius (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, mechanikos inžinerija - 09T)

Disertacija bus ginama viešame Medicinos mokslo krypties tarybos posėdyje 2013 m. spalio mėn. 23 d. 14 val. Vilniaus universiteto Ligoninių Santariškių Klinikos konferencijų salėje.

Adresas: Santariškių g. 2, LT-08661, Vilnius, Lietuva

Disertacijos santrauka išsiųsta 2013 m. rugsėjo mėn. __ d.

Su disertacija galima susipažinti Vilniaus universiteto bibliotekoje.

INTRODUCTION

Health is a state of complete physical, mental, and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity (World Health Organization, 1984). Understanding and upholding principals of healthy lifestyle in young age determines health, habits and physical activeness in later period (Boreham, Riddoch, 2001, Juocevičius et al., 2003, Moraes et al., 2009). Woman's health influence the health of children, family, hence, the whole society (Ronnenberg et al., 2003, Drašutienė et al., 2007).

A good status of woman's health is the major background for personality's psychosocial development as well as an important part of the life quality (World Health Organization, 2002). Unfortunately, young women do not pay enough attention to healthy behaviour: they are not enough physically active, do not follow healthy eating habits, smoke, take alcoholic drinks, have much stress (Jonson et al., 1998, Gawlikowska-Sroka et al., 2009, Leyk and et al., 2010, Leyk et al., 2012). Because of this young women are overweight, obese, their physical capacity, quickness, and muscle functional status eventually decline (McWhorter et al., 2002, Stephens, 2012).

Though the functional status of lower limb muscles is not a specific or direct health index, but good intercoordination, strength and endurance of leg muscles makes it possible to maintain motional functions in everyday life and active physical work (Markovic, 2007, Risberg et al., 2007). A person's muscle strength is influenced by such factors as muscle fibre type, size and length of muscles, speed of muscle contraction, age, sex (Gaines, Talbot, 1999, Garcia et al., 2011). The muscle strength asymmetry of lower limbs may determine posture and walk disorders, enhance the risk of degenerative changes and musculoskeletal traumas (Trudelle-Jackson, 2011, Andrade, 2012). According to scientists, women's absolute strength in various muscular groups starts to decrease earlier and is less than men's during all life stages. That is why it is very important to timely define changes of women's muscle functional status and to properly select means that would help to restore muscle strength, endurance and intercoordination (Akbari, Mousavikhatir, 2012, Gaines, Talbot, 1999).

To analyse muscle function, isokinetic testing is used as it helps to perform dynamic, objective, non-invasive and accurate evaluation, and on the basis of the

obtained results, person's age, sex and pathology, it is possible to compose a suitable training and rehabilitation program (Nakano et al., 2006, Aquino, Garcez, 2006, Huang et al., 2013). Everyday physical exercising helps to avoid negative changes in muscle functioning, though there is no common opinion which exercising program is the most effective when seeking to enhance muscle strength, endurance and intercoordination (Boff, 2008, Remaund et al., 2010). According to Wilmore and Costil (2004), when comparing isotonic, isometric and isokinetic training programs, isokinetic training increases muscle strength and endurance mostly. During these trainings muscles get optimal weight on dynamic conditions, and motional speed is stable. Such kind of motion guarantees maximum contraction of muscles during the whole exercise to each degree of joint motion, provokes minimal pain after load and protects the joint from injuring (Baltzopoulos, Brodie, 1989, Costa et al., 2010). So, isokinetic resistance training is safe, well-tolerated and may be applied to improve physical and functional status of young women (Nickols-Richardson et al., 2007, Ahmed et al., 2011).

The aim of the research

To evaluate physical status and its change after different training programs in young healthy women and women after knee joint trauma.

Objectives of the research

1. To define peculiarities of healthy women's physical development and physical capacity components.
2. To evaluate effectiveness of isokinetic and traditional strength programs of healthy women.
3. To analyse physical development and muscle functional status of women after knee joint trauma.
4. To evaluate effectiveness of isokinetic and traditional strength training programs of women after knee joint trauma.

Statements to be defended

1. Healthy women's physical development, physical capacity and muscle functional status declined and do not correspond to recommended norms.

2. Isokinetic training program that is applied to healthy women and women after knee joint trauma improve physical status and functional status of knee flexors and extensors more significantly in comparison with traditional strength training program.

Scientific novelty

A complex of physical development, physical capacity and muscles functional status of young women's was evaluated. Unlike our study, many authors evaluate physical development and physical capacity appealing to body mass index, waist – pelvis proportion, maximal oxygen uptake. It is lack of research employing complex evaluation of young women's physical status.

During the research there was an evaluation of traditional strength exercises and isokinetic training program application effectiveness to healthy women's and women's after knee joint trauma functional status. There is lack of research which would compare these training programs on healthy women's and women's after knee trauma muscle strength, endurance and other indexes of physical status.

Practical value

To seek the improvement of physical development, physical capacity and muscle functional status it is recommended to apply isokinetic training for healthy persons and patients undergoing rehabilitation program after knee joint trauma.

On the basis of linear regression, were composed estimating equations of traumatized leg's knee flexors' and extensors' peak torque and total work expected results after performance of traditional strength exercises or isokinetic training program. Also muscle functional status evaluation scale was created. These methods can be used in rehabilitation practice.

RESEARCH MATERIAL AND METHODS

The research was carried out during the period of 2009 - 2013 in The Department of Rehabilitation, Physical and Sport Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University; in Outpatient Rehabilitation Department, the Centre of Rehabilitation, Physical and Sport Medicine, Vilnius University Hospital Santariškių klinikos. The research included 130 randomly selected 18 – 22 year-old women, 100 of them were students (mean age – 20.56 ± 1.40 y), 30 – women after knee joint trauma (mean age – 20.52 ± 1.54 y), an average period of 4.52 ± 0.63 months passed after knee joint anterior cruciate ligament reconstruction operation. Healthy women were randomly subdivided into control (n = 50), first (n = 25), second (n = 25) groups, women after knee joint trauma subdivided into third (n = 15) and fourth (n = 15) groups. The women from the control group were observed during the research period without their inclusion into the training program. The first and the third groups performed traditional strength exercising program, the second and the fourth groups performed isokinetic training program to improve their knee flexors and extensors status. All the women were evaluated in the beginning and the end of the training program. To seek the best evaluation of training effectiveness, 75 women (15 from each group) were tested in remote period (after 3 months).

During the research the women's physical activeness was evaluated applying International Physical Activity Questionnaire. The physical development indexes of the studied were evaluated: height, body mass, body mass index, limb volume, waist and pelvis size, waist – pelvis size proportion, skinfold thickness, muscle – fat mass index. Physical capacity indexes: maximal oxygen uptake, complex physical capacity index, anaerobic capacity, vertical jump, stand ups and squat downs in 60 s. To seek the best evaluation of knee flexors and extensors functional status, the isokinetic test was carried out using isokinetic dynamometer “Biodex Multi-Joint System 4 PRO“ on the healthy women at 60, 90, 180°/s angular speed, on the women after knee joint trauma - 90, 180°/s angular speed. During isokinetic test was evaluated muscle strength (shows peak torque) and endurance (shows total work).

3 months, twice a week the first group performed the program of traditional strength exercises during which open kinetic chain exercises for training knee flexors and extensors was applied. 3 months, twice a week the second group performed

isokinetic training for knee flexors and extensors. The third and the fourth groups were given 10-work day rehabilitation course which included: electrostimulation, classical remedial massage, physical therapy. During the physical therapy the women after knee joint trauma did the same exercises which expand motion amplitude, improve senses, balance, walking. The physical therapy program of these groups diverged through a muscle strength training component. The third group performed the program of traditional strength exercises, the fourth group performed isokinetic training. The time span of one training for the whole groups was gradually expanded from 30 to 45 min.

Statistical data analysis was carried out using SPSS 15.0 packet of statistical analysis. Groups' differences were assessed using Student's independent samples t-test. Group's changes over time were assessed by the Student's paired samples t-test. The significance level was set at $p < 0.05$. Pearson correlation coefficient was applied to evaluate variables linear relationship. On the basis of linear regression, estimating equations of expected results after different training programs were composed.

RESULTS

1. Healthy women's physical development and physical capacity

After evaluation of the healthy women's physical activity, we defined that 33 % of the studied were very or on the average intensively active at least 150 min per week and this, according to the recommendations World Health Organization (2010), complied with norms.

The body mass index average of the healthy women's was 21.59 ± 2.80 kg/m². According to the recommendations World Health Organization (2006), 16 % of the women were overweight or obese (Figure 1).

