THE EFFECT OF "THE FIFA 11+" WARM-UP TRAINING ON BALANCE AND PROPRIOCEPTION IN ADOLESCENT FUTSAL PLAYERS

WITCHUDA GRITSANADILOK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FORTHE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE (SPORTS SCIENCE)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2014

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

Thesis
entitled

THE EFFECT OF "THE FIFA 11+" WARM-UP TRAINING ON BALANCE AND PROPRIOCEPTION IN ADOLESCENT FUTSAL PLAYERS

.....
Miss Witchuda Gritsanadilok
Candidate

.....
Assoc. Prof. Thyon Chentanez, Ph.D.
Major advisor

.....
Assoc. Prof.Sirirat Hirunrat, Ph.D.
Co-advisor

.....
Asst. Prof. Opas Sinpermsuksakul, M.D.
Co-advisor

.....
Prof. BanchongMahaisavariya,
M.D., Dip Thai Board of Orthopedics
Dean
Faculty of Graduate Studies
Mahidol University

.....
Asst. Prof. Waree Widjaja, Ph.D.
Program Director
Master of Science Program in
Sports Science
College of Sports Science and
Technology
Mahidol University

Thesis
entitled

THE EFFECT OF "THE FIFA 11+" WARM-UP TRAINING ON BALANCE AND PROPRIOCEPTION IN ADOLESCENT FUTSAL PLAYERS

was submitted to the Faculty of Graduate Studies, Mahidol University
for the degree of Master of Science (Sports Science)
on
February 3, 2014

Miss Witchuda Gritsanadilok
Candidate

Lect. Thawichai Khaothin, Ph.D.
Chair

Assoc. Prof. Thyon Chentanez, Ph.D.
Member

Assoc. Prof. Sirirat Hirunrat, Ph.D.
Member

Asst. Prof. Opas Sinpermsuksakul, M.D.
Member

Prof. Banchong Mahaisavariya,
M.D., Dip Thai Board of Orthopedics
Dean
Mahidol University

Prof. Arth Nana, M.D.
Dean
College of Sports Science and
Technology
Mahidol University

ACKNOWLEGEMENTS

I would like to express my greatest appreciation to Associate Professor Thyon Chentanez, Associate Professor Sirirat Hirunrat, and Assistance Professor Opas Sinpermsuksakul MD, my main research advisor and co-adviors for their patient guidance, enthusiastic encouragement and constructive suggestions during the planning and development of this research work.

My grateful thanks extend to Assistance Professor Sumaetee Thanungkul and his assistance, for their advice and assistance in instrument production. My grateful thanks are also extended to Lect. Phavadol Raktavee for his help in production of tools and data analysis. Special thankfulness to youth national futsal players and their staffs from Nakhonpathom Sports School, Nakhonpathom for their support and co-ordination.

Finally, I wish to thank you to my parents for their undivided support and encouragement throughout me to go my own way, without whom I would unable to complete my project.

At last but not the least I want to thank my friends who appreciated me for my work and motivated me and finally to God who made all the things possible...

Witchuda Gritsanadilok

THE EFFECTS OF THE FIFA 11+ ON BALANCE AND PROPRIOCEPTION IN ADOLESCENT FUTSAL PLAYERS

WITCHUDA GRITSANADILOK 5137308 SPSS/M

M.Sc. (SPORTS SCIENCE)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: THYON CHENTANEZ Ph.D. (NEUROSCIENCE), SIRIRAT HIRUNRAT Ph.D. (BIOMECHANICS), OPAS SINPERMSUKSAKUL M.D (FACHARZT FUR. ORTHOPAEDIC)

ABSTRACT

The purposes of this study were to investigate the long term effects of "The FIFA 11+" warm-up training on joint position sense (JPS) and body center of pressure (CoP) among adolescent futsal players. Ten subjects were trained with "The FIFA 11+" warm up program (20 minutes/day) at least 3 days/week with regular practice 5 days/week, and 11 subjects were trained with regular warm up (20 minutes) before regular practice 5 days/week.

Angle repositioning errors and balance were tested before training (0 week), during (5 weeks), and after training (10 weeks) periods. Angle repositioning error was measured by a joint position sense (JPS) instrument with reliability at 0.835 of both ankle joints on neutral at 0°, dorsiflexion at 10°, and plantarflexion at 15° position. There were no significant differences found between groups and dominant legs, a but significant decrease was found of absolute mean errors on the right ankles at plantarflexion (15°) position ($p=0.032$), and after training significant positive % change ($p=0.031$) at week 10. The center of pressure (COP) parameters in the single leg stance position without visual input was found to have a tendency and a significant decrease in anterior/posterior directions after 10 weeks of the training program.

These results showed that "The FIFA 11+" program could improve and develop neuromuscular balance control without visual input, and may increase cognition in body control, which has been correlated with the prevention and reduction of lower extremity injuries in futsal players often reported elsewhere.

KEY WORDS: CENTER OF PRESSURE /FIFA 11+ / FUTSAL / JOINT POSITION SENSE / PROPRIOCEPTION

117 pages

การศึกษาผลของโปรแกรมการอบอุ่นร่างกายฟีฟ่า11+ในการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อ และการทรงตัวของร่างกายในนักกีฬาฟุตซอลวัยรุ่น

THE EFFECTS OF THE FIFA 11+ ON BALANCE AND PROPRIOCEPTION IN ADOLESCENT FUTSAL PLAYERS

วิชชุดา กฤษณะดิลก 5137308 SPSS/M

วท.ม. (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ไถ้ออน ชินธเนศ, Ph.D.,ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, Ph.D.,โอภาส สินเพิ่มสุขสกุล, MD,

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลระยะยาวของการฝึกโปรแกรมอบอุ่นร่างกาย “The FIFA 11+” ในการทรงตัวและการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อในนักกีฬาฟุตซอลวัยรุ่นอายุระหว่าง 15-18 ปี กลุ่มทดลอง 10 คน และกลุ่มควบคุม 11 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกโปรแกรมอบอุ่นร่างกาย“The FIFA 11+” 20 นาทีก่อนการฝึกซ้อมอย่างน้อย3 ครั้ง/สัปดาห์ ก่อนการฝึกซ้อมตามปกติเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับโปรแกรมอบอุ่นร่างกายตามปกติก่อนการฝึกซ้อมตามปกติเป็นเวลา 10 สัปดาห์เช่นกัน โดยทำการทดสอบการรับรู้การเคลื่อนไหวของร่างกายของข้อเท้าและการยืนทรงตัวขาเดียวทั้งหลับตาและลืมตา

การรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อเท้าทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกันระหว่างเวลาและเท้าข้างที่ถนัด แต่ข้อเท้าขวาในตำแหน่งการงุ้มเท้าลง (plantarflexion) ที่ 15° มีการรับรู้การเคลื่อนไหวที่ดีขึ้นโดยมีองศาที่ผิดพลาดน้อยลงทั้งเท้าข้างที่ถนัดและไม่ถนัดและเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงยังพบว่าทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p=0.031 หลังสัปดาห์ที่ 10 โดยในกลุ่มทดลองมีค่าความผิดพลาดขององศาน้อยลงตามลำดับ การทดสอบการทรงตัวของร่างกายในแต่ละพารามิเตอร์ขณะที่มีการหลับตาและลืมตาพบว่าด้าน Anterior/Posterior มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะขณะหลับตา ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองมีค่าการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง

ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าโปรแกรม “The FIFA 11+” มีส่วนช่วยในการพัฒนาระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ขณะปราศจากรับรู้ของระบบประสาทในด้านการมองเห็น ซึ่งมีผลต่อการทรงตัวและการเคลื่อนไหวของข้อต่อในร่างกาย ซึ่งอาจช่วยอธิบายได้ว่าทำไมการฝึกฟีฟ่า11+จึงสามารถป้องกันและลดการบาดเจ็บในนักกีฬาฟุตซอล

117 หน้า

CONTENTS

	Page
ACKNOWLEDGEMENTS	**iii**
ABSTRACT (ENGLISH)	**iv**
ABSTRACT (THAI)	**v**
LIST OF TABLES	**ix**
LIST OF FIGURES	**xi**
LIST OF ABBREVIATIONS	**xiii**
CHAPTER I INTRODUCTION	**1**
General objectives	3
Specific objectives	3
Parameters of the study	3
Scope of the study	4
Hypothesis of the study	4
Advantage of the study	4
CHAPTER II LITERATURE REVIEW	**5**
2.1 Futsal (Indoor Soccer)	5
2.2 The FIFA 11+	5
2.2.1 Structure of the 11+	6
2.2.2 Field set-up	7
2.3 Injury Mechanism	7
2.4 Center of Pressure (CoP)	8
2.5 Proprioception	8
2.5.1 Joint position sense	10
2.5.2 Sign of proprioceptive impairment	10
2.5.3 Proprioception pathway	10
CHAPTER III MATERIALS AND METHODS	**12**
3.1 Ethical approval	12

CONTENTS(cont.)

	Page
3.2 Subject	12
3.2.1 Inclusion criteria	12
3.3.2 Withdrawal criteria	13
3.3 Instrumentation	13
3.3.1 Demography	13
3.3.2 Force plate	13
3.3.3 Joint position sense (JPS)	14
3.4 Experimental procedures	14
3.4.1 Measurement of physical fitness	14
3.4.2 Measurement of body center of pressure (CoP)	14
3.4.3 Measurement of ankle joint position sense (JPS)	16
3.5 Statistical analysis	18
CHAPTER IV RESULTS	**20**
4.1 Characteristics of subjects	20
4.2 Effect on joint position sense of the ankle joint	21
4.2.1 Right ankle on neutral position (0^o)	21
4.2.2 Left ankle on neutral position (0^o)	24
4.2.3 Right ankle on dorsiflexion position (10^o)	27
4.2.4 Left ankle on dorsiflexion position (10^o)	29
4.2.5 Right ankle on plantarflexion position (15^o)	32
4.2.6 Left ankle on plantarflexion position (15^o)	35
4.3 Effect of center of pressure (COP) on static single stance position	38
4.3.1 CoP RANGE (cm) in AP directions	38
4.3.2 CoP RANGE (cm) in ML directions	43
4.3.3 CoP SD (cm) in AP directions	48
4.3.4 CoP SD (cm) in ML directions	54
4.3.5 CoP RMS (cm) in AP directions	58

CONTENTS (cont.)

	Page
4.3.6 Cop RMS (cm) in ML directions	64
4.3.7 CoP Velocity (cm/s) in AP directions	70
4.3.8 CoP Velocity (cm/s) in ML directions	75
CHAPTER V DISCUSSION	**80**
5.1 Characteristic of subjects	80
5.2 Effect on joint position sense of ankle joint	80
5.3 Effect on center of pressure (CoP) on single leg stance position	82
5.3.1 Experiment lab setter	83
5.3.2 Position in the game	83
5.3.3 Substitute and season	84
5.4 Exercise protocol in this study	84
CHAPTER VI CONCLUSION	**86**
REFERENCES	**87**
APPENDICES	**94**
Appendix A The ethical committee on research involving human subject	95
Appendix B Consent form (15-17 years)	96
Appendix C Consent form (18 year)	98
Appendix D Participant information sheet (15-17 years)	100
Appendix E Participant information sheet (18 years)	112
BIOGRAPHY	**117**

LIST OF TABLES

Table		Page
3.1	Calculation data measured from bioware program with Kistler coordinate system of the COP signal	15
3.2	Definitions of joint position sense and force plate parameters	18
4.1	Characteristics of control (n=11) and trained (n=10) groups at pre-training	20
4.2	ANOVA summaries of effects on the right ankle in angle repositioning errors at neutral position (0º)	21
4.3	Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the right ankle at neutral position (0º)	22
4.4	Results of AEE (Mean ± SEM) in control (n=11) and trained (n=10) groups on the right ankle dominant and non-dominant legs at neutral position (0º)	23
4.5	ANOVA summaries of effect of the left ankle in angle repositioning errors at neutral position (0º) of the control and trained groups	24
4.6	Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the left ankle at neutral position (0º)	25
4.7	Results of AEE (Mean ± SEM) on the left ankle at neutral position (0º) of control (n=11) and trained (n=10) groups	26
4.8	ANOVA summaries of effect on the right ankle in angle repositioning errors at dorsiflexion position (10º)	27
4.9	Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the right ankle at dorsiflexion position (10º)	28
4.10	Results of AEE on the right ankle at dorsiflexion position (10º) of control (n=11) and trained (n=10) groups	28
4.11	ANOVA summaries of effects of the left ankle in angle repositioning errors at dorsiflexion position (10º)	30
4.12	Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the left ankle at dorsiflexion position (10º)	30

LIST OF TABLES (cont.)

Table		Page
4.13	Results of AEE (Mean ± SEM) on the left ankle at dorsiflexion position (10º) between dominant leg of control (n=11) and trained (n=10) groups	31
4.14	ANOVA summaries of effect on the right ankle in angle repositioning errors at plantarflexion position (15º)	32
4.15	Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the right ankle at plantarflexion position (15º)	33
4.16	Results of AEE (Mean ± SEM) on the right ankle at plantarflexion position (15º) of control (n=11) and control (n=10) groups	33
4.17	ANOVA summaries of effect ofthe left ankle in angle repositioning errors at plantarflexion position (15º)	35
4.18	Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the left ankle at plantarflexion position (15º)	35
4.19	Results of AEE (Mean ± SEM) on the left ankle at plantarflexion position (15º) between control (n=11) and trained (n=10) groups	36
4.20	ANOVA summaries of effect on CoP range (cm) in anterior/posterior directions	39
4.21	Results of CoP $Range_{AP}$ of the left and the right legs with EC and EO Conditions	40
4.22	Comparison of $CoPRANGE_{AP}$ between control (n=11) and trained (n=10) group with EC and EO conditions	42
4.23	The comparison % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP $Range_{AP}$ direction on the left leg single stance with EC and EO conditions	42
4.24	ANOVA summaries of effect on CoP $RANGE_{ML}$ (cm)	44
4.25	Results of CoP $Range_{ML}$ on the left and the right legs with EC and EO conditions	45

LIST OF TABLES (cont.)

Table		Page
4.26	Comparison of CoP $RANGE_{ML}$ between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions	46
4.27	The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP $Range_{ML}$ direction on the left leg single stance with EC and EO conditions	47
4.28	ANOVA summaries of effects on CoP SD_{AP} (cm) on the left and the right legs with EC and EO conditions	49
4.29	Results of CoP SD_{AP} on the left and the right legs with EC and EO conditions	50
4.30	Comparison of CoP SD_{AP} between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions	52
4.31	The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP SD_{AP} direction with EC and EO conditions	52
4.32	ANOVA summaries of effect on CoP SD_{ML} (cm) in medial/lateral Directions	54
4.33	Results of CoP SD_{ML} on the left and the right legs with EC and EO Conditions	55
4.34	Comparison of CoP SD_{ML} between control (n=11) and trained (n=10) group with EC and EO conditions	56
4.35	The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP SD_{ML} direction on the left and the right legs single stance balance with EC and EO conditions	57
4.36	ANOVA summaries of effect on CoP RMS (cm) in anterior/posterior Directions	59
4.37	Results of CoP RMS_{AP} on the left and the right legs with EC and EO Conditions	60
4.38	Comparison of CoP RMS_{AP} between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions	62

LIST OF TABLES (cont.)

Table		Page
4.39	The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP RMS_{AP} direction on the left and the right legs single stance balance with EC and EO conditions	63
4.40	ANOVA summaries of effect on CoP RMS_{ML} (cm)	65
4.41	Results of CoP RMS_{ML} on the left and the right legs with EC and EO conditions	66
4.42	Comparison of CoP RMS_{ML} between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions	68
4.43	The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP RMS_{ML} directions on the left and right legs single stance with EC and EO conditions	68
4.44	ANOVA summaries of effect on CoP $Velocity_{AP}$ (cm/s)	70
4.45	Results of CoP $Velocity_{AP}$ on the left and the right legs with EC and EO conditions	71
4.46	Comparison of CoP $Velocity_{AP}$ between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions	73
4.47	The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP $Velocity_{AP}$ direction on the left and the right legs single stance with EC and EO conditions	73
4.48	ANOVA summaries of effect onCoP $Velocity_{ML}$ (cm/s)	75
4.49	Results of CoP $Velocity_{ML}$ on the left and the right legs with EC and EO conditions	76
4.50	Comparison of CoP $Velocity_{ML}$ between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions	78
4.51	The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP $Velocity_{ML}$ direction on the left and the right legs single stance balance with EC and EO conditions	78

LIST OF FIGURES

Figure		Page
2.1	The FIFA 11+ program	6
2.2	Field set – up	7
3.1	Kistler multicomponent force plate type 9260AA6.	13
3.2	Instrument for ankle joint position sense testing	14
3.3	Center of pressure test in single-leg-stance position on a force platform	15
3.4	The location area can be determined using measured force	16
3.5	Illustrate characteristic of stabilogram data from participant by bioware program. (Ay = Medial-Lateral, Ax = Anterior-Posterior)	16
3.6	Joint position sense (JPS) test	17
3.7	Experimental protocol	19
4.1	AEE at neutral position (0º) of control and trained groups on the right ankle at pre training, week 5, and week 10	22
4.2	AEE on the right ankle at neutral position (0º) between dominant and non-dominant legs in control and trained groups	23
4.3	Percent change (relative to pre-training) of the right ankle at neutral position (0º) of control and trained group at week 5 and week 10	24
4.4	AEE at neutral position (0º) of control and trained groups on the left ankle at pre training, week 5, and week 10	25
4.5	AEE on the left ankle at neutral position (0º) between legs dominant in control and trained groups	26
4.6	Percent change (relative to pre-training) of the left ankle at neutral position (0º) between control and trained group at week 5 and week 10	27
4.7	AEE at dorsiflexion position (10º) of control and trained groups on the left ankle at pre training, week 5, and week 10	28
4.8	AEE on the right ankle at dorsiflexion position (10º) between dominant leg in control and trained groups	29

LIST OF FIGURES (cont.)