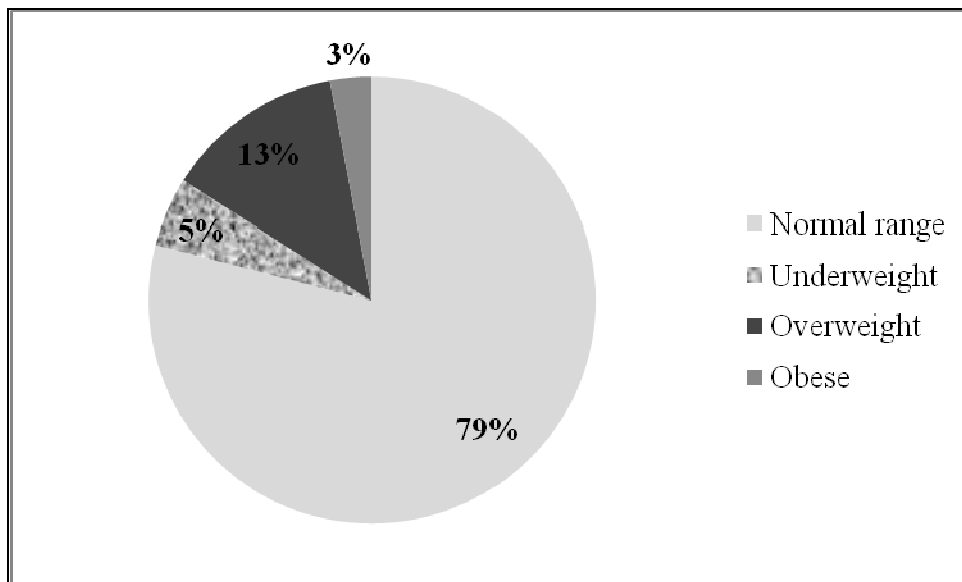


Figure 1. The healthy women distribution according to body mass index

The average of the healthy women's muscle – fat mass index (MFMI) was 2.25 ± 0.66 . 35 % of the women MFMI was average, 36 % – higher than average, 29 % – lower than average (Figure 2).

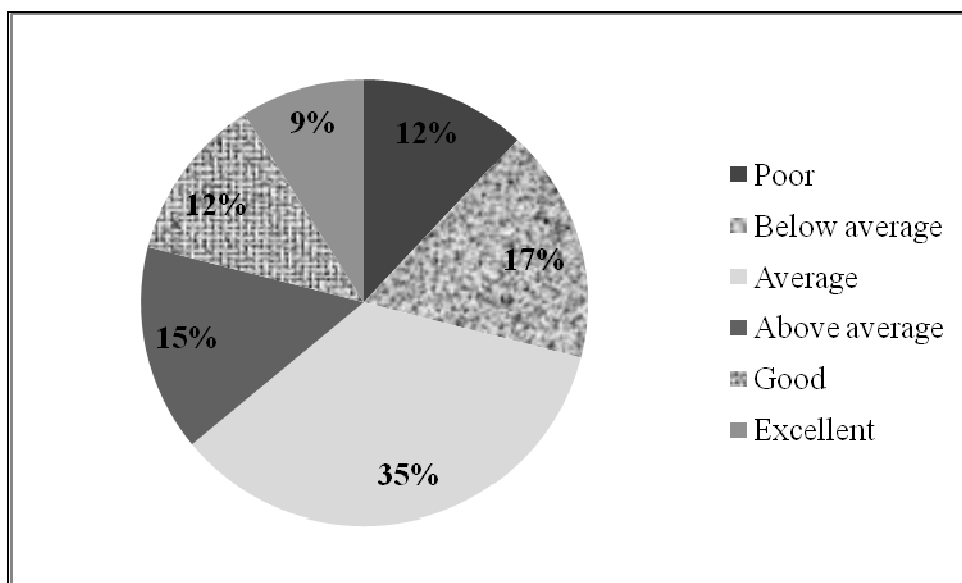


Figure 2. The healthy women distribution according to muscle – fat mass index

Women's average complex physical capacity index was 314 ± 60.2 (kgm/min). For 40 % of the studied this index was average, 40 % – above average, 20 % – lower than average (Figure 3).

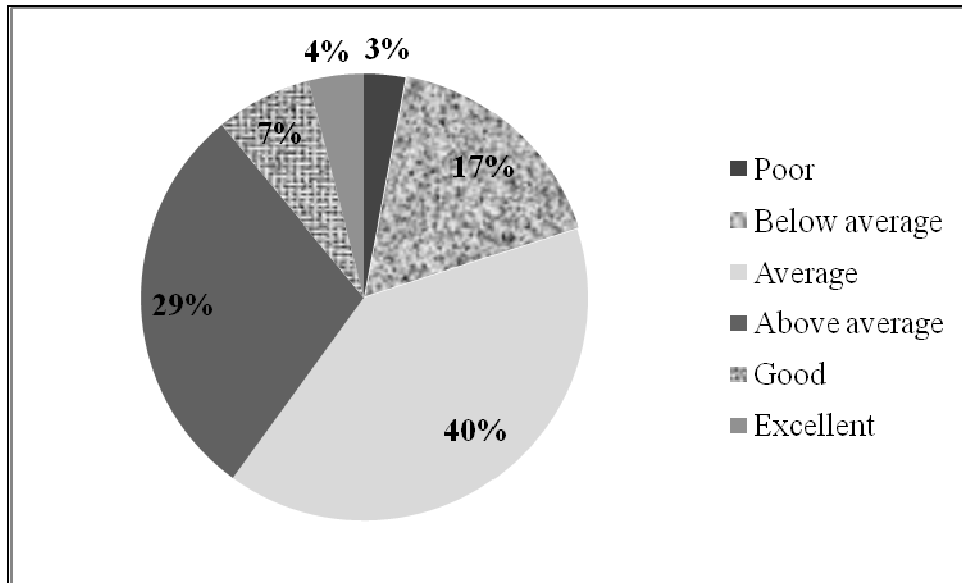


Figure 3. The healthy women distribution according to complex physical capacity index

The healthy women's vertical jump average result was 31.00 ± 6.52 cm. We defined that 9 % of the women achieved average result, 91 % – lower than average (Figure 4).

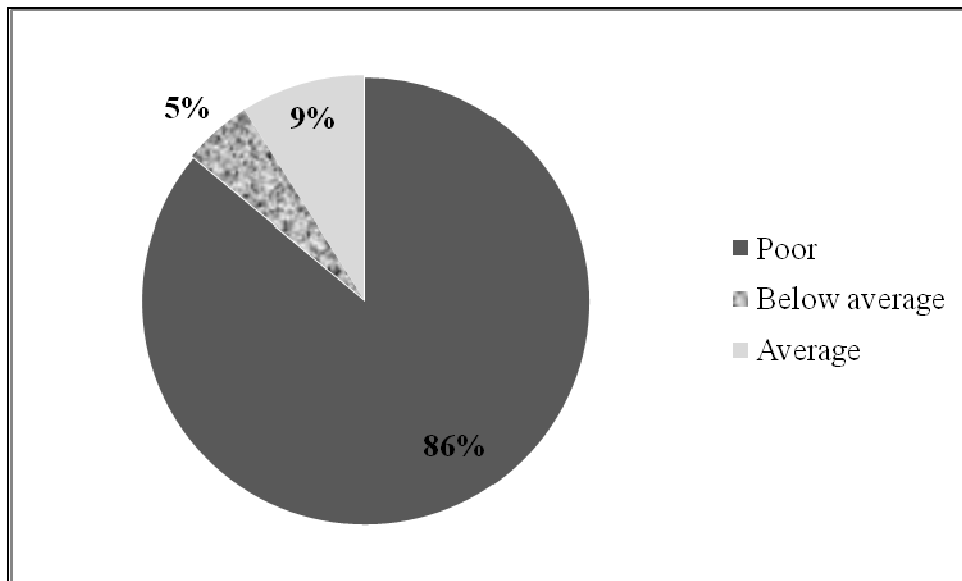


Figure 4. The healthy women distribution according to vertical jump results

None of the women knee flexors and extensors peak torque ratio reached the recommended 76 % norm (at 180 °/s angular speed). The average of non-dominating leg was 53.83 ± 8.12 % (min - 37 %, max - 75 %), dominating leg – 53.59 ± 8.03 % (min – 36.3 %, max - 72 %) (Figure 5).