Figure		Page
4.9	Percent change (relative to pre-training) of the right ankle at dorsiflexion position (10º) between control and trained group at week 5 and week 10	29
4.10	AEE between control and trained groups of the left ankle at dorsiflexion position (10º)	30
4.11	AEE of the left ankle at dorsiflexion position (10º) between dominant and non- dominant legs in control and trained groups	31
4.12	Percent change (relative to pre-training) of the left ankle at dorsiflexion position (10º) between control and trained groups at week 5 and week 10	32
4.13	AEE between control and trained groups on the right ankle at plantarflexion position (15º)	33
4.14	AEE of the right ankle at plantarflexion position (15º) between dominant leg in control and trained groups	34
4.15	Percent change (relative to pre-training) of the right ankle at plantaflexion position (15º) between control and trained groups at week 5 and week 10	34
4.16	AEE between control and trained groups of the left ankle at plantarflexion position (15º)	36
4.17	AEE of the left ankle at plantarflexion position (15º) between dominant legs in control and trained groups	37
4.18	Percent change (relative to pre-training) of the left ankle at plantarflexion position (15º) between control and trained group at week 5 and week 10	37
4.19	CoP $Range_{AP}$ of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions	40
4.20	CoP $Range_{AP}$ of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions	41

LIST OF FIGURES (cont.)

Figure		Page
4.21	Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 on CoP_{AP} parameters	43
4.22	Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance with EC and EO condition between control and trained group at pre-test, week 5 and week 10 in CoP_{AP} parameters	43
4.23	CoP $Range_{ML}$ of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions	45
4.24	CoP $Range_{ML}$ of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions	46
4.25	Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP_{AP} parameters	47
4.26	Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP_{AP} parameters	48
4.27	CoP SD_{AP} of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions	51
4.28	CoP SD_{AP} of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions	51
4.29	Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP SD_{AP} parameters	53
4.30	Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP SD_{AP} parameters	53

LIST OF FIGURES (cont.)

Figure		Page
4.31	CoP SD_{ML} of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions	55
4.32	CoP SD_{ML} of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions	56
4.33	Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP SD_{ML} parameters	57
4.34	Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP SD_{ML} parameters	58
4.35	CoP RMS_{AP} of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions	61
4.36	CoP RMS_{AP} of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions	61
4.37	Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP RMS_{AP} parameters	63
4.38	Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP RMS_{AP} parameters	64
4.39	CoP RMS_{ML} of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions	67
4.40	CoP RMS_{ML} of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions	67
4.41	Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP RMS_{ML} parameters	69

LIST OF FIGURES (cont.)

Figure		Page
4.42	Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP RMS_{ML} parameters	69
4.43	CoP $Velocity_{AP}$ of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions	72
4.44	CoP $Velocity_{AP}$ of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions	72
4.45	Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP $Velocity_{AP}$ parameters	74
4.46	Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP $Velocity_{AP}$ parameters	74
4.47	CoP $Velocity_{ML}$ of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions	77
4.48	CoP $Velocity_{ML}$ of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions	77
4.49	Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP $Velocity_{ML}$ parameters	79
4.50	Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP $Velocity_{ML}$ parameters	79

LIST OF ABBREVIATIONS

AAE	Absolute Angular Errors
AP	Anterior-Posterior Direction
BMI	Body Mass Index
CoP	center of Pressure
EC	Eyes Closed
EO	Eyes Opened
Ht	Height
JPS	Joint Position Sense
Kg	Kilogram (s)
ML	Medial-Lateral Direction
Sec	Second (s)
SD	Standard Deviation
RMS	Root Mean Square
Wt	Weight
Yr	Year (s)

CHAPTER I
INTRODUCTION

Futsal (Indoor Soccer) is a sport that has attracted all over the world. In Brazil, it is one of the most popular sports, played by more than twelve million Brazilian people, according to the Futsal Brazilian Confederation (CBFS)[1]. Currently the Federation Internationale de Football Association (FIFA) unifies 203 national associations and represents about 200 million active players, of which about 40 million are women. The incidence of football injuries is estimated to be 10-35 per 1,000 game hours. One athlete plays on average 100 hours of football per years (from 50 hours per player of a local team) every player will have a minimum of one performance-limiting injury per year but the incidence of injuries in futsal is lower [1, 2]. Lateral ankle sprains are the most common injuries affecting athletes up to 25% of all time lost from participation in sports and it occurs 85% of all ankle injuries[3, 4].

Futsal is different from football. Futsal is played on a smaller pitch and usually indoors, with six players including a goal keeper on each side and the ball can be played directly off the wall that surrounds the playing field. Futsal is growing in many countries and played by over a million people worldwide. It started in South America in 1930 and the first World Futsal Championship was held 1982 in Brazil. Since 1989, a Futsal World Cup is organized by the Federation Internationale de Football Association[5, 6].

Rehabilitation programs emphasizing coordination, balance, and strength training have been recommended for improving ankle stability and postural stability with both stable and unstable ankles. Ankle rehabilitation exercises are typically performed in a static position rather than a dynamic balance position. Although most coordination and balance training programs have effectively improved postural stability and decreased the incidence of ankle sprains [7], from the sports medicine, the coordination of a movement is mainly the internal organization of optimal control of the motor system and its parts. “Coordination” can be the concept of optimization

for intramuscular and intermuscular coordination and cooperation for a given task, including internal and external feedback mechanisms[8]. Proprioception is the umbrella term for kinesthesia and joint position sense (JPS), JPS refers to the awareness of joint position in space and is mediated through various receptors called mechanoreceptors that are located in the joint capsule, ligaments, menisci, musculotendinous unit, and skin. The deterioration of proprioception results in increased postural sway, decreased balance, increased risk of falls and changes in gait patterns [9]. Proprioceptive training reduces the incidence of ankle sprains in athletes with recurrent ankle sprains to the same level as subjects without any history of ankle sprains[8].

Sefton reviewed the literature and found that functional balance and postural control improves after balance training [10]. However, the efficacy of a balance training program as a primary intervention for the prevention of sprains in athletes with healthy ankles remains to be determined. In addition, the proprioceptive training programs reduce the severity of initial or subsequent ankle sprains, or increase the number of exposures before an ankle sprain occur[11]. Baldaco, et al. (2010), studied proprioceptive exercise in female futsal players, who played 3 times a week for one month, found greater control of the body balance in medium-lateral direction and in eye-closed condition [12].

“The 11” injury prevention program was developed by FIFA’s medical research centre (the FIFA Medical and Research Centre: F-MARC) to help reduce the risk of injury in football players aged 14 years and over[13]. The revised program (“The 11+”) included key exercise routines and additional exercises to provide variation and progression. It also included a new set of structured running exercises that make it better suited as a comprehensive warm-up program for training and matches [14].

In recent years, the “FIFA 11+” warm up training had been recommended for football players in balance, strength and physical fitness training. The “11+” is a complete warm-up to prevent injuries, combines the exercise training listed above to provide you with general protections from injuries if performed prior to every training session start at age 14. In a scientific study with almost 2,000 female youth players, teams performing “11+” at least twice a week had 30-50 per cent fewer injured players than teams who warmed up as usual [6].

However, there are only a few studies on anatomical and physiological effects of “The FIFA 11+” have been published. The lacking of information in this area make itrequires for more research. Therefore, this study focused on the effect of “FIFA 11+” warm-up training on ankle joint proprioception sensibility and ability of balance performance among adolescent futsal players.

Purpose of the study

General objective

To investigate the effects of long term “The FIFA 11+” warm-up training on static balance (postural control); shown by maintenance of center of pressure (COP) during quiet standing on a force plate and Joint Position Sense(JPS) of the ankle joints in futsal players.

Specific objective

1. To compare the center-of-pressure (CoP) among 2 futsal player groups in single-leg stance positions with eyes opened and eyes closed conditions before and after “The FIFA11+” warm-up training and routine classic warm up program.

2. To compare the ankle joint position sense (JPS) in 2 difference training groups (“The FIFA11+” and routine warm-up groups) before and after training.

Parameters of the study

Force platform (Kistler Instrument Corp., Amherst, NY) for measuring center of pressure (CoP) in single-leg stance position with eyes opened and closed conditions. Two trials with 20 seconds for each trial.

1. COP [15] determinations in anterior/posterior (AP) and medial/lateral (ML) directions included:

- CoP range (cm)
- Co Pstandard deviations (S.D.) (cm)

• CoP root mean square (RMS) (cm)

• CoP peak velocity (cm/s)

2. Joint position sense (JPS) instrument

Measure ankle joint positional sensitivity in sitting position with eyes closed on single leg and random difference of degrees at a time for 4 trails.

• Dorsiflexion - Plantar flexion (Neutral) 0°

• Dorsiflexion 10° [16, 17].

• Plantarflexion 15° [16, 18].

Scope of the study

This study will determine the efficacy of the FIFA 11+ warm up training program on adolescent futsal players aged between 15-18 years with two years experience and without a history of pain/injuries in the past 6 months in the lower extremity. Center of pressure (CoP) and joint position sense (JPS) will be measured.

Hypothesis of the study

1. There were significant differences in center-of-pressure (CoP) in single-leg stance positions during pre and post training in the group and between groups.

2. There were significant differences in ankle joint position sense(JPS) during pre and post training in the group and between groups.

Advantages of the study

1. The result of this study would provide preliminary reference data on balance performances of “The FIFA 11+” warm up training.

2. This study would provide knowledge in consequence of the long term FIFA 11+ warm up training for possibly injury prevention in futsal playersby improving balance and proprioception or similar conditions.

CHAPTER II
LITERATURE REVIEW

2.1 Futsal (Indoor Soccer)

Futsal is a five-a side version of indoor soccer played on a court similar in size to a basketball court. A player in a 40-minute Futsal match runs between 2.5 and 3.7 miles depending on the position played and the style of play of the team. In contrast, in a 90-minute high school soccer game, a player runs three to five miles. It is played by over a million registered players worldwide and is a growing sport in many countries. It started in South America in 1930,and approved by Federationale de Football Association (FIFA) as the indoor version of soccer in 1962. The first World Futsal Championship was held 1982 in Brazil. Since 1989, a Futsal World Cup is organized by the Federation Internationale de Football Association (FIFA). There are important differences in the rules of the game between football and futsal.A few scientific studies have been publishedon match demands and the fitness parameters of futsal players. From the analyses of heart rates and time–motion during competitive matches, the authors concluded that futsal is a multiple-sprints sport with more high intensity phases than football [5, 19]. Matos, et al. found that futsal players were faster than the soccer players [20].

2.2 The FIFA 11+

The FIFA Medical and Research Centre 1994 (F-MARC) developed in 2003: a prevention program for amateur players, whose effectiveness has been impressively proven in Switzerland. The nationwide implementation (2004-2008) led to a significant decrease in injuries during matches and training, it is easily and broadly applicable. “The 11” has been further developed (2006) into a more comprehensive program: “11+”[21].

"The FIFA11+" is a warm-up program was aimed to reduce injuries among male and female football players aged 14 years and older. The program was developed by an international group of experts and its effectiveness has been proven in a scientific study (Norway, 2008). Terms that performed 11+ at least twice a week had 30-50% less injured players. The program should be performed, as a standard warm-up, at the start of each training session at least twice a week, and takes around 20 minutes to complete. Prior to matches, only the running exercise (part 1 and 3) should or may be performed. For every exercise in the warm-up program, correct performance is of great importance [21].

2.2.1 Structure of the 11+

The "FIFA 11+" has three parts with a total of 15 exercises, which performed in the specified sequence at the start of each training session. A key point in this program is to use the proper technique during all of the exercises by paying full attention to correct posture and good body control, including straight leg alignment, knee-over-toe position and soft landings [22, 23].

Part 1: running exercise at a slow speed combined with active stretching and controlled partner contacts. (8 minutes)

Part2: six sets of exercises, focusing on core and legs strength, balance, and plyometrics/agility, each with three levels of increasing difficulty. (10 minutes)

Part3: running exercises at moderate/high speed combined with planting/cutting movements. (2 minutes)

Figure 2.1: The FIFA 11+ program

2.2.2 Field set-up

The course is made up of six pairs of parallel cones, approximately 5-6 m. apart. Two players at the same time from the first pair of cones, jog along the inside of the cones and do the various exercises on the way. After the last cone, run back along the outside. On the way back, speed can increased progressively as players warm up [23].

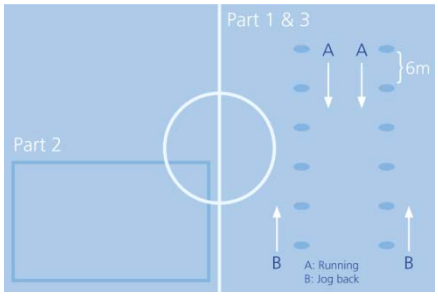


Figure 2.2: Field set-up.

2.3 Injury Mechanisms

Injury mechanisms are based on mechanical concepts, tissue response, or a combination. Sports medicine classified seven basic mechanisms of injury: (1) contact or impact, (2) dynamic overload, (3) overused, (4) structure vulnerability, (5) inflexibility, (6) muscle imbalance, and (7) rapid growth[24]. Lower extremity injuries (hip, knee, and ankle) are the most common of all musculoskeletal disorders. Injury to skeletal muscle is common, acute muscular strain results from over stretching a passive muscle or from dynamically over loading an active muscle, either concentrically eccentrically. Exercise can induce muscle injury from connective and contractile tissue disruption; this characterized by local tenderness, stiffness, and restricted range of motion which refers to delayed-onset muscle soreness[24].

Rehabilitation programs emphasizing coordination, balance, and strength training have been recommended for improving ankle stability and postural stability in subjects with both stable and unstable ankles, it has the potential for returning a person to pre-injury and higher level of function. Ankle rehabilitation exercises are typically performed in a static position rather than a dynamic balance position and it is the most

coordination and balance training programs have effectively improved postural stability and decreased the incidence of ankle sprains [7, 24].

2.4 Center of Pressure (CoP)

Reaction force between the body and support surfaces is distributed over the contact area, the location on the supporting surface where the resultant vertical force vector acts. The position of center of an individual standing upright can be calculated using force plates; force is distributed across two feet and the center of pressure is located between the feet. Changes in the center of pressure while standing on force platform are used to evaluate control mechanisms of balance. Good stability and balance are essential in many sports which is requires proprioceptive input. Analysis of the center of pressure is common studies on human postural control and gait, postural control has been defined as the maintaining body's position over based of support for balance and orientation during any posture or activity. [25-29]. CoP measurements are commonly gathered through the use of force plate, a force plate gathers data in the anterior-posterior directions (x-axis, forward and backward), the medial-lateral directions (y-axis, side-to-side) and the vertical direction (z-axis); movement all 3 axes can be used to calculate the position of the center of pressure relative to the origin of the force plate[28, 29].

2.5 Proprioception

Proprioception is a neurological process that defined as the ability to sense stimuli arising within the body, includes the capacity to sense joint position and joint motion. Proprioception mechanoreceptors such as Ruffini ending, Pacinian corpuscles, and Golgi tendon organs are present in the anterior cruciate ligament (ACL). Quick-adapting mechanoreceptors, such as the Ruffini endings and Golgi tendon organs, are thought to mediate the sensation of joint position [29, 30].

Proprioception is the conscious awareness of limb position and movement, and is a specialized form of the sensory modality of touch that encompasses the sensation of joint movement (kinesthesia) and joint position (joint position sense). It is

generally defined as the ability to assess respective limbs's position without the assistance of vision and governed by central and peripheral mechanisms that come mainly from muscular receptors, but also includes tendinous, articular and cutaneous receptors. Joint position sense results from the afferent input to the central nervous system and is determine by muscle spindle and skin receptor response to stimuli. The respective roles of these various sources of afferent information have been debated, but it is now recognized the muscular receptors have the most important part in the elaboration of limb proprioception. This role for muscular receptors indicated that modifying the functional state of the muscles could affect the precision of position sense [31-33].

The proprioceptive mechanism is essential for proper function of the joint in sports, for activities in daily life, and for some occupational tasks. These contribute to the motor programming for neuromuscular control required for precision movements and also contributes to muscle reflex, providing dynamic stability. Objective quantification of proprioception may improve early detection of proprioceptive loss with injury[34].Loss of proprioception, resulting in lack ofbalance and position sense, is considered to be particularly important. It's the afferent information that contributes to conscious sensation (muscle sense), total posture (postural equilibrium), and segmental posture (joint stability) [35, 36]. Proprioceptive information from foot/ankle provides important information regarding body sway for balance control with absent visual information [37].

Proprioceptive feedback during joint motion depends not only on sensory information from joint receptors (i.e., ligament and capsule) but also includes divergent information from skin, articular, and muscle mechanoreceptors. While researchers have demonstrated that the afferent feedback system may be interrupted on functional tasks in unknown. Neuromuscular feedback, and its relationship to chronic instability, may not be completely understood, although it appears that deficits in proprioception may lead to functional instability and that coordination exercises may improve some measures of proprioception[17, 38].

Visual input is one of the most important aspects in proprioception. Information from the vestibular apparatus about head position in relation to gravity and to head movements is also important.The sensory receptors for proprioception that

are found in the skin, muscles, and joints and in ligaments and tendons all provide input to the central nervous system (CNS) regarding tissue deformation[8].

2.5.1 Joint Position Sense

Joint position sense is a component of proprioception and is often measured to assess proprioception[39].Balance requires the continuous adjustment of muscle activity and joint position to retain the body's center of gravity over the base of support [30].

JPS testing can be performed under weight-bearing or non weight-bearing conditions with static limb position. Although the former condition provides proprioceptive information under functional condition, it involves both motor and sensory receptors and is more complex to test[40]. Several studies have shown joint position sense disorder to be caused by a significant difference between the stable ankle and unstable ankle in the inversion angle replication error[41].

2.5.2 Sign of Proprioceptive Impairment[42, 43]

2.5.2.1 Under-responsive (hyposensitive); the brain perceives less degree of sensory input which reach through their body unaware in various degree. Many individual with this condition may have hand and leg skills difficult, stiff and uncoordinated movement, continue long period activities or crash without pain.

2.5.2.2 Over-responsive (hypersensitive); the brain perceives more intensive sensory input. Individual tend not to be touched and avoid specific types of sensations, negatively and emotionally to unexpected light and touch. They may have poor body awareness tend to be rigid and tense with coordinated moves.

2.5.2.3 Difficulty regulating Input; the brain cannot evaluate situation correctly. A person may push too hard or not enough against the objects, unable to correctly judge object weights.

2.5.3 Proprioception Pathway [42, 43]

2.5.3.1 Conscious proprioception; the information is utilized to facilitate complex motor activity via the posterior column-medial lemniscuses pathway to the cerebrum, mostly responsible for posture and spinal cord function.

2.5.3.2 Unconscious proprioception; the information is communicated through the dorsal spinocerebellar tract to the cerebellum. This is important to coordinate basic posturing during sitting, standing and gait activities.