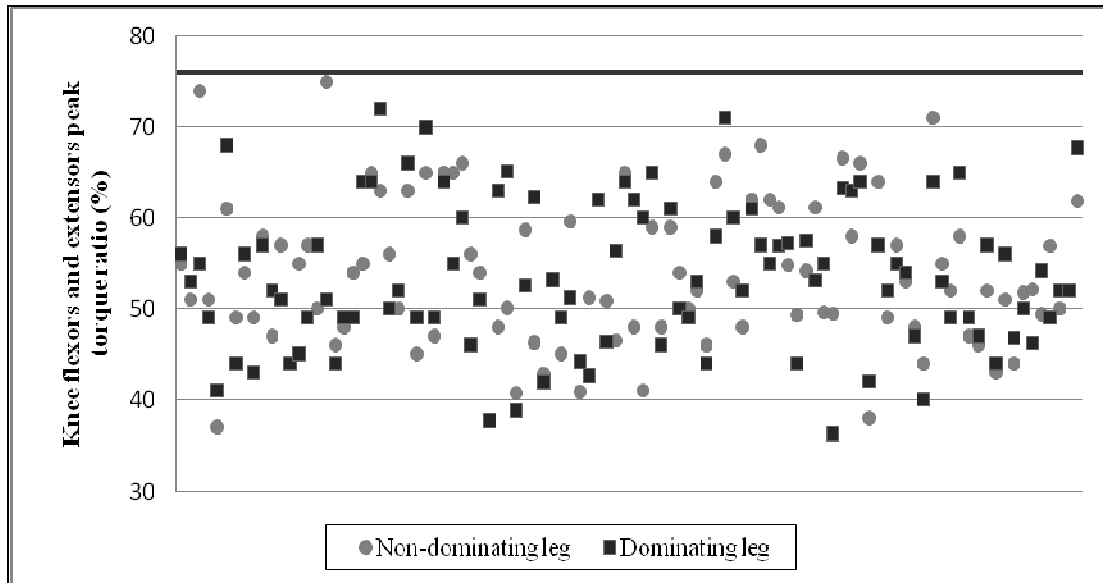


Figure 5. The healthy women’s knee flexors’ and extensors’ peak torque ratio (%) of both legs, when angular speed is 180 °/s

To summarise the obtained results, it possible to maintain that our studied women's physical development and physical capacity was insufficient (16 % were overweight and obese, 29 % MFMI was lower than average, 20 % CPCI was lower than average), and muscle physical status did not comply with recommended norms.

2. The influence of different training programs on healthy women’s physical development and physical capacity components

Both training programs enhanced complex physical capacity index of the studied ($p < 0.05$). But muscle – fat mass index, anaerobic capacity, vertical jump as well as stand ups and squat downs per minute results became statistically significant just in the second group of the studied, which performed isokinetic training program ($p < 0.05$). During the second measurement, their anaerobic capacity was 8.15 %, vertical jump 7.17 % higher. The number of stand ups and squat downs improved by 9.56 %. According to all the analysed parameters, the results of the control group were regressing (Table 1).

Table 1. The healthy women's physical development and physical capacity during I and II study

Index	Control group (n = 50)	First group (n = 25)	Second group (n = 25)	p among groups		
	average±SD	average±SD	average±SD	I - II	I - contr.	II - contr.
Muscle – fat mass index						
I study	2.23 ± 0.70	2.33 ± 0.63	2.21 ± 0.59	0.521	0.563	0.870
II study	2.15 ± 0.68	2.29 ± 0.51	2.40 ± 0.58	0.553	0.342	0.104
Change (%)	-3.59	-1.72	8.60			
p*	0.010	0.649	0.000			
Complex physical capacity index (kgm/kg/min)						
I study	302.70 ± 63.72	321.36 ± 55.96	329.24 ± 54.44	0.642	0.205	0.072
II study	288.28 ± 60.85	343.28 ± 72.77	370.60 ± 53.25	0.124	0.000	0.000
Change (%)	-4.76	6.82	12.56			
p*	0.002	0.029	0.000			
Anaerobic capacity (kgm/5s/kg)						
I study	24.05 ± 4.05	25.56 ± 2.63	24.06 ± 3.05	0.134	0.083	0.994
II study	23.21 ± 3.92	25.80 ± 2.68	26.02 ± 3.10	0.822	0.003	0.001
Change (%)	-3.49	0.94	8.15			
p*	0.003	0.116	0.000			
Vertical jump (cm)						
I study	31.15 ± 7.92	29.74 ± 4.65	31.94 ± 4.82	0.238	0.381	0.625
II study	30.99 ± 7.82	29.94 ± 4.71	34.23 ± 4.72	0.021	0.510	0.044
Change (%)	-0.51	0.67	7.17			
p*	0.239	0.093	0.000			
Stand ups and squat downs per 60 s (t/min)						
I study	41.88 ± 7.07	41.08 ± 4.87	41.84 ± 6.36	0.676	0.612	0.980
II study	40.62 ± 7.90	41.20 ± 5.11	45.84 ± 6.95	0.022	0.738	0.003
Change (%)	-3.01	0.29	9.56			
p*	0.002	0.600	0.000			

SD – standard deviation; n – number of cases; p - independent samples t-test; p* - paired samples t-test;

Both traditional strength exercises and isokinetic training program enhanced the women's knee flexors' and extensors' strength in comparison with the control group ($p < 0.05$). In the second group of the studied after isokinetic training program knee flexors' and extensors' strength enhanced by 16.64 % in non-dominating leg and 18.50 % in dominating leg ($p < 0.05$). After traditional strength exercising program of the first group women, there was 9 % increase of dominating leg muscle strength ($p < 0.05$) (Table 2).

Table 2. The healthy women's knee flexors' and extensors' peak torque (Nm) (angular speed - 60 °/s) during I and II study

Index	Control group (n = 50)	First group (n = 25)	Second group (n = 25)	p among groups		
	average±SD	average±SD	average±SD	I - II	I - contr	II - contr
Non-dominating leg						
I study	69.05 ± 14.10	74.40±15.95	69.34 ± 18.07	0.256	0,166	0,939
II study	68.06 ± 15.05	76.11±14.15	80.88 ± 16.26	0.268	0,032	0,001
Change (%)	-1.43	2.30	16.64			
p*	0.359	0.296	0.000			
Dominating leg						
I study	70.33 ± 15.67	72.66 ± 14.41	68.49 ± 17.47	0.354	0.549	0.637
II study	69.36 ± 14.62	79.20 ± 12.14	81.16 ± 16.44	0.634	0.007	0.001
Change (%)	-1.38	9.00	18.50			
p*	0.359	0.000	0.000			

SD – standard deviation; n –number of cases; p - independent samples t-test; p* - paired samples t-test;

Isokinetic training also improved knee flexors' and extensors' endurance: in non-dominating leg 39.77 %, in dominating leg – 33.52 % (p<0.05). The dominating leg's muscle endurance of the first group women, who performed traditional strength exercising program, enhanced by 9.50 % (p<0.05). During the study, the non-dominating leg endurance index of the control group women decreased (Table 3).

Table 3. The healthy women's knee flexors' and extensors' total work (J) (angular speed - 180 °/s) during I and II study

Index	Control group (n = 50)	First group (n = 25)	Second group (n = 25)	p among groups		
	average±SD	average±SD	average±SD	I - II	I - contr	II - contr
Non-dominating leg						
I study	677.75 ± 212.02	798.69 ± 247.46	601.19 ± 187.99	0.064	0.073	0.151
II study	639.94 ± 202.07	835.06 ± 230.35	840.26 ± 204.40	0.930	0.000	0.000
Change (%)	-5.58	4.55	39.77			
p*	0.001	0.291	0.000			
Dominating leg						
I study	690.28 ± 231.65	789.86 ± 226.28	631.03 ± 176.18	0.091	0.065	0.270
II study	656.78 ± 202.19	864.91 ± 195.63	842.56 ± 206.49	0.696	0.000	0.000
Change (%)	-4.85	9.50	33.52			
p*	0.054	0.021	0.000			

SD – standard deviation; n –number of cases; p - independent samples t-test; p* - paired samples t-test;

To summarise the obtained data, it is possible to maintain that physical activeness plays a significant role when improving physical capacity, and better results are achieved not doing traditional strength exercises, but performing isokinetic training program.

3. Women's after knee joint trauma physical development and physical capacity

Healthy women and women after knee joint trauma according to their age, height, body mass index, waist and pelvis size and proportion, muscle – fat mass index had no significant difference ($p < 0.05$) (Table 4).

Table 4. The women's after knee joint trauma characteristics of physical development

Index	Healthy women (n=100)	Third group (n=15)	Fourth group (n=15)	p
	average±SD	average±SD	average±SD	
Age (y)	20.56 ± 1.40	20.51 ± 1.62	20.53 ± 1.45	0.462
Height (m)	1.68 ± 0.05	1.67 ± 0.06	1.68 ± 0.06	0.788
Weight (kg)	61.18 ± 8.59	61.93 ± 5.89	62.00 ± 6.55	0.898
Body mass index (kg/m ²)	21.60 ± 2.80	22.10 ± 1.87	21.92 ± 1.70	0.737
Waist size (cm)	72.84 ± 6.63	73.77 ± 7.03	72.13 ± 4.43	0.785
Pelvis size (cm)	96.51 ± 6.72	99.03 ± 6.36	97.55 ± 4.80	0.349
Waist – pelvis proportion	0.76 ± 0.05	0.74 ± 0.04	0.74 ± 0.03	0.215
Muscle – fat mass index	2.25 ± 0.66	2.06 ± 0.42	2.26 ± 0.51	0.535

SD – standard deviation; n – number of cases; p - independent samples t-test;

90 % of the women's after knee joint trauma mass index complied with the norm, and 10 % of the women were overweight. 87 % of the women's waist size complied with the norm, 13 % had the enhanced risk of metabolic disorders. 84 % of the women's after knee joint trauma muscle – fat mass index was average or lower than average, 16 % – higher than average.

The traumatized leg's knee flexors' and extensors' peak torque at 90 °/s angular speed of the third and the fourth groups' studied was respectively 38.73 and 39.55 % less than the healthy women's non-dominant leg's. In the third group of the women after knee joint trauma knee flexors' peak torque was 29.97 % less than that of the healthy women, in the fourth group – 29.07 % less than that of the healthy women (Figure 6).

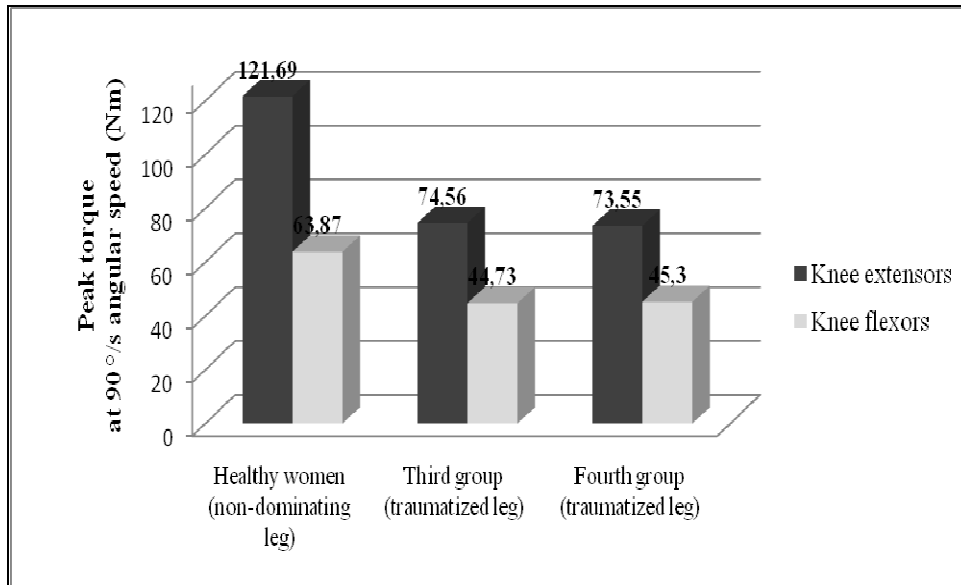


Figure 6. The healthy women’s and women’s after knee joint trauma non-dominating/traumatized leg’s knee flexors’ and extensors’ peak torque

To summarise the obtained data, it is possible to maintain that, according to the physical development indexes, our studied young women did not significantly differ among themselves. But the women’s after knee joint trauma knee flexors’ and extensors’ functional status was worse than that of the healthy women.

4. The influence of different training programs on women’s after knee joint trauma physical development and muscle functional status

After evaluation of the effect of different training programs on the women’s after knee joint trauma physical development components, we defined that after isokinetic training program in the fourth group the enhancement of muscle – fat mass index (MFMI) increased 0.80 % ($p < 0.05$). MFMI change remained during the remote period as well ($p < 0.05$). Meanwhile, after the traditional strength exercising program in the third group this index had no significant change.

During the study we also defined that both traditional strength exercises and isokinetic training program enhanced the studied women’s traumatized leg’s flexors’ and extensors’ strength and endurance. But the biggest influence of training on muscle functional status was observed in the fourth (after the performance of isokinetic training) study group: knee extensors’ strength improved in 31.62 %, knee flexors’ – 33.25 % (Figure 7), endurance respectively improved in 38.11 and 64.51 % (Figure 8). Positive

effect of isokinetic training on strength and endurance indexes in the fourth group was observed during the remote period as well ($p < 0.05$).

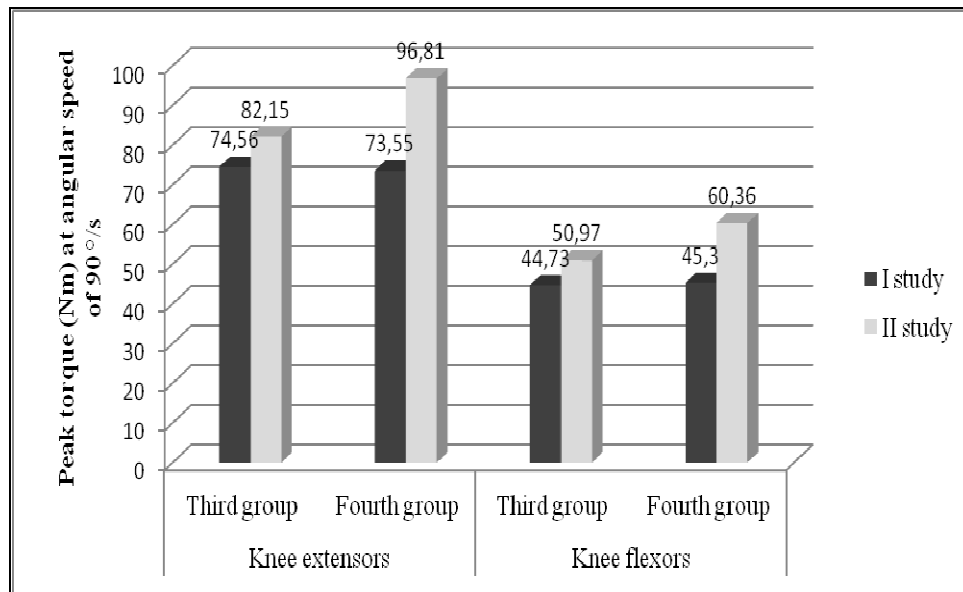


Figure 7. Women’s after knee joint trauma traumatized leg’s knee flexors’ and extensors’ peak torque during I and II studies

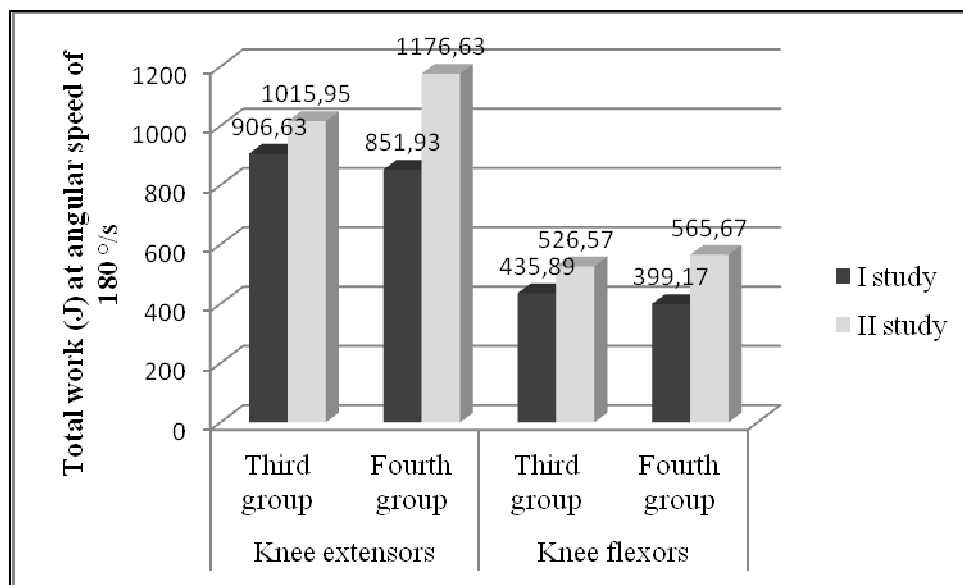


Figure 8. Women’s after knee joint trauma traumatized leg’s knee flexors’ and extensors’ total work during I and II studies

After comparison of the effect of different training programs on the healthy women’s and the women’s after knee joint trauma physical development components, we defined that after isokinetic training program in the second group the enhancement of muscle – fat mass index (MFMI) was the higher than in fourth group (respectively 8.60 and 0.80 %). During the study we also defined that both traditional strength exercises

and isokinetic training program enhanced the studied women's non-dominating / traumatized leg's flexors' and extensors' strength and endurance, however the women's after knee joint trauma muscle status improved better (Table 5).