CHAPTER III
MATERIALS AND METHODS

3.1 Ethical approval

All subjects were informed of the experimental protocols and possible risk this involved consenting to the risk, verbally and in writing. Details of the study were explained to the subjects and their informed consent was obtained. A consent form was approved by the Ethics Committee on Human Experimentation of Mahidol University.

3.2 Participants

21 healthy adolescent futsal players of 15-18 years old, control group (n=11) and trained group (n=10) subjects between the ages of 15-18 years (age = 16.29 ± 0.18 yrs) were recruited from Nakhonpathom sports school, Nakhonpathom to participate in this study.They were free from any lower extremity injuries and the following medical conditions: ear infections, neurological disorder, and visual disorder. A consent form that described the methods will be explained to all subjects before their informed consents will be given.

All the groups were matched by age, weight, height, and BMI. These subjects were interviewed about their medical history before testing. Inclusion and exclusion for this experiment were based on the criteria as follows.

3.2.1 Inclusion criteria

They were free from lower extremity surgery/fracture and the following medical conditions: ears infection, visual conditions, and neurological conditions.They were able to take participate all training programs and reassessment without take other vigorous sports or physical activities during the period of study.

3.2.2 Withdrawal criteria

They were unable to attend the training program at least 70% of total training and have injury or pain during training or testing.

3.3 Instrumentation

3.3.1 Demography

In this study, body weight and height scale (Tan scale, Thailand) were measured and questionnaires in order to classify injury and dominant leg.

3.3.2 Force plate

Force plate is measuring instrument design to measure ground reaction forces by standing, walking, running, and jumping. There are used in research and clinical studies, gait analysis (rehabilitation, orthopaedics, prosthetics), sports (jump force, impact, training), neurology (posturography, balance, microvibrations), ergonomics, industry (shoe development, material testing, safety, loading) but most common for rehabilitation and sports performance diagnosis through improved training methods at balance, gait pattern and sports performance[44-46].Kistler force plate (Kistler Instrument Corp., Amherst, NY)was used to measure the ability to keep balance while standing on a single leg (Figure 3.1).

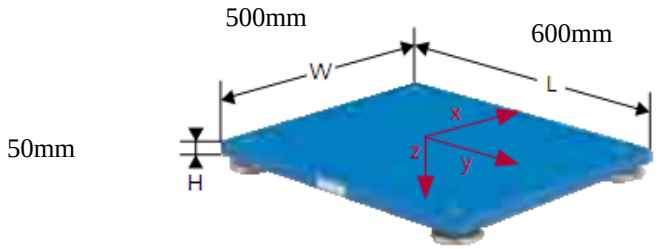


Figure 3.1: Kistler multicomponent force plate type 9260AA6. (Anterior-PosteriorF^x, Medial-LateralF^y, and VerticalF^z)

3.3.3 Joint Position Sense (JPS)

Joint position sense instrument with the bulls-eye surface level to measure ankle joint position sense meter (Institute of Molecular Bioscience (MB), Mahidol University), reliability at p = 0.835 (SPSS version 18) size 50×50×50 cm. (Figure 3.3), to investigate the subjects' ankle in various predetermined angles and asked them to reproduce their remembered perception of the angles[31].

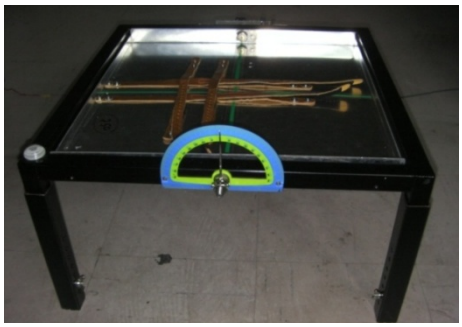


Figure 3.2: Instrument for ankle joint position sense testing.

3.4 Experimental Procedures

3.4.1 Measurement of physical fitness

- Weight and height by Tan scale
- BMI calculated by mass(kg)/height(cm)^2 [47]
- Leg dominantby questionnaire
- History of injury by questionnaire

3.4.2 Measurement of body center of pressure (CoP)

Body center of pressure (COP) was measured by Kistler force plate (Kistler Instrument Corp., Amherst, NY). The subject has to maintain the standing position with their hand on their hip while the knee is flexed to 90° and they face straight ahead on single leg stance position to exclude the visual proprioception (Figure 3.3)[15, 48, 49].

Data from force plate was extracted by bioware software (version 4.0) and acquire data acquisitions were used to capture COP motion for Kistler (Table 3.1).

Data were recorded using sampling frequency 500 Hz, filtered with a cutoff frequency of 5 Hz.[50, 51]. The COP ranges were determined by locations the most positive and most negative values within the datasets in anterior-posterior (A/P) directions and medial-lateral (M/L) directions with two trails average for analysis with 1 min rest or until subjects did not show sign of fatigue(Figure 3.4 and 3.5)[52].

Figure 3.3: Center of pressure test in single-leg-stance position on a force platform.

Table 3.1 Calculation data measured from bioware program with Kistler coordinate system of the COP signals [53-55].

Parameter	Calculation	Description
Fx	fx12 + fx34	Medio-lateral force
Fy	fy14 + fy23	Anterior-posterior force
Fz	fz1 + fz2 + fz3 + fz4	Vertical force
Mx	b * (fz1 + fz2 - fz3 - fz4)	Plate moment about X-axis
My	a * (-fz1 + fz2 + fz3 - fz4)	Plate moment about Y-axis
Mx'	Mx + Fy*az0	Plate moment about top plate surface
My'	My - Fx*az0	Plate moment about top plate surface
ax	-My' / Fz	X-Coordinate of force application point (COP)
ay	Mx' / Fz	Y-Coordinate of force application point (COP)

Az0 = thickness of plate parameter

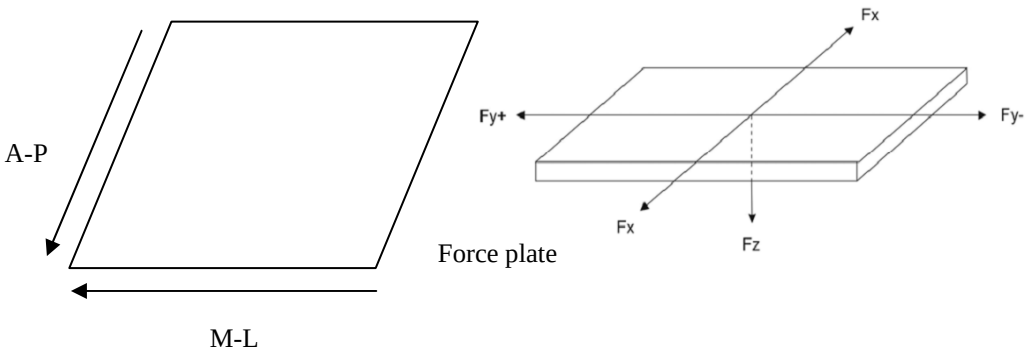


Figure 3.4: The location area can be determined using measured force.

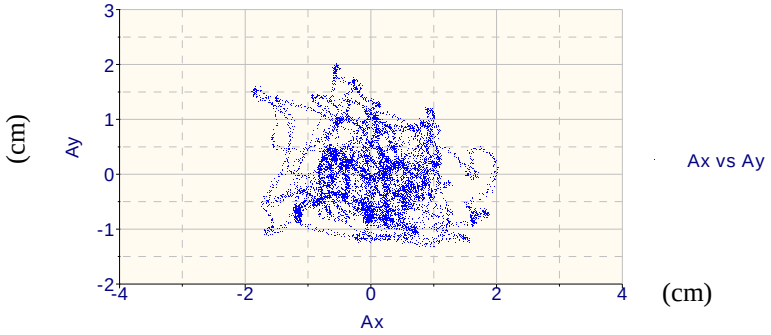


Figure 3.5: Illustrate characteristic of stabilogram data from participant by bioware program. (Ay = Medial-Lateral, Ax = Anterior-Posterior)

3.4.3 Measurement of ankle joint position sense (JPS)

Absolute angle errors were measured by error repositioning angle within target angle from joint position sense instrument scale (Institute of Molecular Bioscience (MB), Mahidol University. The subjects were blind folded to avoid visual perception and affect the results and allowed to sit comfortably on a bench with the knees flexed at 90° with lower leg positioned vertically [56] place their foot on the testing instrument while straps were used to hold the subject's foot to the platform with ankle stating position at 0º. Four trials were given by passively placed to similar random target positions in every subject without positioning memorizes angle. The subjects were held in that position for 10 seconds, and asked to remember the target angle [15] then returned to the neutral starting position, rest for 15secondsbefore the next trial[40]. Subjects were asked to actively reposition their foot as closely to the

target angle as possible [18]. The subjects were told their target positions and data were recorded by the researcher. The absolute angular error (AAE), the absolute difference between target and perceived angle, was calculated at each test angle [40].These studies were measuredfor ankle from both sides in different positions (Figure 3.6).

- Ankle neutral position 0°
- Ankle dorsiflexion10° [16, 17,56]
- Ankle plantar flexion 15° [16-18, 39]

Figure 3.6: Joint position sense (JPS) test

Table 3.2 Definitions of joint position sense and force plate parameters [52, 57].

Measure	Definition
AAE	Absolute angular/mean error of the absolute difference between target and perceived angle
CoP range	The absolute location of the most positive and the most negative values within the datasets in AP and ML directions
CoP SD	Overall SD of the CoP
CoP RMS	Overall RMS of the CoP
CoP peak velocity	The absolute maximum value of the instantaneous velocity of the CoP

AEE = Absolute angular error, Cop = Center of Pressure, SD = Standard Deviation, and RMS = Root Mean Square

3.5 Statistical Analysis

The means of absolute angle errors (AEE) were measured in the four ankles joint position sense (JPS) trails and the means of each dependent CoP measures on the left and the right legs with eyes closed and eyes opened conditions was calculated. Data analysis using Shapiro-Wilk test for normality, all measures were found to be normally distributed, $p>0.05$. Mixed model 2×3 ANOVAs were calculated with the effects of groups (control and trained) and within factor of sides (dominant and non-dominant legs), and eyes (closed and opened) by SPSS (SPSS Inc., IBM Corporation) for windows version18. Unpaired t-test were performed to determine the differences in percent change from baseline of ankle joint position sense and balance test between control and trained groups. The significant level was set a priori at $p<0.05$. The strength of effect sizes were using Cohen's guidelines[58] with value less than 0.4 was considered as weak, between 0.41-0.7 as moderate, and greater than 0.7 as strong.

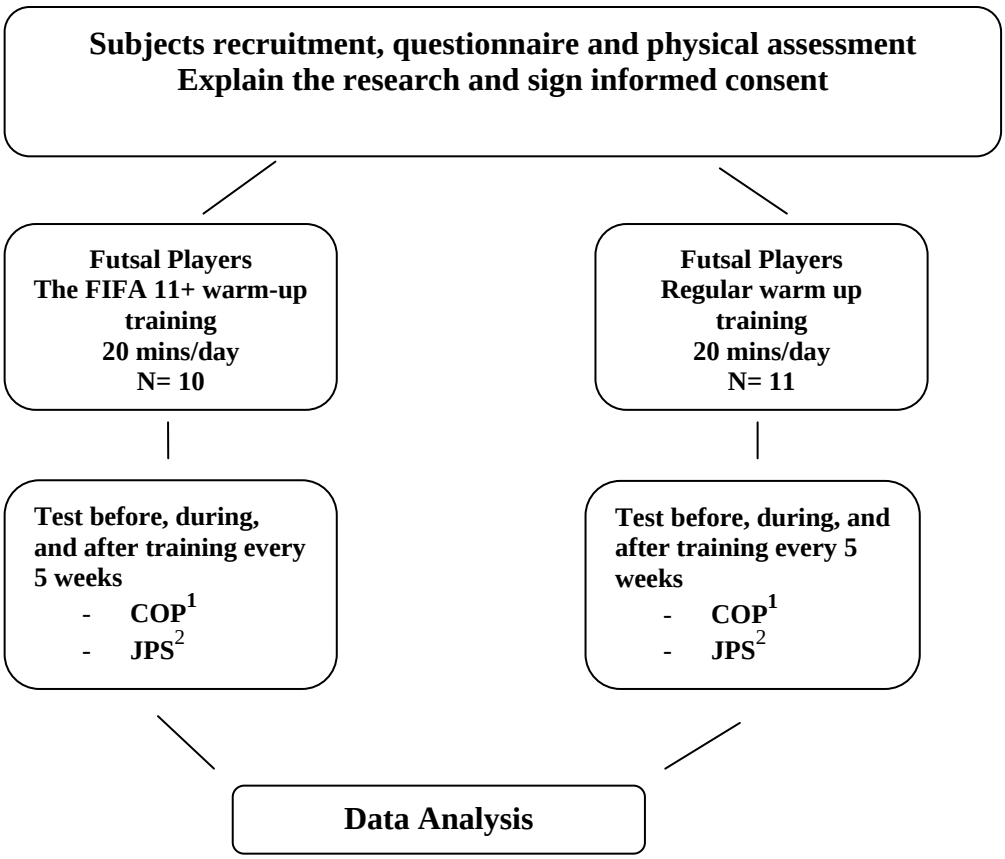


Figure 3.7: Experimental protocol

[1]Center of pressure (COP) and [2]Joint position sense (JPS)

CHAPTER IV
RESULTS

The major purposes of this study were to investigate the effects of The FIFA 11+ warm up training program on joint position sense (JPS) and center of pressure (COP) of body balance in adolescent futsal players. Twenty one players were participating in this study. Ten players were in trained group who received the FIFA 11+ warm up program for 10 weeks and other eleven players were in control group which received regular warm up. All players were recruited from Nakhonpratom Sports School, Nakornpathom.

4.1 Characteristics of Subjects

Twenty one players, had age between 15-18 years old, were included in this study. The characteristics of subjects were presented in Table 4.1. No significant difference between groups ($p \leq 0.05$) or there were significant similarities in characteristics of both groups at the beginning of the experiment (Table 4.1).

Table 4.1 Characteristics of control (n=11) and trained (n=10) groups at pre-training

Value	Control group (mean ± SEM)	Trained (mean ± SEM)	P-value
Age(years)	16.46 ± 0.29	16.20 ± 0.25	0.438
Weight(Kg)	59.46 ± 2.75	57.00 ± 2.45	0.779
Height(cm)	168.69 ± 1.96	170.80 ± 2.14	0.319
BMI	20.86 ± 0.84	19.43 ± 0.42	0.215
Futsal training (d/wk)	5.19 ± 0.04	5.26 ± 0.22	0.316
FIFA11+ training (d/wk)	3.96 ± 0.25	0	

Test by independent T-test

4.2 Effect on Joint Position Sense of the ankle

Ankle joint position sense was determined by joint position sense instrument (Institute of Molecular Bioscience (MB), Mahidol University). They were measured in the left and the right ankle at neutral 0º, dorsiflexion 10º, and plantarflexion 15 º positions of control and trained groups.

4.2.1 Right ankle at neutral position (0º)

The effect of angle repositioning errors of the right ankle at neutral position (0º) was shown in Table 4.2. There were no found interactions between time, group, and dominant leg (p=0.617). After training at week 5 and week 10 there were no significant difference between control and trained groups at pre-training (p=0.426), week 5 (p=0.888), and week 10 (p=0.231) (Table 4.3 and Figure 4.1). The effect on the dominant leg found no significant (p=0.625) in control group and (p=0.717) in trained group. However, there were found tendency of angle errors decrease on dominant and non-dominant legs in trained group but in control group was found to be decrease on dominant leg (Table 4.4 and Figure 4.2).

Table 4.2 ANOVA summaries of effects on the right ankle in angle repositioning errors at neutral position (0º).

Source	df	F	p-value
Between subject			
Group	1	0.008	0.930
Dominant Leg	1	0.401	0.535
Group*Dominant Leg	1	0.031	0.861
Within subject			
Time	2	0.627	0.540
Time*Group	2	1.731	0.192
Time*Dominant Leg	2	0.715	0.496
Time*Group*Dominant Leg	2	0.490	0.617

Table 4.3 Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) group on the right ankle at neutral position (0º)

GROUP	Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	2.66º ± 1.06º	2.89º ± 0.80º	2.52º ± 0.51º	0.719
Trained	4.00º ± 1.25º	2.73º ± 0.79º	1.75º ± 0.34º	0.152

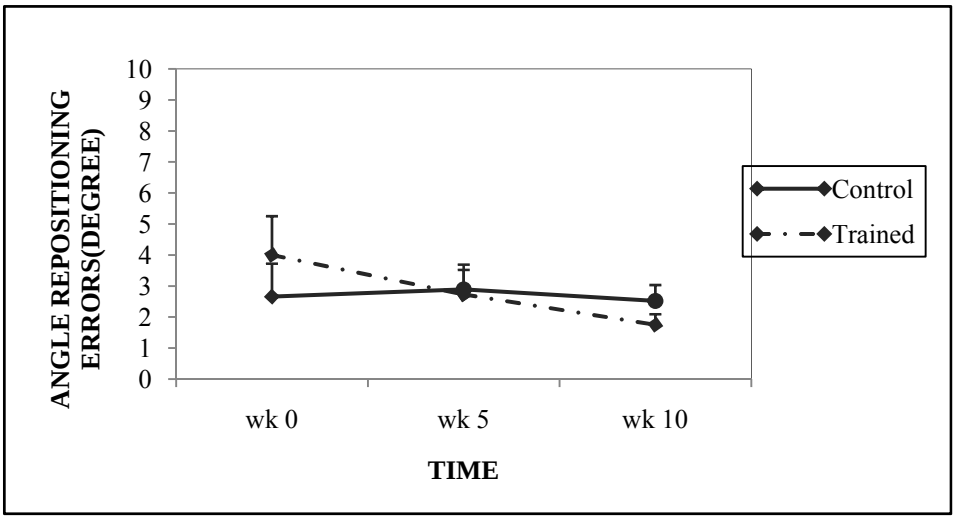


Figure 4.1 AEE at neutral position (0º) of control and trained groups on the right ankle at pre training, week 5, and week 10.