Table 5. The healthy women's and women's after knee joint trauma non-dominating / traumatized leg's knee flexors' and extensors' status indexes during I and II studies

Index	First group (n = 25)	Second group (n = 25)	Third group (n = 15)	Fourth group (n = 15)	p among groups		
	average \pm SD				I-III	II-IV	III-IV
Knee flexors' and extensors' peak torque (Nm) (angular speed - 90 °/s)							
I study	122.53 \pm 20.32	118.46 \pm 19.79	74.56 \pm 26.29	73.55 \pm 23.05	0.000	0.000	0.900
II study	127.60 \pm 18.46	122.64 \pm 19.16	82.15 \pm 26.52	96.81 \pm 14.41	0.000	0.000	0.046
Change (%)	4.13	3.53	10.18	31.62			
p*	0.003	0.037	0.000	0.000			
Knee flexors' peak torque (Nm) (angular speed - 90 °/s)							
I study	67.84 \pm 12.73	61.84 \pm 14.88	44.73 \pm 11.92	45.30 \pm 12.47	0.000	0.000	0.906
II study	72.48 \pm 14.19	72.67 \pm 13.80	50.97 \pm 10.21	60.36 \pm 12.29	0.000	0.005	0.053
Change (%)	6.83	17.51	13.95	33.25			
p*	0.012	0.000	0.000	0.000			
Knee extensors' total work (J) (angular speed - 180 °/s)							
I study	1489.08 \pm 355.24	1340.75 \pm 226.93	906.63 \pm 226.35	851.93 \pm 191.33	0.000	0.000	0.579
II study	1569.52 \pm 273.57	1573.56 \pm 281.93	1015.95 \pm 232.58	1176.63 \pm 142.10	0.000	0.000	0.082
Change (%)	5.40	17.36	12.06	38.11			
p*	0.007	0.000	0.003	0.000			
Knee flexors' total work (J) (angular speed - 180 °/s)							
I study	798.69 \pm 247.46	601.19 \pm 187.99	435.89 \pm 201.82	399.17 \pm 175.20	0.000	0.004	0.632
II study	835.06 \pm 230.35	840.26 \pm 204.40	526.57 \pm 189.78	656.67 \pm 167.51	0.000	0.007	0.085
Change (%)	4.55	39.77	20.81	64.51			
p*	0.291	0.000	0.000	0.000			

SD – standard deviation; n – number of cases; p - independent samples t-test; p* - paired samples t-test;

To summarize the obtained results, it is possible to maintain that isokinetic training is more effective, its effect remains longer. That is why this program should be applied to rehabilitation of people after knee joint traumas.

After the correlation united analysis of isokinetic test and vertical jump, complex physical capacity index, stand ups and squat downs in 60s, as well as physical development indexes, we defined that after the training program there is observed a

significant correlation between the first and the second study groups' knee flexors' and extensors' strength and endurance indexes and vertical jump, complex physical capacity index, stand ups and squat downs in 60s results. There was also defined a reliable connection between isokinetic test results and the studied women's weight and muscle – fat mass index (Table 6).

Table 6. The connections of healthy women's isokinetic test and physical status indexes

Index	Peak torque (Nm) (60 °/s angular speed)				Total work (J) (180 °/s angular speed)			
	Non-dominating leg		Dominating leg		Non-dominating leg		Dominating leg	
	Knee extens. r	Knee flexors r	Knee extens. r	Knee flexors r	Knee extens. r	Knee flexors r	Knee extens. r	Knee flexors r
Weight (kg) (I study)								
Healthy women (n=100)	0.507*	0.440*	0.437*	0.452*	0.262*	0.300*	0.203*	0.329*
Muscle – fat mass index (I study)								
Healthy women (n =100)	0.245*	0.134*	0.220*	0.272*	0.289*	0.276*	0.280*	0.274*
Complex physical capacity index (II study)								
C.group (n=25)	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.337*	0.377*	0.286*	0.381*
I group (n=25)	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.216*	0.255*	0.328*	0.322*
II group (n=25)	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.392*	0.425*	0.445*	0.474*
Vertical jump (cm) (II study)								
I group (n=25)	0.362*	0.231*	0.421*	0.299*	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
II group (n=25)	0.407*	0.340*	0.546*	0.303*	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Stand ups and squat downs in 60 s (t/min) (II study)								
I group (n=25)	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.271*	0.240*	0.277*	0.299*
II group (n=25)	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	0.480*	0.404*	0.482*	0.432*

n – number of the studied; r - Pearson's correlation coefficient; s.i. – statistically insignificant; *p < 0.05;

When analysing women's after knee joint trauma knee flexors' and extensors' strength and endurance indexes correlation connections with other characteristics, there was defined an average and strong connection between isokinetic test results and time span between the moment of trauma and operation, as well as between operation and beginning of the study (p<0.05) (Table 7).

Table 7. The connections of the women's after knee joint trauma isokinetic test and other characteristics

Index	Peak torque (Nm) (90 °/s angular speed)				Total work (J) (180 °/s angular speed)			
	Traumatized leg		Non-traumatized leg		Traumatized leg		Non-traumatized leg	
	Knee extens. r	Knee flexors r	Knee extens. r	Knee flexors r	Knee extens. r	Knee flexors r	Knee extens. r	Knee flexors r
Weight (kg) (I study)								
III-IVgr(n=30)	0.447*	0.384*	0.415*	0.350*	0.264*	0.374*	0.214*	0.342*
Muscle – fat mass index (I study)								
II –IVgr(n=30)	0.181*	0.226*	0.245*	0.277*	0.212*	0.198*	0.169*	0.238*
Time (mo.) between trauma and operation								
III-IVgr(n=30)	-0.689*	-0.638*	s.n.	s.n.	-0.802*	-0.592*	s.i.	s.i.
Time (mo.) between trauma and study								
III-IVgr(n=30)	-0.738*	-0.663*	s.n.	s.n.	-0.710*	-0.533*	s.i.	s.i.

n – number of the studied; r - Pearson's correlation coefficient; s.i. – statistically insignificant; *p < 0.05;

On the basis of linear regression, we composed estimating equations of traumatized leg's knee flexors' and extensors' peak torque and total work expected results after traditional strength exercises or after performance of isokinetic training program. For example: Traumatized leg's knee extensors' peak torque (Nm) (60 °/s angular speed) after isokinetic training program = 93.750 + 0.942*weight – 0.163*MFMI – 10.452*time between operation and the beginning of training program; when 93.750; 0.942; 0.163; 10.452 – coefficients of regressive equation.

CONCLUSIONS

1. 100 % of the healthy women's knee flexors' and extensors' peak torque ratio was below the recommended norm. 20 % of the healthy young women's physical capacity was lower than average and 16 % of women were overweight or obese.

2. The healthy women isokinetic training was more effective than traditional strength exercises and the indexes of physical status increased more significantly. After isokinetic training, an especially significant change in knee flexors' and extensors' status appeared (over 30 %).

3. At baseline rehabilitation program, according to physical development, most of the women after knee joint trauma complied with an average or lower than average level,

10 % of the women were overweight. Traumatized leg's knee flexors' and extensors' strength was respectively 40 and 30 % less than that of the healthy women.

4. Isokinetic training program significantly improved women's after knee joint trauma physical development ($p < 0.05$), unlike traditional program. Both training programs improved muscle functional status, but isokinetic training was more effective ($p < 0.05$).

Isokinetic program unlike the traditional program improved muscle functional status in healthy women and in women after knee joint trauma more significant. Those positive changes of muscle functional status were found in remote period ($p < 0.05$).

PRACTICAL RECOMMENDATIONS

1. To seek the improvement of physical development, physical capacity and enhancement of knee flexors' and extensors' strength and endurance, it is recommended to apply isokinetic training for both healthy persons and for patients after knee joint trauma. Also we recommend longer than 10 days rehabilitation program.

2. On the basis of our composed equations of predicted results, it is recommended to evaluate patients' after knee joint trauma traumatized leg's knee flexors' and extensors' peak torque and total work expected indexes before choosing the training program.

3. For the effectiveness of the training program evaluation, it is recommended to use our composed knee flexors' and extensors' functional status evaluation scale.

LIST OF PUBLICATIONS

Reviewed publisher papers

1. J. Indriūnienė, A. Juocevičius. Amžiaus įtaka moterų blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos ir ištvėrmės parametrams. Gerontologija. 2011;12(3):167-171.

2. J. Indriūnienė, J. Marcinkevičienė, I.E. Jamontaitė, A. Juocevičius, J. Raistenskis. Skirtingų kineziterapijos priemonių įtaka pacientų būklei po kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos. Sveikatos mokslai. 2012;22(3):27-30.

3. J. Indriūnienė, A. Juocevičius, I.M. Kowalski, E. Žeimys, A. Valiulis. Sveikų ir kelio sąnario traumą patyrusių studentų izokinetinės treniruotės efektyvumas. Sveikatos mokslai. 2012;22(6):184-187.

Posters

1. J. Jagelavičiūtė, A. Juocevičius, M. Panavas, T. Palšytė. Evaluation of isokinetic training's influence on thigh muscle characteristic. Journal of Rehabilitation medicine. September 2011. 43(9). p.860. ISSN1650-1977.

2. J. Jagelavičiūtė, T. Palšytė, A. Juocevičius, L. Aučynienė. Physical activity and physical fitness evaluation of physiotherapy students of Vilnius University Medical Faculty. Journal of Rehabilitation medicine. September 2011. 43(9). p.860-861. ISSN1650-1977.

3. N. Zakarienė, D. Janonienė, T. Palšytė, J. Jagelavičiūtė. Posture disorders among physiotherapy student. Journal of Rehabilitation medicine. September 2011.43(9). p.865-866. ISSN1650-1977.

4. L. Aučynienė, I.E. Jamontaitė, T. Palšytė, J. Indriūnienė. The impact of pain on the efficiency of physiotherapy after knee replacement surgery. Pain in the Baltics 2012. 3rd international symposium. 2012; 13-14 April, Vilnius, Lithuania (stendinis pranešimas).

5. A. Juocevičius, J. Indriūnienė. Fizinis aktyvumas ir senėjimas. Aktyvus ir sėkmingas senėjimas kintančioje visuomenėje: kasdieninės veiklos strategija. Mokslinės - praktinės konferencijos medžiaga. 2012; spalio 1; 17-24 psl. Kaunas.

6. J. Indriūnienė, T. Palšytė, A. Juocevičius, I.E. Jamontaitė. Physical activity and physical fitness evaluation of physiotherapy students of Vilnius University Medical faculty. 7th Baltic Rehabilitation Association Conference on Physical and Rehabilitation Medicine. November 30- December 1, 2012 Vilnius, Lithuania. p.34.

7. J. Indriūnienė, T. Palšytė, A. Juocevičius. Physiotherapy student's body composition and aerobic capacity. 7th Baltic Rehabilitation Association Conference on Physical and Rehabilitation Medicine. November 30- December 1, 2012 Vilnius, Lithuania. p.35.

8. N. Zakarienė, T. Palšytė, J. Indriūnienė, L. Aučynienė. Posture disorders among physiotherapy students. 7th Baltic Rehabilitation Association Conference on Physical and Rehabilitation Medicine. November 30- December 1, 2012 Vilnius, Lithuania. p.33.

9. J. Kupčiūnas, T. Palšytė, J. Indriūnienė, T. Sinevičius. Lithuanian National Opera and Ballet Theatre balet dancer's trunk muscle strenght evaluation. 7th Baltic Rehabilitation Association Conference on Physical and Rehabilitation Medicine. November 30- December 1, 2012 Vilnius, Lithuania. p.34.

10. I.E. Jamontaitė, L. Aučynienė, A. Dulinskaitė, J. Indriūnienė. Physical fitness and health status of fifth – eight grade schoolchildren. Poster presentation at the ENPHE Conference, 2012 Vienna, Austria.

ABOUT THE AUTHOR

Jurga Indriūnienė (before marriage Jagelavičiūtė)

Date of Birth: 15-10-1984

Current Employment: The Department of Rehabilitation, Physical and Sport Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University, assistant.

Vilnius University Hospital Santariškių klinikos, Rehabilitation, Physical and Sport Medicine Center, Outpatient Rehabilitation Department, physiotherapist.

Education: 2007 - Rehabilitation, Physical Therapy Bachelor degree (cum laude) at the Faculty of Medicine, Vilnius University;

2009 - Rehabilitation Master's degree (cum laude) at the Faculty of Medicine, Vilnius University;

2009-2013 Doctoral Studies at the Department of Rehabilitation, Physical and Sport Medicine, Faculty of Medicine, Vilnius University;

Publications: together with co-authors published free articles in reviewed Lithuanian scientific journals and with posters participated in international scientific conferences.

Fields of interest: the author is interested in rehabilitation possibilities for patients after traumas, physical activity and physical fitness of young people.

SANTRAUKA

ĮVADAS

Pasaulio sveikatos organizacija sveikatą apibrėžia kaip fizinę, dvasinę ir socialinę gerovę, o ne tik ligos ar negalios nebuvimą (World Health Organization, 1984). Sveikos gyvensenos principų supratimas ir laikymasis jauname amžiuje lemia sveikatą, įpročius ir fizinį aktyvumą vėlesniu periodu (Boreham, Riddoch, 2001, Juocevičius ir kt., 2003, Moraes ir kt., 2009). Moters sveikata lemia vaikų, šeimos, taigi, ir visuomenės sveikatą (Ronnenberg ir kt., 2003, Drąsutienė ir kt., 2007).

Gera moters sveikatos būklė yra pagrindinė prielaida psichosocialiniam asmenybės vystymuisi bei svarbi gyvenimo kokybės sudėtinė dalis (World Health Organization, 2002). Deja, dažnai jaunos moterys neskiria pakankamai dėmesio sveikai elgsenai: yra menkai fiziškai aktyvios, nesveikai maitinasi, rūko, vartoja svaigiuosius gėrimus, išgyvena dažnus stresus (Jonson ir kt., 1998, Gawlikowska 2009, Leyk ir kt., 2010, Leyk ir kt., 2012). Dėl to vis daugiau jaunų moterų turi antsvorį, yra nutukusios, blogėja jų fizinis pajėgumas, greitumas, vikrumas ir raumenų funkcinė būklė (McWhorter ir kt., 2002, Stephens, 2012).

Nors apatinių galūnių raumenų funkcinė būklė nėra specifinis ar tiesioginis sveikatos rodiklis, tačiau gera kojų raumenų tarpusavio koordinacija, jėga ir ištvermė leidžia išlaikyti judėjimo funkcijas kasdieniniame gyvenime bei aktyvioje fizinėje veikloje (Markovic, 2007, Risberg ir kt., 2009). Žmogaus raumenų jėgą lemia tokie veiksniai kaip raumeninių skaidulų tipas, raumenų dydis, ilgis, raumenų susitraukimo greitis, amžius, lytis (Gaines, Talbot, 1999, Garcia ir kt., 2011). Apatinių galūnių raumenų grupių jėgos asimetrija gali lemti laikysenos, eisenos sutrikimus, padidinti degeneracinių pakitimų bei atramos – judamojo aparato traumų atsiradimo riziką (Trudelle-Jackson, 2011, Andrade, 2012). Pasak Akbari ir Mousavikhatir (2012), moterų absoliuti jėga įvairiose raumenų grupėse pradeda anksčiau mažėti ir visais amžiaus tarpsniais yra mažesnė nei vyrų. Todėl labai svarbu laiku nustatyti moterų raumenų funkcinės būklės pokyčius ir tinkamai parinkti priemones, padedančias atstatyti raumenų jėgą, ištvermę ir tarpusavio koordinaciją (Akbari ir Mousavikhatir, 2012, Gaines, Talbot, 1999).

Raumenų funkcijos tyrimams naudojamas izokinetinis testavimas, kuriuo galima atlikti dinamišką, objektyvų, neinvazinį ir tikslų įvertinimą, o remiantis gautais rezultatais, asmens amžiumi, lytimi ir patologija galima sudaryti tinkamą treniravimo ar reabilitacijos programą (Nakano ir kt., 2006, Aquino, Garcez, 2006, Huang ir kt., 2013). Kasdien atliekami fiziniai pratimai padeda išvengti neigiamų raumenų funkcijos pokyčių. Tačiau vis dar nėra bendros nuomonės, kokia pratimų programa yra efektyviausia siekiant padidinti raumenų jėgą, išsvermę ir raumenų grupių tarpusavio koordinaciją (Boff, 2008, Remaud et al., 2010). Pasak Wilmore ir Costil, lyginant tarpusavyje izotoninių, izometrinių ir izokinetinių treniruočių programas, izokinetinė treniruotė labiausiai padidina raumenų jėgą ir išsvermę (Wilmore, Costil, 2004). Šių treniruočių metu raumenys optimaliai apkraunami dinaminėmis sąlygomis, o judesio greitis yra pastovus. Tokio pobūdžio judesys užtikrina maksimalų raumenų susitraukimą per visą pratimą kiekvienam sąvarinio judesio laipsniui, sukelia minimalų skausmą po krūvio ir apsaugo sąnari nuo pažeidimų (Baltzopoulos, Brodie, 1989, Costa ir kt., 2010). Todėl izokinetinio pasipriešinimo treniruotė yra saugi, gerai toleruojama ir gali būti taikoma jaunų moterų fizinei ir funkciniai būklei pagerinti (Nickols-Richardson ir kt., 2007, Ahmed ir kt., 2011).