Table 4.4 Results of AEE (Mean ± SEM) in control (n=11) and trained (n=10) groups on the right ankle dominant and non-dominant legs at neutral position (0º)

Time / Parameters		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	Dominant (n=9)	2.78º±1.30º	2.61º±0.84º	2.19º±0.33º	0.625
	Non-dominant (n=2)	2.13º±1.13º	4.13º±2.88º	4.00º±2.75º	
Trained	Dominant (n=6)	3.96º±1.71º	2.00º±0.99º	1.92º±0.46º	0.717
	Non-dominant (n=4)	4.06º±2.09º	3.81º±1.22º	3.13º±1.03º	
P-value		0.421	0.888	0.231	0.192

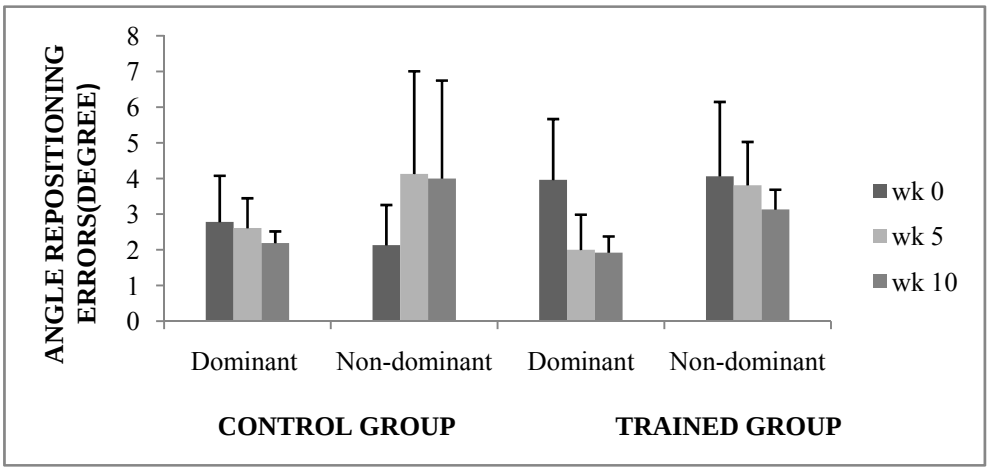


Figure 4.2 AEE on the right ankle at neutral position (0º) between dominant and non-dominant legs in control and trained groups.

The percent change (relative to pre-training) of the right ankle at neutral position (0º) between control and trained groups at pre training, week 5 and week 10, there were no significant difference at week 5 (128.41% in control and 154.31% in trained group) (p=0.724) and week 10 (145.15% in control and 141.10% in trained group) (p=0.962) (Figure 4.3)

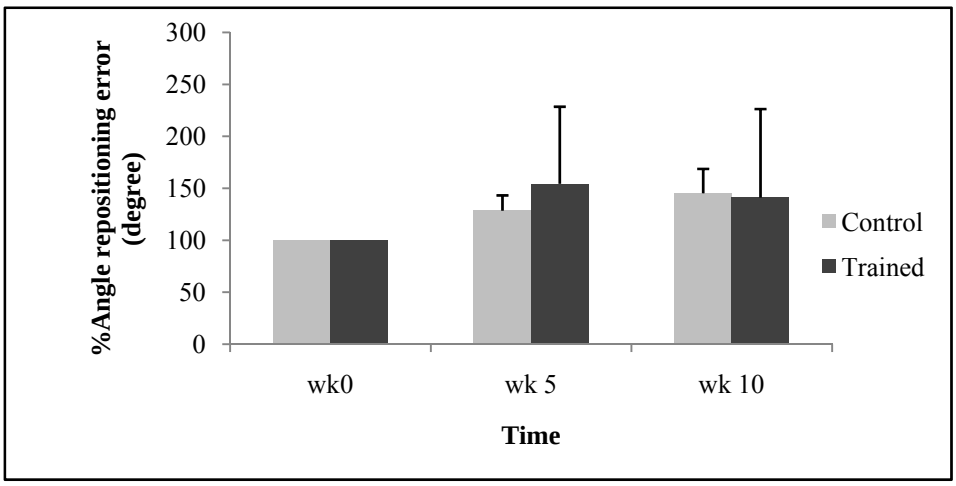


Figure 4.3 Percent change (relative to pre-training) of the right ankle at neutral position (0º) of control and trained group at week 5 and week 10.

4.2.2 Left ankle at neutral position (0º)

There were found no significant interaction difference between time, group and dominant legs (p=0.183), however the main effect of time was significant (p=0.004) between control and trained group (Table 4.5). The comparison between control and trained group were not found significant in pre-training (p=0.764), week 5 (p=0.705) and week 10 (p=0.305) shown in Table 4.6 and Figure 4.4. The effect of dominant legs were no significant difference (p=0.130) in control group and (p=0.578) in trained group (Table 4.7 and Figure 4.5).

Table 4.5 ANOVA summaries of effect of the left ankle in angle repositioning errors at neutral position (0º) of the control and trained groups.

Source	df	F	p-value
Between subject			
Group	1	1.363	0.259
Dominant Leg	1	3.464	0.080
Group*Dominant Leg	1	0.873	0.363
Within subject			
Time	2	6.423	0.004*
Time*Group	2	0.984	0.384
Time*Dominant Leg	2	2.451	0.101
Time*Group*Dominant Leg	2	1.785	0.183

*Significant difference at $p \leq 0.05$

Table 4.6 Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the left ankle at neutral position (0º)

GROUP	Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	3.94º ± 1.65º	6.60º ± 2.18º	2.31º ± 0.27º	0.045*
Trained	2.79º ± 0.83º	3.65º ± 0.90º	1.69º ± 0.26º	0.089

*Significant difference at $p \leq 0.05$

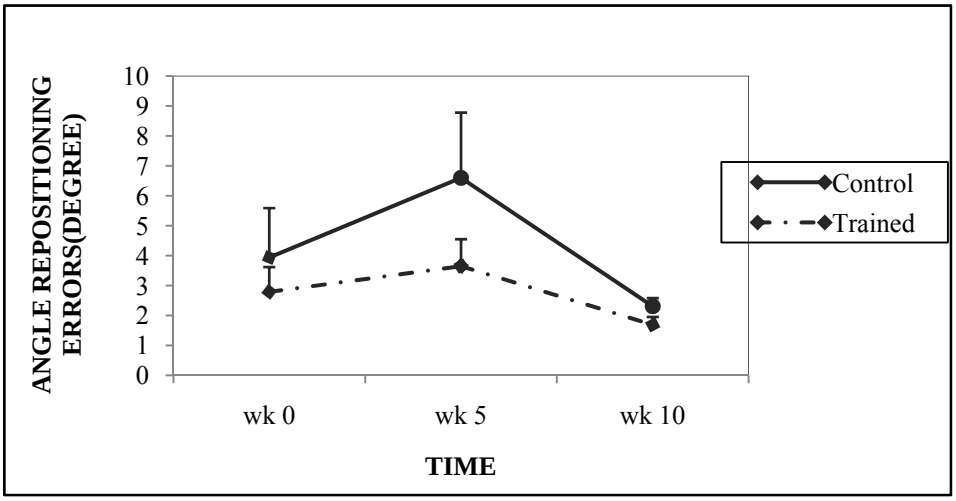


Figure 4.4 AEE at neutral position (0º) of control and trained groups on the left ankle at pre training, week 5, and week 10.

Table 4.7 Results of AEE (Mean ± SEM) on the left ankle at neutral position (0º) of control (n=11) and trained (n=10) groups.

Time / Parameters		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	Dominant (n=2)	5.38º±2.98º	10.38º±3.94º	2.75º±0.49º	0.130
	Non-dominant (n=9)	2.50º±1.41º	2.83º±1.85º	1.86º±0.23º	
Trained	Dominant (n=4)	4.00º±1.28º	4.25º±1.39º	1.75º±0.40º	0.578
	Non-dominant (n=6)	1.58º±1.05º	3.04º±1.14º	1.63º±0.33º	
P-value		0.764	0.750	0.305	0.384

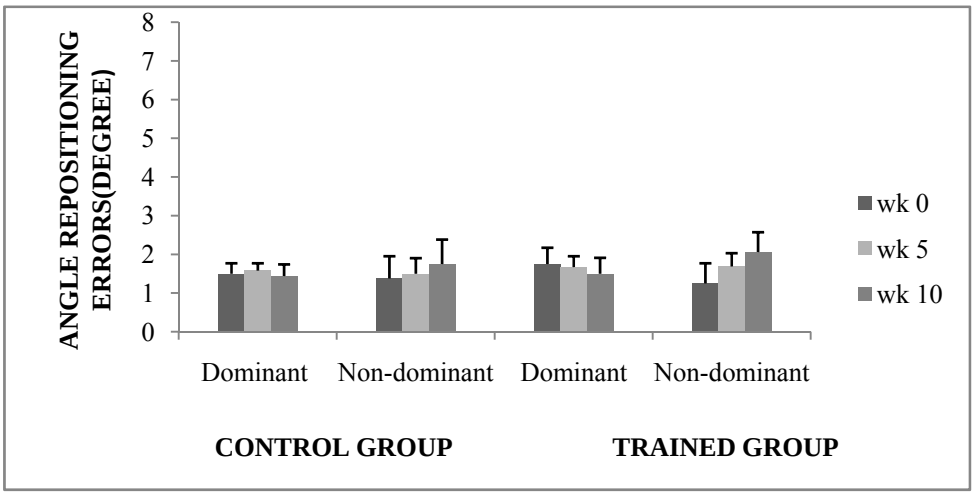


Figure 4.5 AEE on the left ankle at neutral position (0º) between legs dominant in control and trained groups.

The percent change (relative to pre-training) of the left ankle at neutral position (0º) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were not shown significant difference at week 5 (147.55% in control and 188.36% in trained group) (p=0.344) and week 10 (172.65% in control and 119.85% in trained group) (p=0.330) (Figure 4.6)

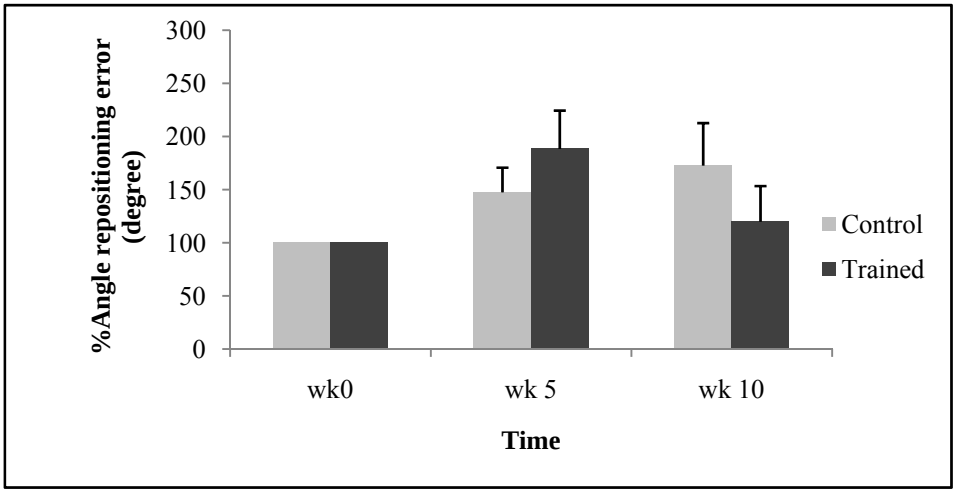


Figure 4.6 Percent change (relative to pre-training) of the left ankle at neutral position (0º) between control and trained groups at week 5 and week 10.

4.2.3 Right ankle at dorsiflexion position (10º)

The interaction difference between time, group and dominant leg were not significantly different (p=0.860) (Table 4.8). There were no significant between control and trained groups at pre-test (0.854) week 5 (0.681) and week 10 (0.583) (Table 4.9 and Figure 4.7). The comparison between dominant leg were no significant (p=0.850) in control group and (p=0.469) in trained group but found tendency errors degree decreased on dominant leg in trained group (Table 4.10 and Figure 4.8).

Table 4.8 ANOVA summaries of effect on the right ankle in angle repositioning errors at dorsiflexion position (10º).

Source	df	F	p-value
Between subject			
Group	1	0.260	0.617
Dominant Leg	1	0.015	0.906
Group*Dominant Leg	1	0.000	0.993
Within subject			
Time	2	0.277	0.760
Time*Group	2	0.021	0.979
Time*Dominant Leg	2	0.791	0.462
Time*Group*Dominant Leg	2	0.151	0.860

Table 4.9 Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the right ankle at dorsiflexion position (10º)

GROUP	Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	1.44º ± 0.31º	1.54º ± 0.22º	1.60º ± 0.45º	0.927
Trained	1.50º ± 0.34º	1.68º ± 0.22º	1.78º ± 0.33º	0.799

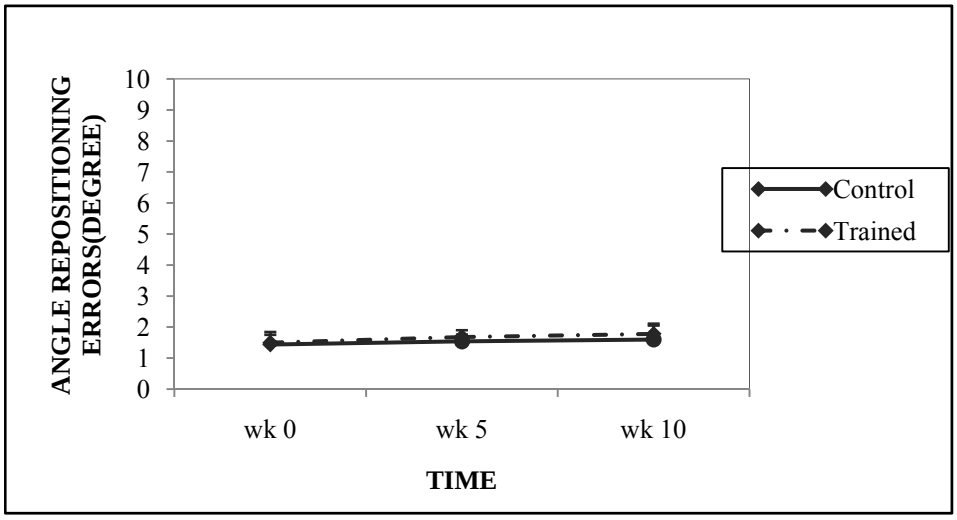


Figure 4.7 AEE at dorsiflexion position (10º) of control and trained groups on the left ankle at pre training, week 5, and week 10.

Table 4.10 Results of AEE on the right ankle at dorsiflexion position (10º) of control (n=11) and trained (n=10) groups.

Time / Parameters		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	Dominant (n=9)	1.50º±0.27º	1.58º±0.19º	1.44º±0.30º	0.850
	Non-dominant (n=2)	1.38º±0.57º	1.50º±0.40º	1.75º±0.63º	
Trained	Dominant (n=6)	1.75º±0.42º	1.67º±0.28º	1.50º±0.41º	0.469
	Non-dominant (n=4)	1.25º±0.52º	1.69º±0.34º	2.06º±0.51º	
P-value		0.854	0.681	0.583	0.979

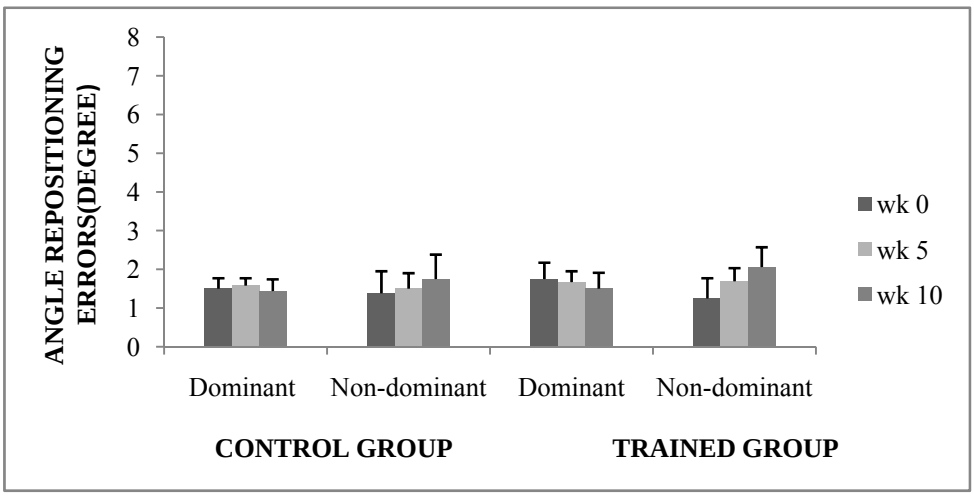


Figure 4.8 AEE on the right ankle at dorsiflexion position (10º) between dominant leg in control and trained groups.

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups after training at week 5 and week 10, there were no significant difference at week 5 (130.42% in control and 158.15% in trained group) (p=0.490) and week 10 (114.41% in control and 192.72% in trained group) (p=0.283) (Figure 4.9)

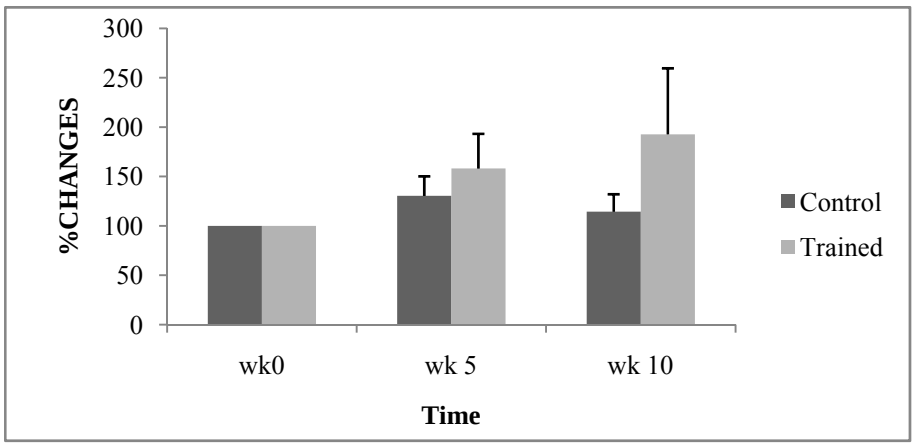


Figure 4.9 Percent change (relative to pre-training) of the right ankle at dorsiflexion position (10º) between control and trained group at week 5 and week 10.

4.2.4 Left ankle at dorsiflexion position (10º)

The interaction difference between time, group and dominant leg were not found significant (p=0.590) (Table 4.11). However, there found no significant difference between control and trained group at week 0 (0.166), week 5 (0.482) and

week 10 (0.929) (Table 4.12 and Figure 4.10). The comparison between dominant leg were not significant (p=0.130 in control group and p=0.578 in trained group). It found tendency errors decreased on non-dominant leg in control group (Table 4.13 and Figure 4.11).

Table 4.11 ANOVA summaries of effects of the left ankle in angle repositioning errors at dorsiflexion position (10º).

Source	df	F	p-value
Between subject			
Group	1	0.250	0.623
Dominant Leg	1	0.708	0.412
Group*Dominant Leg	1	0.530	0.477
Within subject			
Time	2	2.426	0.104
Time*Group	2	0.997	0.379
Time*Dominant Leg	2	1.114	0.340
Time*Group*Dominant Leg	2	0.535	0.590

Table 4.12 Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the left ankle at dorsiflexion position (10º)

GROUP	Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	2.87º ± 0.67º	2.88º ± 0.35º	1.69º ± 0.68º	0.226
Trained	1.71º ± 0.21º	2.97º ± 1.01º	1.84º ± 0.40º	0.185

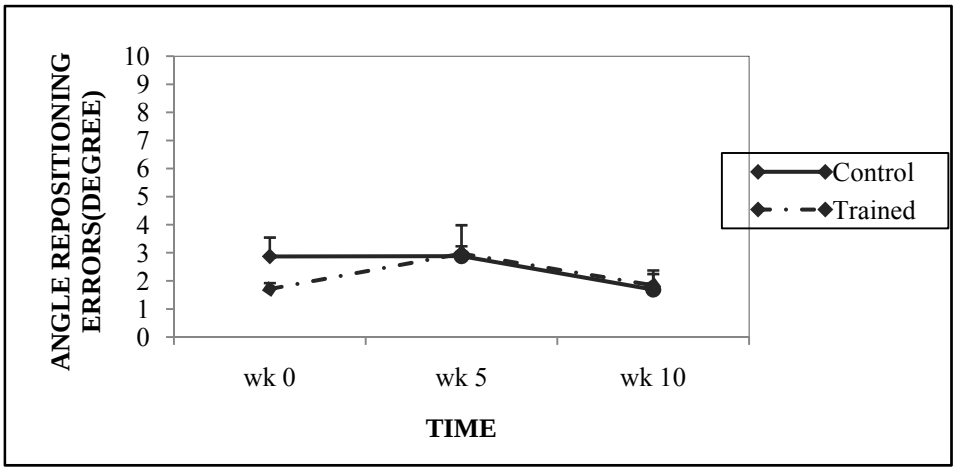


Figure 4.10 AEE between control and trained groups of the left ankle at dorsiflexion position (10º)

Table 4.13 Results of AEE (Mean ± SEM) on the left ankle at dorsiflexion position (10º) between dominant leg of control (n=11) and trained (n=10) groups.

Parameters \ Time		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	Dominant (n=2)	3.63º±1.03º	3.75º±0.62º	1.50º±1.23º	0.323
	Non-dominant (n=9)	2.11º±0.49º	2.00º±0.29º	1.89º±0.58º	
Trained	Dominant (n=4)	2.13º±0.32º	2.81º±1.56º	1.68º±0.62º	0.658
	Non-dominant (n=6)	1.29º±0.27º	3.13º±1.27º	2.00º±0.51º	
P-value		0.166	0.482	0.929	0.379

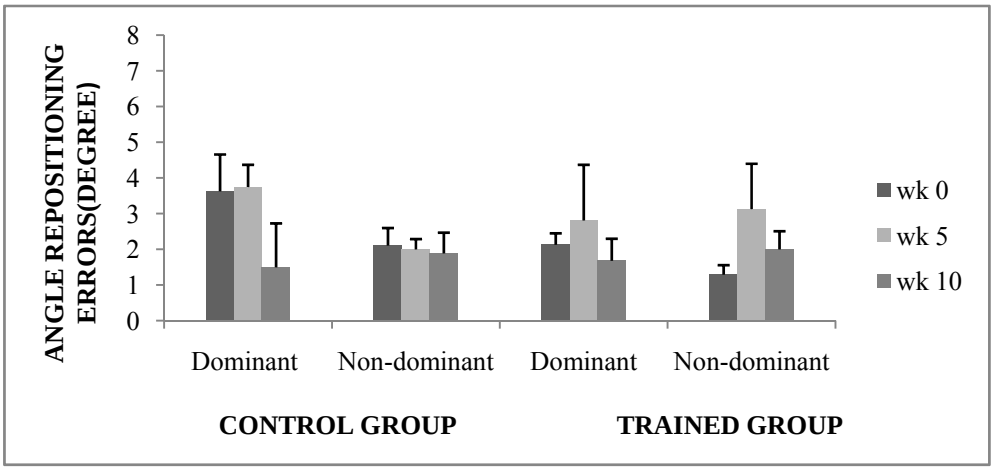


Figure 4.11 AEE of the left ankle at dorsiflexion position (10º) between dominant and non- dominant legs in control and trained groups.

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10 found no significant difference at week 5 (129.35% in control and 194.44% in trained group) (p=0.227) and week 10 (103.72% in control and 139.61% in trained group) (p=0.439) (Figure 4.12)

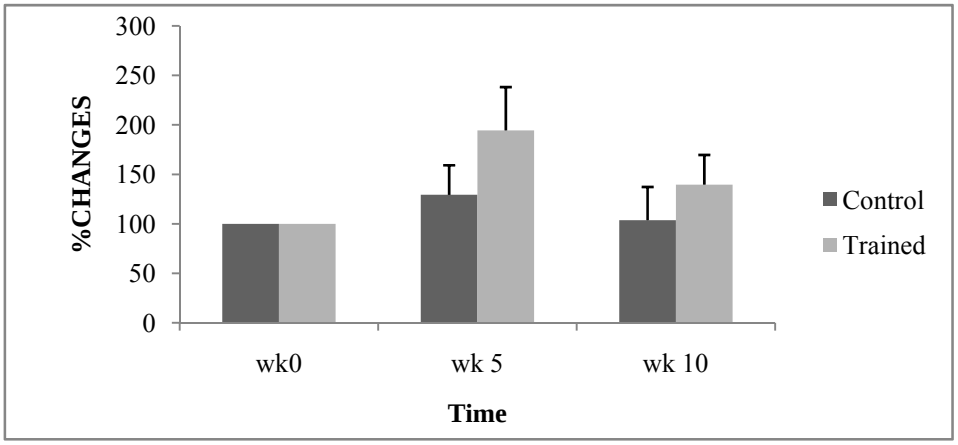


Figure 4.12 Percent change (relative to pre-training) of the left ankle at dorsiflexion position (10º) between control and trained groups at week 5 and week 10.

4.2.5 Right ankle at plantaflexion position (15º)

There were no found significant interaction difference between time, group and dominant leg (p=0.481) (Table 4.14). However, there was no significant between control and trained groups at week 0 (0.347), week 5 (0.732) and week 10 (0.052), there were found significant decreased in trained group (0.029) (Table 4.15 and Figure 4.13). The comparison between dominant leg were found significant at week 10 (p=0.032) on non-dominant leg in control group and in trained group found tendency errors decreased both dominant and non-dominant legs in week 5 and week 10 (Table 4.16 and Figure 4.14).

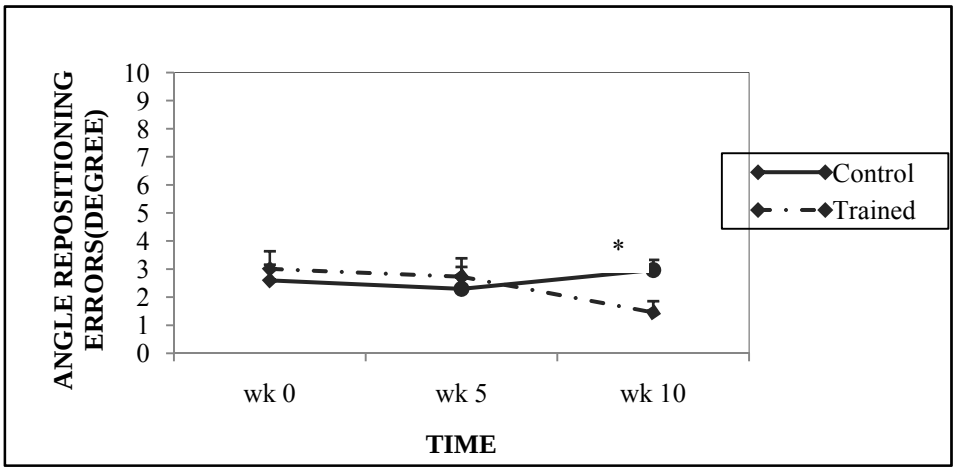
Table 4.14 ANOVA summaries of effect on the right ankle in angle repositioning errors at plantarflexion position (15º).

Source	df	F	p-value
Between subject			
Group	1	0.141	0.712
Dominant Leg	1	0.505	0.487
Group*Dominant Leg	1	0.337	0.567
Within subject			
Time	2	0.717	0.495
Time*Group	2	2.537	0.094
Time*Dominant Leg	2	0.502	0.620
Time*Group*Dominant Leg	2	0.749	0.481

Table 4.15 Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the right ankle at plantarflexion position (15º)

GROUP	Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	2.60º ± 0.56º	2.30º ± 0.78º	2.97º ± 0.36º	0.730
Trained	3.01º ± 0.63º	2.73º ± 0.66º	1.46º ± 0.31º	0.029*

*Significant difference at $p \leq 0.05$

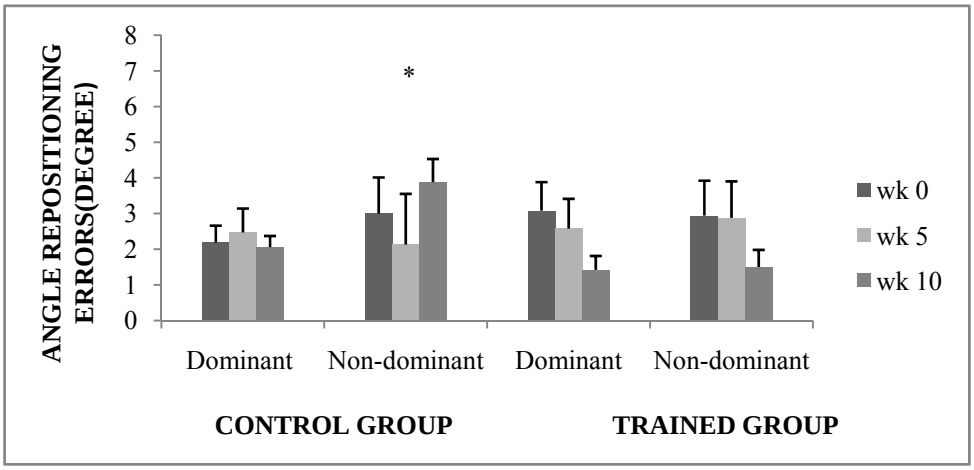


* Significant difference at $p \leq 0.05$ between pre training and wk 10 in trained group

Figure 4.13 AEE between control and trained groups on the right ankle at plantarflexion position (15º)

Table 4.16 Results of AEE (Mean ± SEM) on the right ankle at plantarflexion position (15º) of control (n=11) and control (n=10) groups.

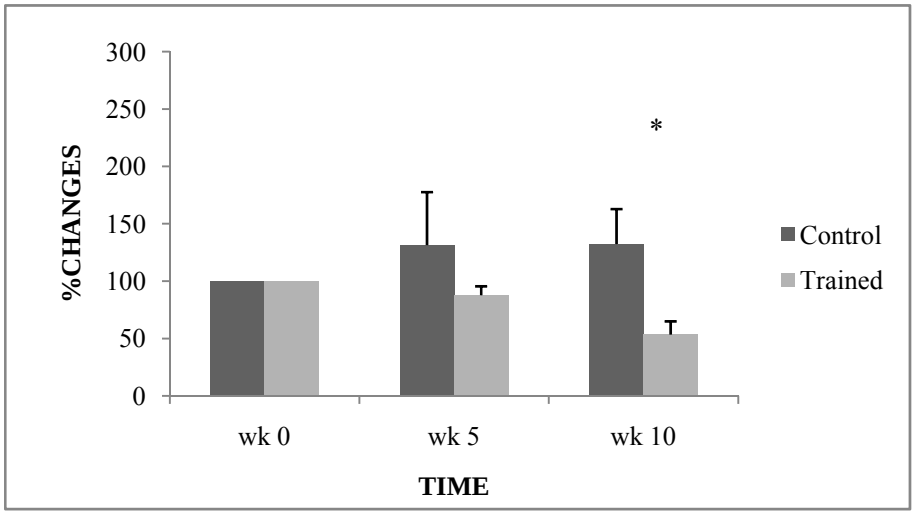
Parameters \ Time		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	Dominant (n=9)	2.19º±0.47º	2.47º±0.67º	2.06º±0.31º	0.447
	Non-dominant (n=2)	3.00º±1.01º	2.13º±1.42º	3.88º±0.65º	
Trained	Dominant (n=6)	3.08º±0.80º	2.58º±0.83º	1.42º±0.39º	0.925
	Non-dominant (n=4)	2.94º±0.98º	2.88º±1.02º	1.50º±0.48º	
P-value		0.347	0.732	0.052	0.094



* Significant difference at p = 0.032 in control group.

Figure 4.14 AEE of the right ankle at plantarflexion position (15º) between dominant leg in control and trained groups.

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were no significant difference at week 5 (131.49% in control and 87.75% in trained group) (p=0.371) but shown significant difference at week 10 (132.38% in control and 53.55% in trained group) (p=0.031) (Figure 4.15)



* Significant difference between control and trained groups at p=0.031

Figure 4.15 Percent change (relative to pre-training) of the right ankle at plantaflexion position (15º) between control and trained groups at week 5 and week 10.

4.2.6 Left ankle at plantarflexion position (15º)

There were no significant interaction difference between time, group, and dominant leg (p=0.388) (Table 4.17). The effect of time between control and trained groups found no significant difference at week 0 (0.302), week 5 (0.461) and week 10 (0.891) shown in Table 4.18 and figure 4.16. The comparison between group and dominant leg were no significant (p=0.496 in control group and p=0.398 in trained group) but in trained group found tendency errors decreased in week 5 and week 10 of non-dominant leg (Table 4.19, 4.20 and Figure 4.17).

Table 4.17 ANOVA summaries of effect of the left ankle in angle repositioning errors at plantarflexion position (15º).

Source	df	F	p-value
Between subject			
Group	1	0.072	0.792
Dominant Leg	1	0.042	0.832
Group*Dominant Leg	1	0.859	0.453
Within subject			
Time	2	2.183	0.128
Time*Group	2	1.103	0.343
Time*Dominant Leg	2	0.689	0.510
Time*Group*Dominant Leg	2	0.972	0.388

Table 4.18 Comparison of AEE (Mean ± SEM) between control (n=11) and trained (n=10) groups on the left ankle at plantarflexion position (15º)

GROUP	Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	2.01º ± 0.31º	3.26º ± 0.96º	1.59º ± 0.62º	0.119
Trained	2.48º ± 0.83º	2.22º ± 0.25º	1.68º ± 0.31º	0.517

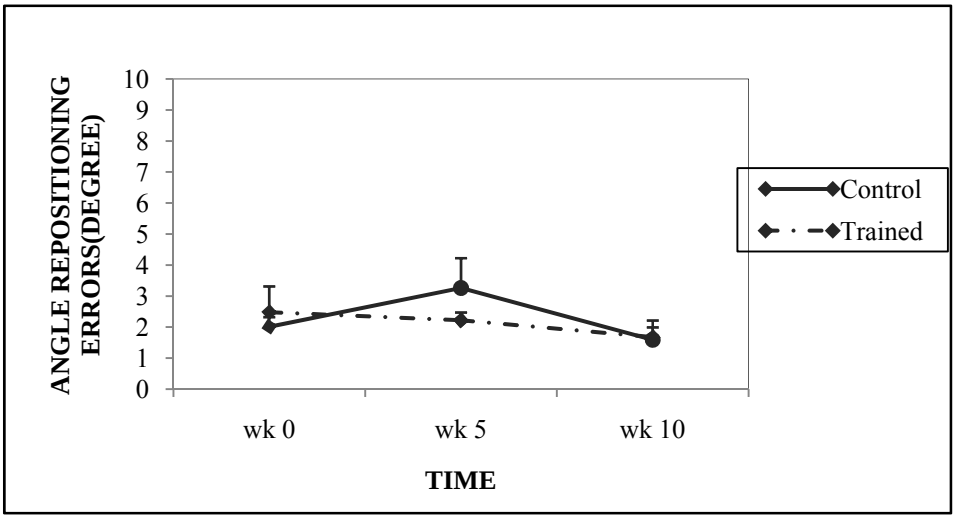


Figure 4.16 AEE between control and trained groups of the left ankle at plantarflexion position (15º)

Table 4.19 Results of AEE (Mean ± SEM) on the left ankle at plantarflexion position (15º) between control (n=11) and trained (n=10) groups.

Parameters \ Time		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Control	Dominant (n=9)	2.38º±0.57º	4.00º±1.73º	1.38º±1.12º	0.496
	Non-dominant (n=2)	1.64º±0.27º	2.53º±0.82º	1.81º±0.53º	
Trained	Dominant (n=6)	1.75º±1.28º	2.31º±0.39º	1.81º±0.48º	0.398
	Non-dominant (n=4)	3.21º±1.04º	2.13º±0.32º	1.54º±0.39º	
P-value		0.302	0.461	0.891	0.343

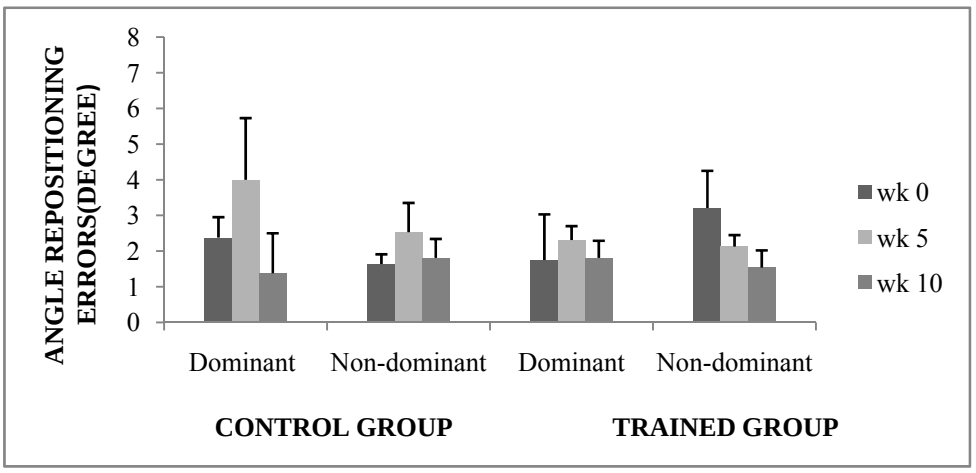


Figure 4.17 AEE of the left ankle at plantarflexion position (15º) between dominant leg in control and trained groups.