Darbo tikslas - įvertinti sveikų ir kelio sąnario traumą patyrusių jaunų moterų fizinę būklę, jos rodiklių pokyčius ir sąsajas taikant skirtingas fizinių treniruočių programas.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti sveikų moterų fizinio išsivystymo ir fizinio pajėgumo komponentų ypatumus.
2. Įvertinti sveikų moterų izokinetinių ir tradicinių jėgos treniruočių efektyvumą.
3. Išanalizuoti kelio sąnario traumą patyrusių moterų fizinį išsivystymą ir raumenų funkcinę būklę.
4. Įvertinti kelio sąnario traumą patyrusių moterų skirtingų treniruočių programų efektyvumą.

Ginamieji teiginiai

1. Sveikų moterų fizinis išsivystymas, fizinis pajėgumas bei raumenų funkcinė būklė yra sumažėjusi ir neatitinka rekomenduojamų normų.

2. Izokinetinių treniruočių programa, taikoma sveikoms ir kelio sąnario traumą patyrusioms moterims, reikšmingiau pagerina blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų funkcinę būklę nei tradicinių jėgos pratimų programa.

Tyrimo naujumas

Tyrimo metu buvo atliktas kompleksinis jaunų moterų fizinio išsivystymo, fizinio pajėgumo bei raumenų funkcinės būklės įvertinimas. Skirtingai nei mūsų tyrime, daugelis autorių fizinį išsivystymą ir fizinį pajėgumą įvertina remdamiesi kūno masės indeksu, liemens – dubens santykiu, maksimaliu deguonies suvartojimu. Tyrimų, kuriuose būtų taikomas kompleksinis jaunų moterų fizinės būklės įvertinimas, pasigendama.

Taip pat įvertintas tradicinių jėgos pratimų ir izokinetinių treniruočių programos efektyvumas sveikų ir kelio sąnario traumą patyrusių moterų funkcinėi būklei. Tyrimų, kuriuose būtų palygintas šių treniruočių programų poveikis sveikų ir kelio sąnario traumą patyrusių moterų raumenų jėgai, išvermei bei kitiems fizinės būklės rodikliams, yra nepakankamai.

Praktinė reikšmė

Siekiant pagerinti fizinį išsivystymą, fizinį pajėgumą bei raumenų funkcinę būklę, rekomenduojama taikyti izokinetines treniruotes tiek sveikiems, tiek kelio sąnario traumą patyrusių asmenų reabilitacijai.

Remiantis tiesine regresija, sudarytos pacienčių traumotos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos momento ir bendro darbo rodiklių galimų rezultatų po skirtingų treniruočių programų prognozavimo lygtys, rezultatų vertinimo skalė. Ši metodika gali būti taikoma reabilitacijos praktikoje.

TIRIAMŪJŲ KONTINGENTAS IR TYRIMO METODAI

Tyrimas atliktas 2009 - 2013 metais Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje, Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos centro Ambulatorinės reabilitacijos skyriuje. Tyrime dalyvavo 130 atsitiktinės atrankos būdu atrinktų 18 – 22 metų amžiaus moterų, iš kurių 100 buvo studentės (amžiaus vidurkis - $20,56 \pm 1,40$ m.), 30 – kelio sąnario traumą patyrusios moterys (amžiaus vidurkis - $20,52 \pm 1,54$ m.), praėjus vidutiniškai $4,52 \pm 0,63$ mėnesiams po kelio sąnario priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos. Sveikos moterys atsitiktinai suskirstytos į kontrolinę ($n = 50$), pirmą ($n = 25$), antrą ($n = 25$) grupę, kelio sąnario traumą patyrusios – į trečią ($n = 15$) ir ketvirtą ($n = 15$) grupę. Kontrolinės grupės moterys stebėtos tiriamuoju periodu, neįtraukiant jų į treniruočių programą. Pirmą ir trečią grupę atliko tradicinių jėgos pratimų programą, antrą ir ketvirtą grupę - izokinetinių treniruočių programą blauzdos tiesiamiesiems ir lenkiamiesiems raumenims lavinti. Visos moterys iširtos tyrimo pradžioje ir pabaigoje. Siekiant įvertinti treniruočių efektyvumą 75 moterys (po 15 iš kiekvienos grupės) iširtos praėjus 3 mėnesiams po tyrimo.

Tyrimo metu moterų fizinis aktyvumas vertintas taikant Tarptautinio fizinio aktyvumo klausimyno sutrumpintą formą. Įvertinti tiriamųjų fizinio išsivystymo rodikliai: ūgis, kūno masė, kūno masės indeksas, galūnių apimtys, juosmens ir dubens apimtis, juosmens – dubens apimties santykis, odos riebalinių klosčių storis, raumenų – riebalų masės indeksas. Fizinio pajėgumo rodikliai: maksimalus deguonies suvartojimas, kompleksinis fizinio pajėgumo rodiklis, anaerobinis pajėgumas, šuolis į aukštį, atsistojimai ir atsitūpimai per 60 sek. Siekiant įvertinti blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų funkcinę būklę atliktas izokinetinis testas naudojant izokinetinį dinamometrą „Biodex Multi-Joint System 4 PRO“, sveikoms moterims 60, 90, 180°/sek. kampiniu greičiu, kelio sąnario traumą patyrusioms – 90, 180°/sek. kampiniu greičiu.

Pirmos grupės tiriamosios 3 mėnesius, 2 kartus per savaitę, atliko tradicinių jėgos pratimų programą, kurios metu taikyti atviros kinetinės grandinės pratimai blauzdos tiesiamiesiems ir lenkiamiesiems raumenims lavinti. Antros grupės tiriamosios 3 mėnesius, 2 kartus per savaitę, atliko izokinetines treniruotes. Trečios ir ketvirtos grupės tiriamosioms skirtas 10 darbo dienų reabilitacijos kursas, kurio programą sudarė:

elektrostimuliacija, klasikinis gydomasis masažas, kineziterapija. Kineziterapijos metu kelio sąnario traumą patyrusioms moterims taikyti identiški pratimai, didinantys judesių amplitudę, gerinantys jutimus, pusiausvyrą, lavinantys eiseną. Šių grupių kineziterapijos programa išsiskyrė raumenų jėgos lavinimo komponentu. Trečios grupės tiriamosios atliko tradicinių jėgos pratimų programą, ketvirtos grupės - izokinetines treniruotes. Visų grupių vieno užsiėmimo trukmė palaipsniui didinta nuo 30 iki 45 min.

Statistinė duomenų analizė atlikta naudojant SPSS 15.0 statistinės analizės paketą. Dviejų nepriklausomų imčių vidurkiams palyginti taikytas Stjudento (t) kriterijus nepriklausomoms imtims. Dviejų priklausomų imčių vidurkiai lyginti Stjudento (t) poriniu kriterijumi. Duomenys statistiškai reikšmingi, kai $p < 0,05$. Kintamųjų tiesiniams sąryšiams įvertinti buvo naudojamas Pirsono (Pearson) koreliacijos koeficientas. Remiantis tiesine regresija, sudarytos tikėtinų rezultatų, po skirtingų treniruočių programų, prognozavimo lygtys.

REZULTATAI

Įvertinę sveikų moterų duomenis apie fizinį aktyvumą nustatėme, kad 33 proc. tiriamųjų užsiėmė labai intensyvia ir vidutiniškai intensyvia veikla bent 150 minučių per savaitę, o tai remiantis Pasaulio sveikatos organizacijos (2010) rekomendacijomis atitiko normą. Sveikų tiriamųjų kūno masės indekso (KMI) vidurkis buvo $21,59 \pm 2,80 \text{ kg/m}^2$. 5 proc. moterų KMI buvo per mažas, 16 proc. tiriamųjų turėjo antsvorį ar buvo nutukusios. Sveikų moterų raumenų – riebalų masės indekso (RRMI) vidurkis buvo $2,25 \pm 0,66$. 35 proc. moterų RRMI buvo vidutinis, 36 proc. – didesnis nei vidutinis, 29 proc. - mažesnis nei vidutinis. Kompleksinio fizinio pajėgumo rodiklio vidurkis buvo $314 \pm 60,2$ (kgm/min.). 40 proc. tiriamųjų šis rodiklis buvo vidutinis, 40 proc. – didesnis už vidutinį, 20 proc. – mažesnis už vidutinį. Sveikų moterų šuolio į aukštį rezultatų vidurkis buvo $31,00 \pm 6,52$ cm. Nustatėme, kad 9 proc. moterų šuolio į aukštį rezultatai buvo vidutiniški, 91 proc. – blogesni nei vidutiniški. Nei vienos sveikos moters blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis ($180^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu) nesiekė rekomenduojamos 76 proc. normos. Nedominojančios kojos vidurkis buvo $53,83 \pm 8,12$ proc., dominuojančios – $53,59 \pm 8,03$ proc.