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were not found significant difference at week 5 (187.46% in control and 139.66% in trained group) (p=0.494) and week 10 (112.22% in control and 88.19% in trained group) (p=0.573) (Figure 4.18)

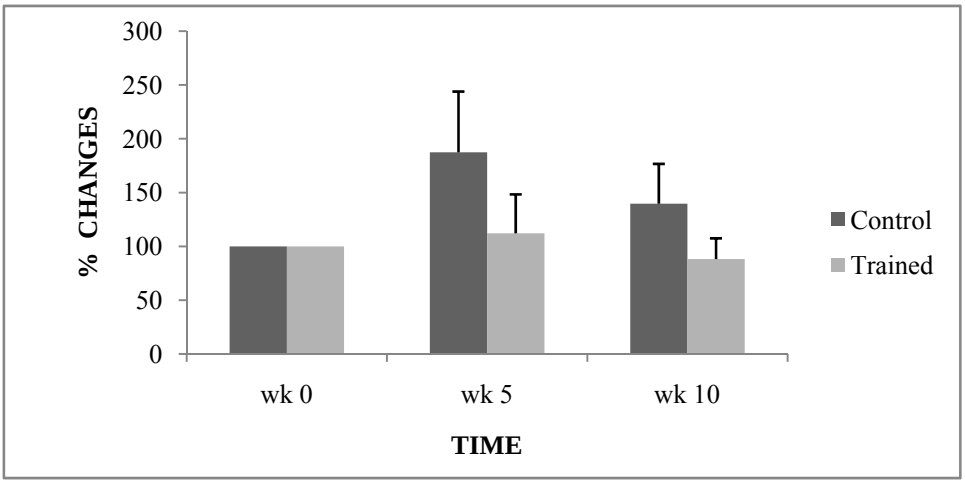


Figure 4.18 Percent change (relative to pre-training) of the left ankle at plantarflexion position (15º) between control and trained group at week 5 and week 10.

4.3 Effect of center of pressure (CoP) on static single leg stance position

Center of pressure were determined by CoP range, CoP SD, CoP RMS, and Velocity CoP. The effect of center of pressure (CoP) was measured in both legs with eyes closed and eyes opened in anterior/posterior (AP; forward and backward) and medial/lateral (ML; side to side) directions.

4.3.1 CoP range (cm) in anterior/posterior (forward and backward) directions

There were found interaction significant difference between time and dominant legs at p= 0.016 on the left leg and between time and group at p= 0.047 on the right leg with eyes closed condition (Table 4.20) but no significant difference in eyes opened condition in both legs. There were significant differences decreased with eyes closed condition in trained group on the left leg at p = 0.005 and on the right leg at p = 0.044 (Table 4.21 and Figure 4.19 and 4.20).

Table 4.20 ANOVA summaries of effect on CoP range (cm) in anterior/posterior directions.

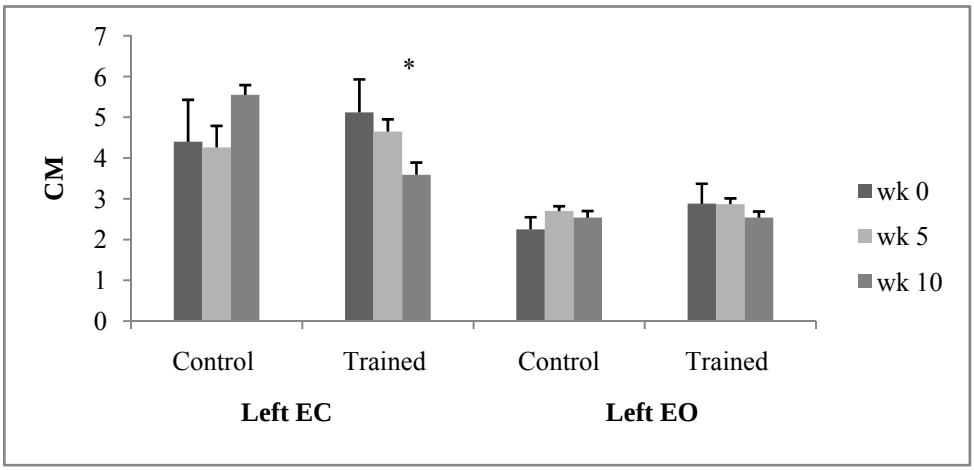
parameter	Source	df	F	p-value
Left leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	0.286	0.599
	Group	1	0.281	0.603
	Dominant leg*Group	1	3.527	0.078
	Within subject			
	Time	2	0.136	0.873
	Time*Dominant leg	2	4.657	0.016*
	Time*Group	2	3.199	0.053
	Time*Dominant leg*Group	2	1.670	0.203
Left leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	1.281	0.273
	Group	1	0.995	0.332
	Dominant leg*Group	1	0.420	0.525
	Within subject			
	Time	2	0.618	0.545
	Time*Dominant leg	2	0.786	0.464
	Time*Group	2	0.893	0.419
	Time*Dominant leg*Group	2	0.434	0.651
Right leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	0.027	0.870
	Group	1	1.420	0.250
	Dominant leg*Group	1	1.156	0.297
	Within subject			
	Time	2	0.779	0.467
	Time*Dominant leg	2	2.540	0.094
	Time*Group	2	3.346	0.047*
	Time*Dominant leg*Group	2	0.952	0.396
Right leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	0.730	0.405
	Group	1	2.612	0.124
	Dominant leg*Group	1	1.824	0.195
	Within subject			
	Time	2	0.026	0.975
	Time*Dominant leg	2	1.178	0.320
	Time*Group	2	0.976	0.387
	Time*Dominant leg*Group	2	1.153	0.328

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened.

Table 4.21 Results of CoP $Range_{AP}$ of the left and the right legs with EC and EO conditions.

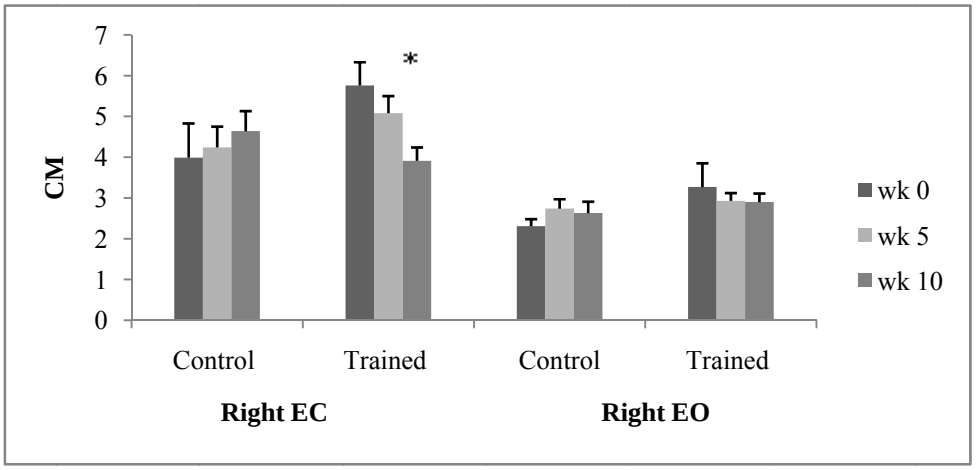
Parameters \ Time		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Left leg EC	Control (n=11)	4.40 ± 1.03	4.26 ± 0.53	5.55 ± 0.24	0.603
	Trained (n=10)	5.12 ± 0.81	4.65 ± 0.30	3.59 ± 0.30*	
P-value		0.543	0.660	0.236	
Left leg EO	Control (n=11)	2.25 ± 0.30	2.70 ± 0.12	2.54 ± 0.16	0.332
	Trained (n=10)	2.88 ± 0.49	2.87 ± 0.14	2.54 ± 0.15	
P-value		0.256	0.203	0.873	
Right leg EC	Control (n=11)	3.99 ± 0.84	4.24 ± 0.51	4.64 ± 0.49	0.250
	Trained (n=10)	5.76 ± 0.57	5.08 ± 0.42	3.91 ± 0.33*	
P-value		0.068	0.116	0.909	
Right leg EO	Control (n=11)	2.31 ± 0.17	2.74 ± 0.23	2.63 ± 0.28	0.124
	Trained (n=10)	3.27 ± 0.58	2.93 ± 0.19	2.90 ± 0.21	
P-value		0.240	0.608	0.170	

* Significant difference at $p \leq 0.05$ (Bonferroni); EC=eyes closed, EO=eyes opened.



* Significant difference between pre-test and wk 10 in trained group at p = 0.005 (Bonferroni)**;** EC=eyes closed, EO=eyes opened.

Figure 4.19 CoP $Range_{AP}$ of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions.



* Significant difference between pre-test and week 10 in trained group at p=0.044 (Bonferroni); EC=eyes closed, EO=eyes opened.

Figure 4.20 CoP $Range_{AP}$ of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

The comparison between dominant and non-dominant legs found significant difference on the left leg with EC condition in trained group (p=0.045) but no significant found with EO condition. No significant difference on the right leg between groups and dominant leg (Table 4.22).

Table 4.22 Comparison of CoP $RANGE_{AP}$ between control (n=11) and trained (n=10) group with EC and EO conditions.

Parameter		Dominant (Mean ± SEM)	Non-dominant (Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Control (D=2, ND=9)	5.10 ± 0.87	4.37 ± 0.41	0.468
	Trained (D=4,ND=6)	3.79 ± 0.43	5.10 ± 0.35	0.045*
Left leg EO	Control (D=2, ND=9)	2.44 ± 0.24	2.56 ± 0.11	0.639
	Trained (D=4,ND=6)	2.53 ± 0.34	2.30 ± 0.27	0.309
Right leg EC	Control (D=9, ND=2)	4.53 ± 0.71	4.05 ± 0.33	0.557
	Trained (D=6,ND=4)	4.59 ± 0.53	5.24 ± 0.44	0.374
Right leg EO	Control (D=9, ND=2)	2.64 ± 0.32	2.49 ± 0.15	0.697
	Trained (D=6,ND=4)	2.71 ± 0.34	3.35 ± 0.28	0.182

* Significant difference at $p \leq 0.05$ (Bonferroni); EC=eyes closed, EO=eyes opened, D=dominant leg, ND=non-dominant leg

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were shown significant difference on the right leg with eyes closed condition at week 10 (Table 4.23 and Figure 4.21, 4.22).

Table 4.23 The comparison % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP $Range_{AP}$ direction on the left leg single stance with EC and EO conditions.

Parameter		Control (n=11) (%Mean ± SEM)	Trained (n=10) (%Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Week 5	111.85 ± 13.41	99.28 ± 9.41	0.461
	Week 10	112.93 ± 19.46	78.62 ± 8.90	0.138
Left leg EO	Week 5	123.84 ± 12.09	110.39 ± 10.23	0.411
	Week 10	117.23 ± 12.13	97.65 ± 11.39	0.257
Right leg EC	Week 5	109.96 ± 12.30	89.46 ± 8.69	0.197
	Week 10	111.10 ± 16.10	71.40 ± 6.29	0.039*
Right leg EO	Week 5	120.97 ± 8.25	102.02 ± 11.29	0.186
	Week 10	116.88 ± 9.97	99.33 ± 11.51	0.261

* Significant difference at $p \leq 0.05$ (Bonferroni); EC=eyes closed, EO=eyes opened

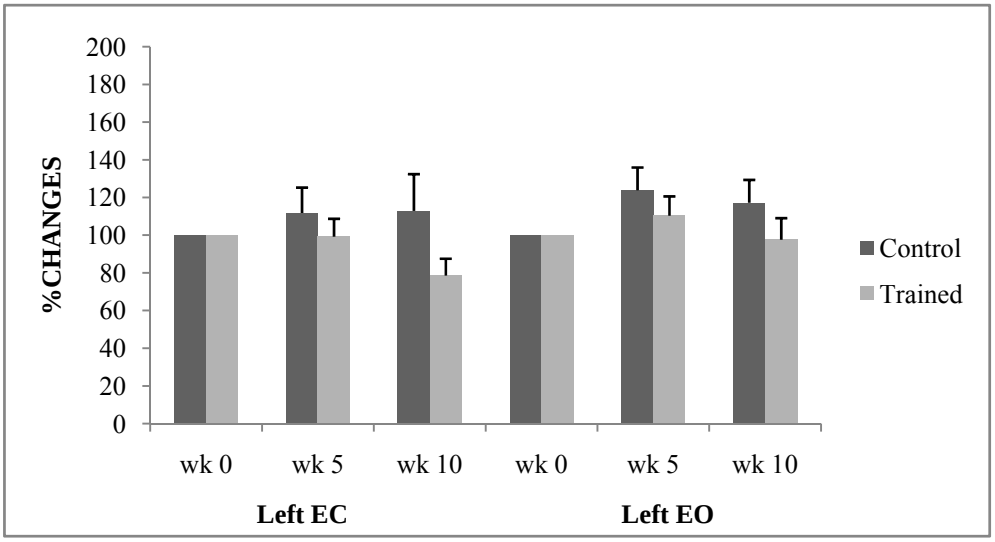
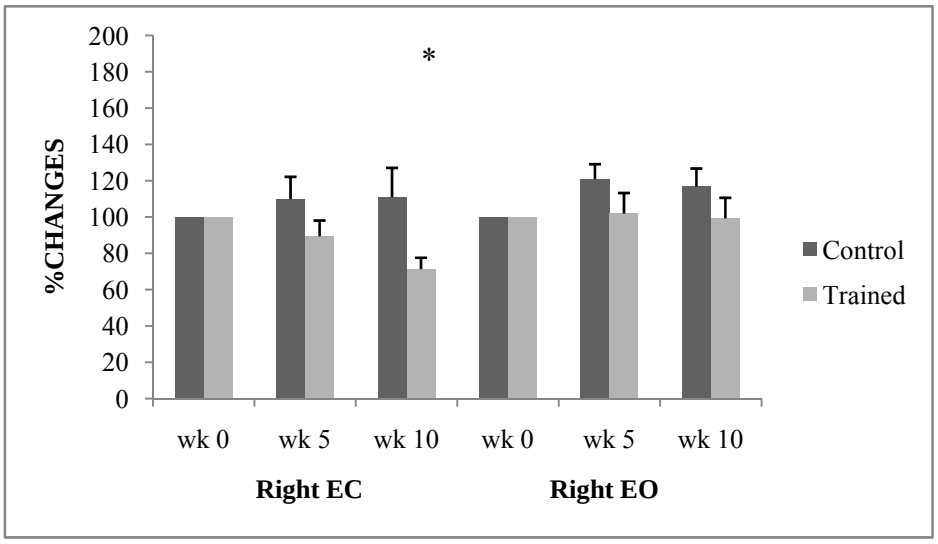


Figure 4.21 Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 on CoP_{AP} parameters.



* Significant difference between control and trained groups at week 10 with EC condition at $p \leq 0.05$ (Bonferroni)

Figure 4.22 Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance with EC and EO condition between control and trained group at pre-test, week 5 and week 10 in CoP_{AP} parameters.

4.3.2 CoP RANGE (cm) in medial/lateral (side to side) directions

There were significant difference between time and dominant leg at p= 0.019 on the right leg with eyes closed condition but no significant difference on the left leg with the same condition (Table 4.24). There were significant differences decreased with EC conditions in trained group at p=0.005 on the left leg and p=0.016 on the right leg (Table 4.25 and figure 4.23 and 4.24).

Table 4.24 ANOVA summaries of effect on CoP $RANGE_{ML}$ (cm)

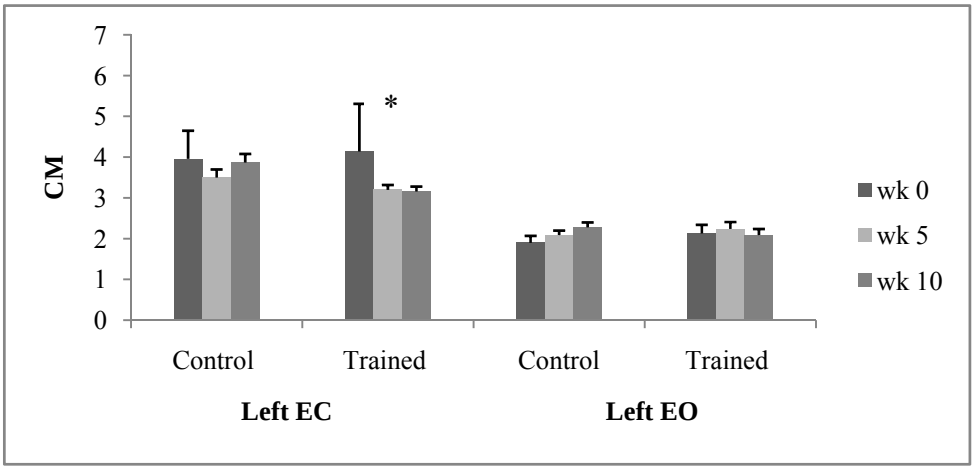
parameter	Source	df	F	p-value
Left leg EC	Between subject			
	Dominant leg	1	0.004	0.949
	Group	1	0.287	0.599
	Dominant leg*Group	1	1.834	0.193
	Within subject			
	Time	2	0.828	0.445
	Time*Dominant leg	2	1.314	0.282
	Time*Group	2	0.301	0.742
	Time*Dominant leg*Group	2	0.228	0.797
Left leg EO	Between subject			
	Dominant leg	1	0.094	0.763
	Group	1	0.122	0.731
	Dominant leg*Group	1	1.481	0.240
	Within subject			
	Time	2	1.448	0.249
	Time*Dominant leg	2	1.643	0.208
	Time*Group	2	2.078	0.141
	Time*Dominant leg*Group	2	0.541	0.587
Right leg EC	Between subject			
	Dominant legs	1	0.132	0.720
	Group	1	0.019	0.891
	Dominant legs*Group	1	1.149	0.299
	Within subject			
	Time	2	0.450	0.642
	Time*Dominant leg	2	4.489	0.019*
	Time*Group	2	1.935	0.160
	Time*Dominant leg*Group	2	0.323	0.726
Right leg EO	Between subject			
	Dominant leg	1	0.033	0.858
	Group	1	0.295	0.594
	Dominant leg*Group	1	2.766	0.115
	Within subject			
	Time	2	0.914	0.411
	Time*Dominant leg	2	0.595	0.557
	Time*Group	2	0.871	0.428
	Time*Dominant leg*Group	2	0.034	0.967

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened.

Table 4.25 Results of CoP $Range_{ML}$ on the left and the right legs with EC and EO conditions.

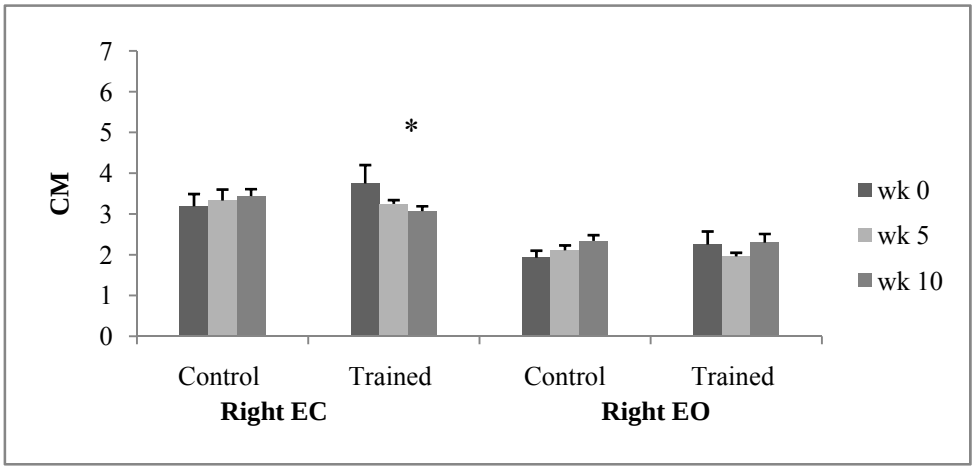
Parameters \ Time		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Left leg EC	Control (n=11)	3.96 ± 0.69	3.50 ± 0.20	3.87 ± 0.21	0.599
	Trained (n=10)	4.14 ± 1.17	3.20 ± 0.12	3.16 ± 0.12	
P-value		0.724	0.411	0.522	
Left leg EO	Control (n=11)	1.90 ± 0.17	2.09 ± 0.11	2.28 ± 0.12	0.731
	Trained (n=10)	2.13 ± 0.21	2.24 ± 0.17	2.09 ± 0.11	
P-value		0.318	0.264	0.951	
Right leg EC	Control (n=11)	3.19 ± 0.30	3.33 ± 0.27	3.44 ± 0.17	0.891
	Trained (n=10)	3.75 ± 0.45	3.25 ± 0.09	3.07 ± 0.12	
P-value		0.387	0.877	0.652	
Right leg EO	Control (n=11)	1.93 ± 0.17	2.11 ± 0.12	2.34 ± 0.14	0.594
	Trained (n=10)	2.25 ± 0.32	1.96 ± 0.09	2.30 ± 0.10	
P-value		0.240	0.608	0.170	

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened.



* Significant difference between week 5 and week 10 in trained group at p=0.005 (Bonferroni)

Figure 4.23 CoP $Range_{ML}$ of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions.



* Significant difference between week 5 and week 10 in trained group at p=0.016 (Bonferroni)

Figure 4.24 CoP $Range_{ML}$ of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

The comparison between dominant and non-dominant legs found no significant difference on the left leg and the right with EC and EO condition in both groups (Table 4.26).

Table 4.26 Comparison of CoP $RANGE_{ML}$ between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions.

Parameter		Dominant (Mean ± SEM)	Non-dominant (Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Control (D=2, ND=9)	4.15 ± 0.53	3.41 ± 0.25	0.240
	Trained (D=4,ND=6)	3.17 ± 0.63	3.83 ± 0.52	0.436
Left leg EO	Control (D=2, ND=9)	2.17 ± 0.21	2.01 ± 0.10	0.487
	Trained (D=4,ND=6)	2.02 ± 0.21	2.29 ± 0.17	0.338
Right leg EC	Control (D=9, ND=2)	3.41 ± 0.36	3.23 ± 0.17	0.665
	Trained (D=6,ND=4)	3.17 ± 0.24	3.53 ± 0.20	0.278
Right leg EO	Control (D=9, ND=2)	2.20 ± 0.21	1.98 ± 0.10	0.360
	Trained (D=6,ND=4)	2.04 ± 0.15	2.31 ± 0.12	0.187

EC=eyes closed, EO=eyes opened, D=dominant leg, ND=non-dominant leg

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were no significant difference on the left and the right leg with EC and EO conditions (Table 4.27 and Figure 4.25, 4.26).

Table 4.27 The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP $Range_{ML}$ direction on the left leg single stance with EC and EO conditions.

Parameter		Control (n=11) (%Mean ± SEM)	Trained (n=10) (%Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Week 5	95.75 ± 8.19	91.16 ± 7.83	0.691
	Week 10	93.85 ± 9.12	91.62 ± 8.77	0.862
Left leg EO	Week 5	110.76 ± 7.55	109.80 ± 10.33	0.940
	Week 10	114.96 ± 10.20	101.53 ± 6.38	0.289
Right leg EC	Week 5	95.97 ± 6.87	89.42 ± 6.37	0.496
	Week 10	96.26 ± 7.36	86.35 ± 6.94	0.342
Right leg EO	Week 5	110.01 ± 7.15	97.10 ± 11.78	0.351
	Week 10	112.45 ± 6.69	112.95 ± 12.42	0.971

EC=eyes closed, EO=eyes opened

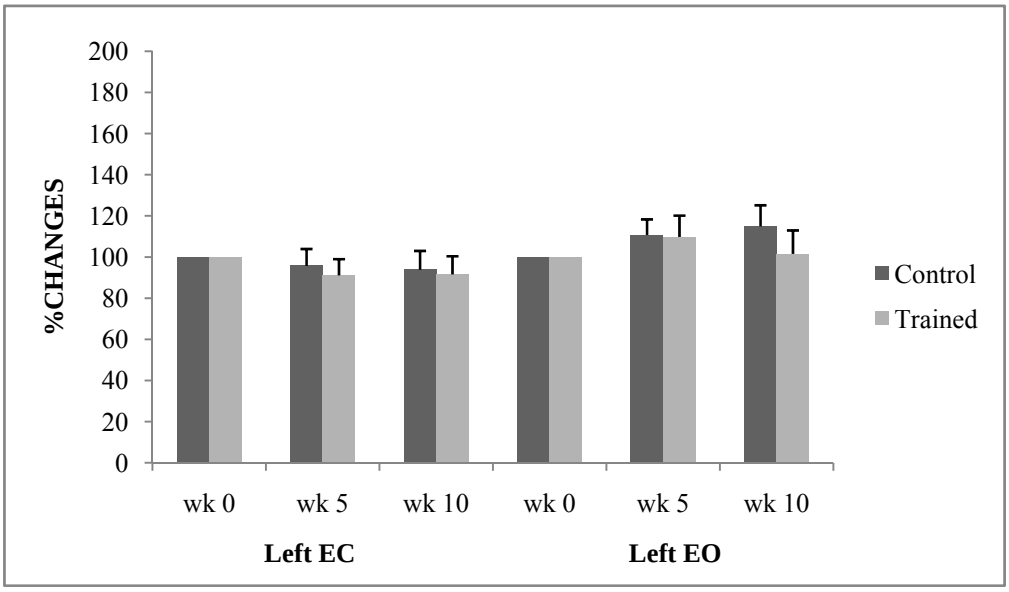
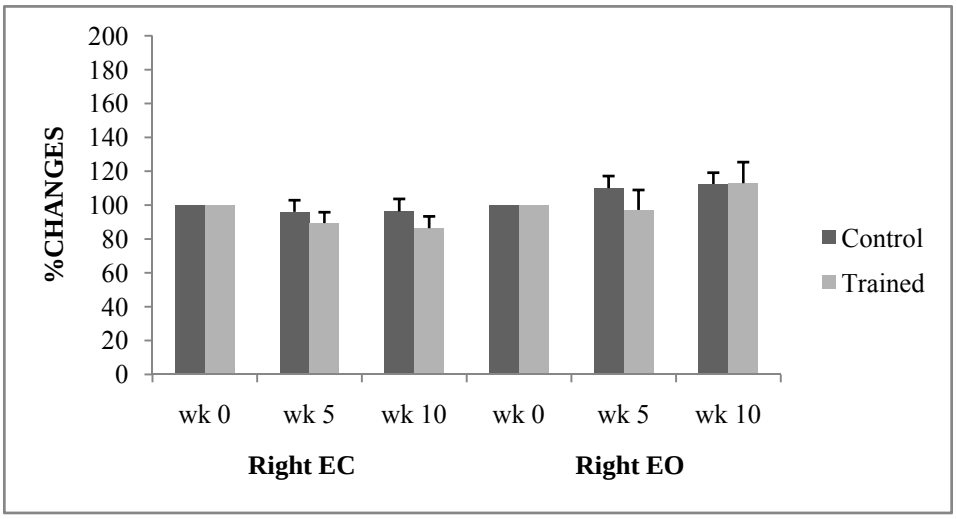


Figure 4.25 Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP_{AP} parameters.



* Significant difference between control and trained groups at week 10 with EC condition at $p \leq 0.05$ (Bonferroni)

Figure 4.26 Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP_{AP} parameters.

4.3.3 CoP SD (cm) in anterior/posterior (forward and backward) directions

It was found that there were interactions and significant difference between time and group at p= 0.029 on the left leg with eyes closed condition but no significant difference on the right leg with the same condition (Table 4.28). There were significant differences in trained group with EC condition at p=0.012 but no significant found on the right leg with both conditions (Table 4.29 and Figure 4.27, 4.28).

Table 4.28 ANOVA summaries of effects on CoP SD_{AP} (cm) on the left and the right legs with EC and EO conditions.

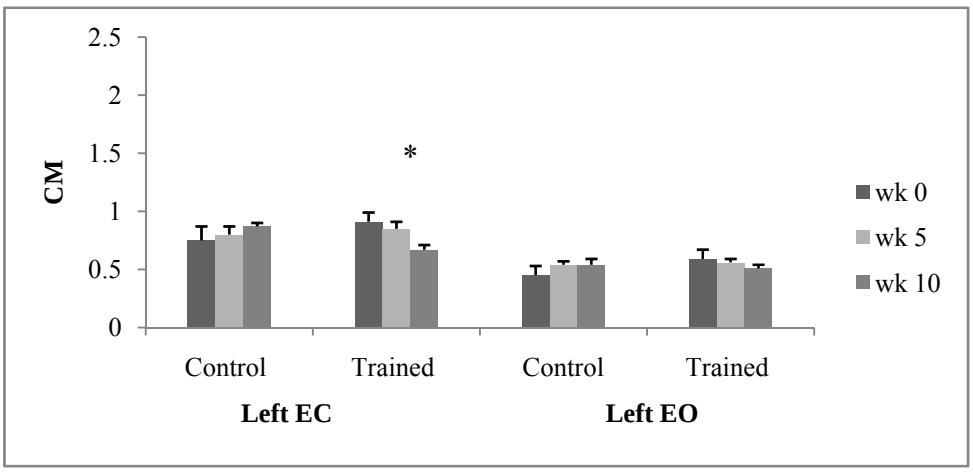
parameter	Source	df	F	p-value
Left leg	Between subject			
EC	Dominant legs	1	0.837	0.373
	Group	1	0.007	0.935
	Dominant legs*Group	1	3.588	0.075
	Within subject			
	Time	2	0.480	0.623
	Time*Dominant legs	2	2.765	0.077
	Time*Group	2	3.920	0.029*
	Time*Dominant legs*Group	2	0.492	0.616
Left leg	Between subject			
EO	Dominant legs	1	3.102	0.096
	Group	1	0.666	0.426
	Dominant legs*Group	1	0.025	0.876
	Within subject			
	Time	2	0.150	0.862
	Time*Dominant legs	2	1.075	0.353
	Time*Group	2	1.346	0.274
	Time*Dominant legs*Group	2	0.086	0.918
Right leg	Between subject			
EC	Dominant legs	1	0.068	0.798
	Group	1	2.265	0.151
	Dominant legs*Group	1	0.654	0.430
	Within subject			
	Time	2	1.276	0.292
	Time*Dominant legs	2	0.903	0.415
	Time*Group	2	2.124	0.135
	Time*Dominant legs*Group	2	0.577	0.567
Right leg	Between subject			
EO	Dominant legs	1	0.164	0.691
	Group	1	2.176	0.158
	Dominant legs*Group	1	0.980	0.336
	Within subject			
	Time	2	1.019	0.372
	Time*Dominant legs	2	0.511	0.604
	Time*Group	2	0.600	0.555
	Time*Dominant legs*Group	2	2.304	0.115

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened

Table 4.29 Results of CoP SD_{AP} on the left and the right legs with EC and EO conditions.

Time / Parameters		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Left leg EC	Control (n=11)	0.75 ± 0.12	0.80 ± 0.07	0.87 ± 0.03	0.935
	Trained (n=10)	0.91 ± 0.08	0.85 ± 0.06	0.67 ± 0.04*	
P-value		0.196	0.409	0.095	
Left leg EO	Control (n=11)	0.51 ± 0.07	0.56 ± 0.03	0.55 ± 0.03	0.426
	Trained (n=10)	0.60 ± 0.07	0.57 ± 0.03	0.51 ± 0.03	
P-value		0.388	0.915	0.391	
Right leg EC	Control (n=11)	0.72 ± 0.09	0.80 ± 0.07	0.79 ± 0.06	0.151
	Trained (n=10)	0.94 ± 0.09	0.94 ± 0.06	0.73 ± 0.06	
P-value		0.059	0.057	0.813	
Right leg EO	Control (n=11)	0.52 ± 0.06	0.53 ± 0.05	0.48 ± 0.04	0.158
	Trained (n=10)	0.68 ± 0.11	0.58 ± 0.04	0.55 ± 0.03	
P-value		0.066	0.329	0.189	

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened



* Significant difference between week 5 and week 10 in trained group at p=0.012 (Bonferroni)

Figure 4.27 CoP SD_{AP} of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

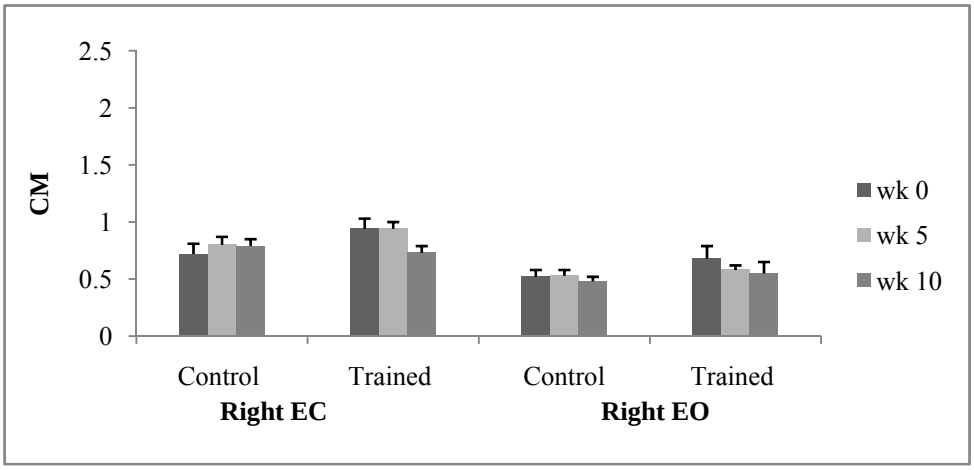


Figure 4.28 CoP SD_{AP} of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

The comparison between dominant and non-dominant legs found significant difference on the left leg with EC condition in trained group (p=0.026) but found no significant with EO condition. No significant difference on the right leg between groups and dominant leg (Table 4.30).

Table 4.30 Comparison of CoP SD_{AP} between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions.

Parameter		Dominant (Mean ± SEM)	Non-dominant (Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Control (D=2, ND=9)	0.84 ± 0.10	0.77 ± 0.05	0.591
	Trained (D=4,ND=6)	0.72 ± 0.05	0.90 ± 0.04	0.026*
Left leg EO	Control (D=2, ND=9)	0.46 ± 0.07	0.56 ± 0.03	0.233
	Trained (D=4,ND=6)	0.51 ± 0.05	0.59 ± 0.04	0.256
Right leg EC	Control (D=9, ND=2)	0.80 ± 0.08	0.73 ± 0.04	0.435
	Trained (D=6,ND=4)	0.85 ± 0.08	0.89 ± 0.06	0.717
Right leg EO	Control (D=9, ND=2)	0.53 ± 0.67	0.49 ± 0.03	0.638
	Trained (D=6,ND=4)	0.56 ± 0.08	0.65 ± 0.06	0.388

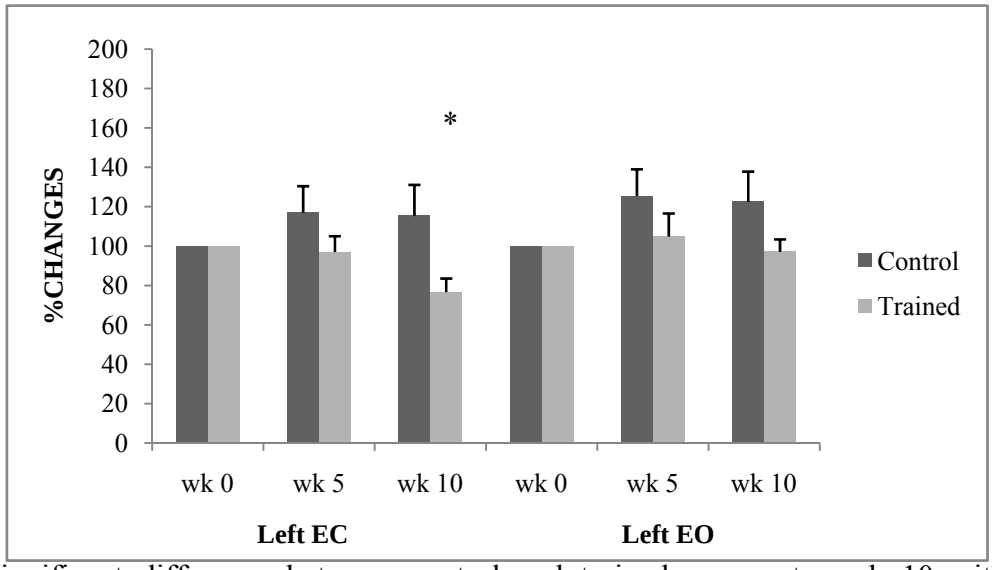
EC=eyes closed, EO=eyes opened, D=dominant leg, ND=non-dominant leg

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were significant difference on the left leg with EC condition (p=0.043) but no significant with other conditions and the right leg with EC and EO conditions (Table 4.31 and Figure 4.29, 4.30).