Įvertinę sveikų moterų skirtingų treniruočių programų efektyvumą nustatėme, kad abi treniruočių programos padidino tiriamųjų kompleksinį fizinį pajėgumą ($p < 0,05$). Tačiau raumenų – riebalų masės indekso, anaerobinio pajėgumo, šuolio į aukštį bei atsistojimų ir atsitūpimų per minutę rezultatai statistiškai reikšmingai pagerėjo tik antroje tiriamųjų grupėje, kuri atliko izokinetinių treniruočių programą ($p < 0,05$). Antrojo matavimo metu šių moterų anaerobinis pajėgumas buvo 8,15 proc., šuolis į aukštį 7,17 proc., atsistojimų – atsitūpimų skaičius - 9,56 proc. didesnis. Visų analizuotų rodiklių rezultatai kontrolinėje grupėje blogėjo.

Tiek tradicinių jėgos pratimų, tiek izokinetinių treniruočių programa padidino moterų blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgą ($p < 0,05$) palyginus su kontroline grupe. Antroje tiriamųjų grupėje, po izokinetinių treniruočių programos, blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga padidėjo 16,64 proc. nedominuojančioje ir 18,50 proc. dominuojančioje kojoje ($p < 0,05$). Pirmos grupės tiriamosioms, atlikusioms tradicinių jėgos pratimų programą, 9 proc. padidėjo dominuojančios kojos raumenų jėga ($p < 0,05$). Izokinetinės treniruotės taip pat padidino blauzdos lenkiamųjų raumenų išsvermę: nedominuojančioje kojoje 39,77 proc., dominuojančioje - 33,52 ($p < 0,05$). Pirmos grupės tiriamųjų, atlikusių tradicinių jėgos pratimų programą, dominuojančios kojos raumenų išsvermė padidėjo 9,50 proc. ($p < 0,05$). Kontrolinės grupės moterų nedominuojančios kojos išsvermės rodiklis stebimuoju periodu sumažėjo.

Išanalizavę kelio sąnario traumą patyrusių moterų fizinio išsivystymo ir raumenų funkcinės būklės rezultatus nustatėme, kad sveikos ir kelio sąnario traumą patyrusios moterys pagal amžių, ūgį, svorį, kūno masės indeksą, juosmens ir dubens apimtį ir jų santykį, raumenų – riebalų masės indeksą reikšmingai nesiskyrė ($p < 0,05$). 90 proc. kelio sąnario traumą patyrusių moterų kūno masės indeksas atitiko normą, o 10 proc. moterų turėjo antsvorį, 13 proc. – turėjo padidėjusią medžiagų apykaitos sutrikimų riziką. 84 proc. kelio sąnario traumą patyrusių moterų RRMI buvo vidutinis ar mažesnis už vidutinį. Trečios ir ketvirtos tiriamųjų grupės traumotos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momentas 90 %/sek. kampiniu greičiu, buvo atitinkamai 38,73 ir 39,55 proc. mažesnis nei sveikų moterų nedominuojančios kojos. Blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos momentas trečioje kelio sąnario traumą patyrusių moterų grupėje buvo 29,97 proc. ketvirtoje - 29,07 proc. mažesnis nei sveikų moterų.

Įvertinę skirtingų treniruočių programų poveikį kelio sąnario traumą patyrusių moterų fizinio išsivystymo komponentams nustatėme, kad po izokinetinių treniruočių programos ketvirtoje tiriamųjų grupėje RRMI padidėjo 0,80 proc. ($p < 0,05$). RRMI pokytis išliko ir atokiuoju periodu ($p < 0,05$). Tuo tarpu po tradicinių jėgos pratimų programos trečioje tiriamųjų grupėje šis rodiklis reikšmingai nekito. Taip pat tyrimo metu nustatėme, kad tiek tradicinių jėgos pratimų, tiek izokinetinių treniruočių programa padidino tiriamųjų traumotos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgą bei išsvermę. Tačiau didžiausias treniruočių įtaka raumenų funkcinėi būklei nustatyta ketvirtoje (izokinetines treniruotes atlikusių) tiriamųjų grupėje: blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga padidėjo 31,62 proc., lenkiamųjų - 33,25 proc., išsvermė atitinkamai 38,11 ir 64,51 proc. Teigiama izokinetinių treniruočių įtaka jėgos ir išsvermės rodikliams ketvirtoje grupėje nustatyta ir atokiuoju periodu ($p < 0,05$).

Palyginę skirtingų treniruočių įtaką sveikoms ir kelio sąnario traumą patyrusioms moterims nustatėme, kad antroje tiriamųjų grupėje, po izokinetinių treniruočių, raumenų – riebalų masės indekso pokytis buvo didesnis nei ketvirtoje tiriamųjų grupėje (atitinkamai 8,60 ir 0,80 proc.). Taip pat nustatėme, kad tiek tradicinių jėgos pratimų, tiek izokinetinių treniruočių programa padidino tirtų moterų nedominuojančios / traumotos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų funkcinės būklės rodiklius. Tačiau moterų, patyrusių kelio sąnario traumą, šis pokytis buvo didesnis.

Atlikę koreliacinę izokinetinio testo ir šuolio į aukštį, kompleksinio fizinio pajėgumo, atsistojimų ir atsitūpimų per 60 sek, bei fizinio išsivystymo rodiklių tarpusavio analizę, nustatėme, kad po treniruočių programos reikšmingai koreliuoja pirmos ir antros grupės tiriamųjų blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos ir išsvermės rodikliai bei šuolio į aukštį, kompleksinio fizinio pajėgumo, atsistojimų ir atsitūpimų per 60 sek. rezultatai. Taip pat buvo nustatytas patikimas ryšys tarp izokinetinio testo rezultatų ir tiriamųjų svorio bei raumenų – riebalų masės indekso. Analizuojant kelio sąnario traumą patyrusių moterų blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos ir išsvermės rodiklių koreliacinius ryšius su kitomis charakteristikomis, buvo nustatytas vidutinis ir stiprus ryšys tarp izokinetinio tyrimo rezultatų ir laiko nuo patirtos traumos iki operacijos bei nuo operacijos iki tyrimo pradžios ($p < 0,05$).

Remiantis tiesine regresija, sudarytos traumuotos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos momento ir bendro darbo tikėtinų rezultatų, po įprastinių jėgos pratimų ar izokinetinių treniruočių programos įvykdymo, prognozavimo lygtys.

IŠVADOS

1. 100 proc. sveikų moterų blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis buvo mažesnis už rekomenduojamą normą. 20 proc. šios grupės moterų fizinis pajėgumas buvo mažesnis už vidutinį, o 16 proc. moterų turėjo antsvorį ar buvo nutukusios.

2. Sveikų moterų izokinetinė treniruotė buvo efektyvesnė nei tradicinių jėgos pratimų programa ir reikšmingiau padidino fizinio išsivystymo bei fizinio pajėgumo rodiklius. Po izokinetinių treniruočių ypač reikšmingai pakito blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų savybes atspindintys rodikliai (jie padidėjo 30 proc. ir daugiau).

3. Atvykus reabilitacijos kursui, daugumos kelio sąnario traumas patyrusių moterų fizinio išsivystymo rodikliai buvo vidutiniai arba mažesni už vidutinius, 10 proc. moterų turėjo antsvorį, o traumuotos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėga lyginant su sveikomis tiriamosiomis, buvo atitinkamai 40 ir 30 proc. mažesnė

4. Izokinetinių treniruočių programa reikšmingai pagerino kelio sąnario traumą patyrusių moterų fizinį išsivystymą ($p < 0,05$), skirtingai nuo tradicinės programos. Abi treniruočių programos pagerino raumenų funkcinės būklės rodiklius, tačiau izokinetinė treniruotė buvo efektyvesnė ($p < 0,05$).

Po izokinetinių treniruočių, lyginant su tradicinėmis treniruotėmis, reikšmingiau pagerėjo sveikų ir kelio sąnario traumą patyrusių moterų raumenų funkcinė būklė. Minėti teigiami raumenų funkcinės būklės pokyčiai išliko ir atokiuoju periodu ($p < 0,05$).

PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Siekiant pagerinti fizinį išsivystymą, fizinį pajėgumą, padidinti blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgą ir ištvėrmę, rekomenduojama taikyti izokinetines treniruotes tiek sveikiems, tiek kelio sąnario traumą patyrusiems asmenims. Taip pat rekomenduojama taikyti ilgesnę nei 10 dienų reabilitacijos programą.

2. Pacientams, patyrusiems kelio sąnario traumą, prieš parenkant treniruočių programą, rekomenduojama įvertinti tikėtinus traumuotos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos momento ir bendro darbo rodiklius, remiantis mūsų sudarytomis rezultatų prognozavimo lygtimis.

3. Treniruočių programos efektyvumui vertinti siūloma naudoti mūsų sudarytą blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų funkcinės būklės vertinimo skalę.