Table 4.31 The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP SD_{AP} direction with EC and EO conditions.

Parameter		Control (n=11) (%Mean ± SEM)	Trained (n=10) (%Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Week 5	116.91 ± 13.47	96.96 ± 8.03	0.230
	Week 10	115.25 ± 15.79	76.63 ± 6.84	0.043*
Left leg EO	Week 5	125.36 ± 13.58	104.78 ± 11.73	0.270
	Week 10	122.34 ± 15.45	96.98 ± 13.31	0.233
Right leg EC	Week 5	113.18 ± 10.80	101.54 ± 5.40	0.350
	Week 10	106.98 ± 12.92	85.03 ± 9.85	0.199
Right leg EO	Week 5	117.12 ± 9.86	96.93 ± 10.52	0.177
	Week 10	107.94 ± 10.92	91.86 ± 11.98	0.333

EC=eyes closed, EO=eyes opened



* Significant difference between control and trained group at week 10 with EC condition at $p \leq 0.05$ (Bonferroni)

Figure 4.29 Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP SD_{AP} parameters.

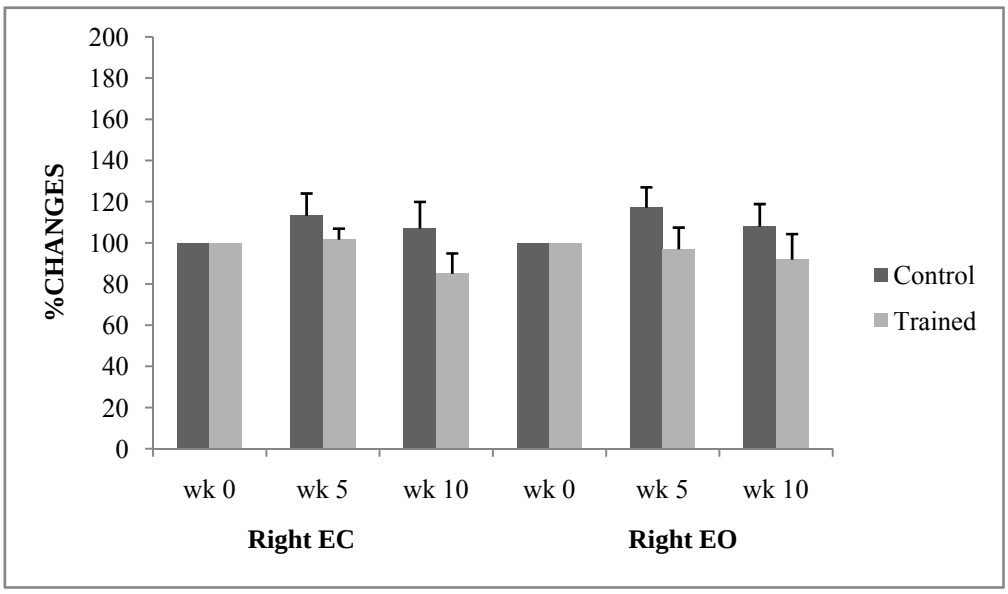


Figure 4.30 Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP SD_{AP} parameters.

4.3.4 CoP SD (cm) in medial/lateral (side to side) directions

There were not found interaction significant difference on both legs within two conditions (Table 4.32). There were no significant differences between control and trained groups with EC and EO conditions (Table 4.33 and Figure 4.31, 4.32)

Table 4.32 ANOVA summaries of effect on CoP SD_{ML} (cm) in medial/lateral directions.

parameter	Source	df	F	p-value
Left leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	0.018	0.895
	Group	1	0.024	0.878
	Dominant leg*Group	1	1.667	0.214
	Within subject			
	Time	2	0.620	0.544
	Time*Dominant leg	2	1.003	0.378
	Time*Group	2	0.272	0.763
	Time*Dominant leg*Group	2	0.705	0.501
Left leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	0.109	0.745
	Group	1	0.149	0.704
	Dominant leg*Group	1	1.223	0.284
	Within subject			
	Time	2	2.630	0.087
	Time*Dominant leg	2	0.688	0.509
	Time*Group	2	1.321	0.280
	Time*Dominant leg*Group	2	0.301	0.742
Right leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	0.560	0.464
	Group	1	1.044	0.321
	Dominant leg*Group	1	0.449	0.512
	Within subject			
	Time	2	0.519	0.600
	Time*Dominant leg	2	2.447	0.102
	Time*Group	2	1.300	0.286
	Time*Dominant leg*Group	2	0.169	0.845
Right leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	0.243	0.628
	Group	1	0.794	0.385
	Dominant leg*Group	1	1.293	0.271
	Within subject			
	Time	2	2.638	0.086
	Time*Dominant leg	2	2.694	0.082
	Time*Group	2	1.418	0.256
	Time*Dominant leg*Group	2	0.012	0.988

EC=eyes closed, EO=eyes opened

Table 4.33 Results of CoP SD_{ML} on the left and the right legs with EC and EO conditions.

Time / Parameters		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Left leg EC	Control (n=11)	0.85 ± 0.10	0.76 ± 0.04	0.82 ± 0.06	0.878
	Trained (n=10)	1.00 ± 0.36	0.75 ± 0.03	0.74 ± 0.04	
P-value		0.435	0.687	0.832	
Left leg EO	Control (n=11)	0.38 ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.46 ± 0.03	0.704
	Trained (n=10)	0.41 ± 0.04	0.44± 0.03	0.43 ± 0.02	
P-value		0.367	0.255	0.914	
Right leg EC	Control (n=11)	0.67 ± 0.06	0.68 ± 0.05	0.72 ± 0.04	0.321
	Trained (n=10)	0.85 ± 0.14	0.73 ± 0.02	0.67 ± 0.03	
P-value		0.301	0.185	0.955	
Right leg EO	Control (n=11)	0.35 ± 0.03	0.42 ± 0.02	0.44 ± 0.03	0.385
	Trained (n=10)	0.42 ±0.04	0.41 ± 0.03	0.45 ± 0.02	
P-value		0.135	0.902	0.239	

EC=eyes closed, EO=eyes opened

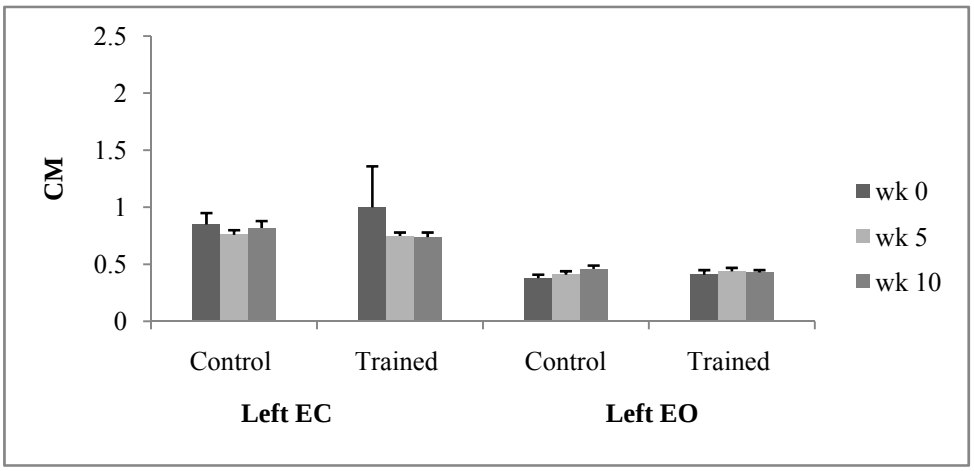


Figure 4.31 CoP SD_{ML} of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

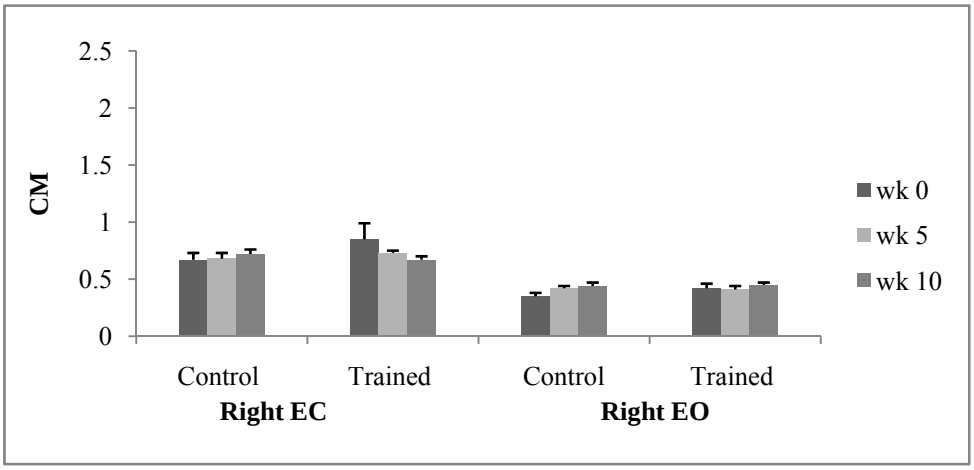


Figure 4.32 CoP SD_{ML} of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

The comparison between dominant and non-dominant legs found no significant difference on both legs in EC and EO conditions in control and trained groups (Table 4.34).

Table 4.34 Comparison of CoP SD_{ML} between control (n=11) and trained (n=10) group with EC and EO conditions.

Parameter		Dominant (Mean ± SEM)	Non-dominant (Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Control (D=2, ND=9)	0.91 ± 0.10	0.71 ± 0.05	0.106
	Trained (D=4,ND=6)	0.75 ± 0.19	0.91 ± 0.15	0.520
Left leg EO	Control (D=2, ND=9)	0.43 ± 0.04	0.40 ± 0.02	0.596
	Trained (D=4,ND=6)	0.40 ± 0.04	0.45 ± 0.03	0.330
Right leg EC	Control (D=9, ND=2)	0.69 ± 0.07	0.69 ± 0.03	0.954
	Trained (D=6,ND=4)	0.71 ± 0.07	0.79 ± 0.06	0.357
Right leg EO	Control (D=9, ND=2)	0.41 ± 0.04	0.39 ± 0.02	0.709
	Trained (D=6,ND=4)	0.40 ± 0.03	0.45 ± 0.02	0.191

EC=eyes closed, EO=eyes opened, D=dominant leg, ND=non-dominant leg

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were shown no significant difference on the left and the right legs with EC and EO conditions (Table 4.35 and Figure 4.33, 4.34).

Table 4.35 The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP SD_{ML} direction on the left and the right legs single stance balance with EC and EO conditions.

Parameter		Control (n=11) (%Mean ± SEM)	Trained (n=10) (%Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Week 5	97.71 ± 6.43	96.73 ± 10.40	0.936
	Week 10	93.51 ± 7.44	96.44 ± 11.09	0.826
Left leg EO	Week 5	112.44 ± 7.63	111.68 ± 8.66	0.948
	Week 10	120.43 ± 9.08	107.78 ± 5.77	0.265
Right leg EC	Week 5	93.59 ± 7.85	90.54 ± 6.55	0.771
	Week 10	96.36 ± 7.81	87.17 ± 8.28	0.429
Right leg EO	Week 5	115.74 ± 6.65	102.89 ± 12.36	0.359
	Week 10	115.96 ± 6.64	111.98 ± 11.91	0.768

EC=eyes closed, EO=eyes opened

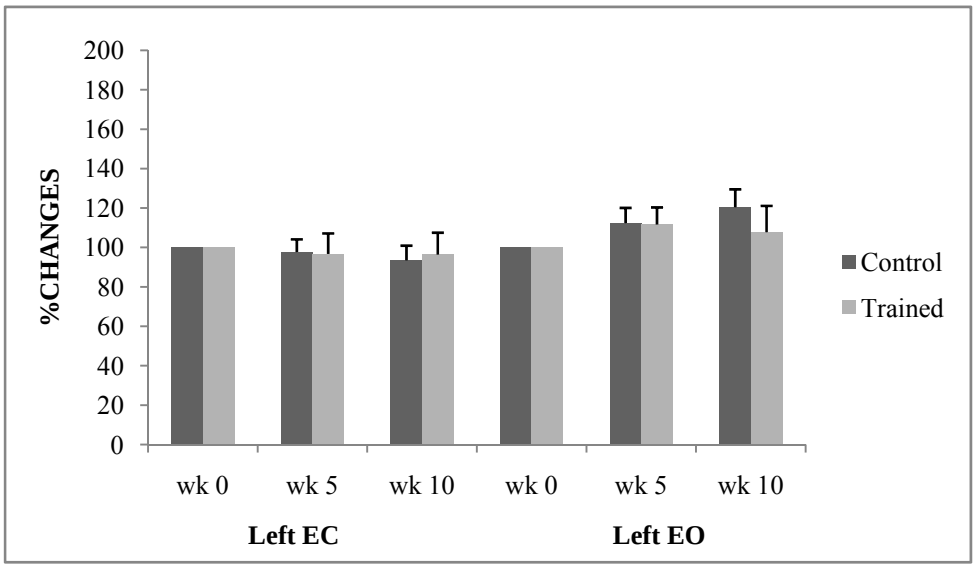


Figure 4.33 Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP SD_{ML} parameters.

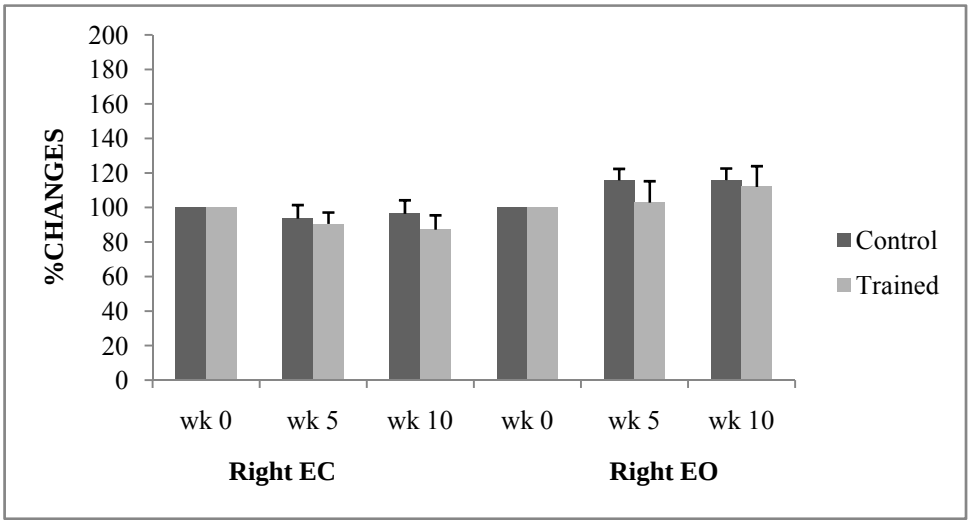


Figure 4.34 Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP SD_{ML} parameters.

4.3.5 CoP RMS (cm) in anterior/posterior (forward and backward) directions

There were found interaction significant difference between time and group at p= 0.007 and the effect of time at p=0.049 on the left leg with EC condition on the left leg with EO condition found significant within subject on the effect of time at p=0.002 and the interaction between time and dominant leg at p=0.044. The interaction on the right leg with EC condition found significant between dominant leg and group at p = 0.001 and the effect of time at p=0.004, within subject between time and dominant leg at p=0.005 and between time and group at p=0.018. There were found interaction significant difference between dominant leg and group at p=0.002 and within subject between time and dominant leg at p≤0.001 on the right leg with EO condition (Table 4.36). The comparison between control and trained group found no significant difference but within group were found significant difference between pre-test and wk 5 (p=0.021), pre-test and wk 10 (p=0.009) with EC condition on the left leg in control group and between wk 5 and wk 10 (p=0.026) in trained group. Right leg with EC condition between wk5 and wk 10 in control group found significant difference at p≤0.001 (Table 4.37 and Figure 4.35, 4.36).

Table 4.36 ANOVA summaries of effect on CoP RMS (cm) in anterior/posterior directions.

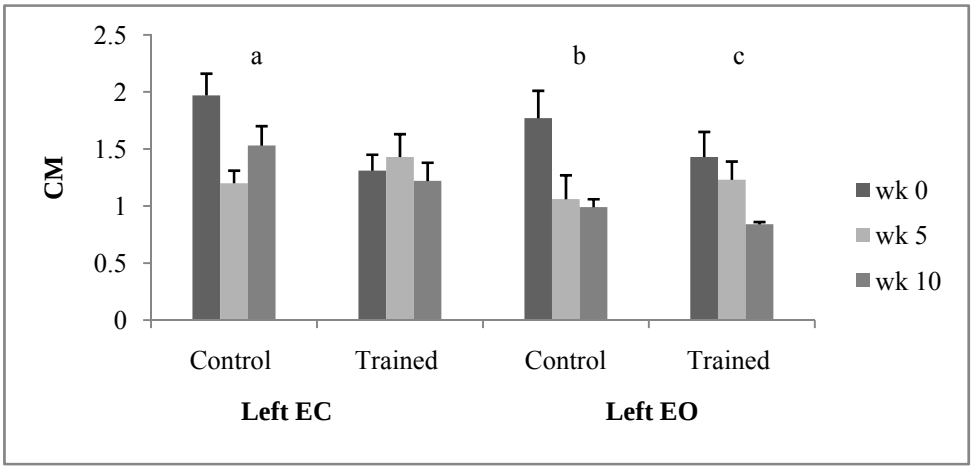
parameter	Source	df	F	p-value
Left leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	3.811	0.068
	Group	1	1.810	0.196
	Dominant leg*Group	1	2.517	0.131
	Within subject			
	Time	2	3.301	0.049*
	Time*Dominant leg	2	2.809	0.074
	Time*Group	2	5.685	0.007*
	Time*Dominant leg*Group	2	1.762	0.187
Left leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	0.365	0.554
	Group	1	0.473	0.501
	Dominant leg*Group	1	0.182	0.675
	Within subject			
	Time	2	7.764	0.002*
	Time*Dominant leg	2	3.425	0.044*
	Time*Group	2	1.089	0.348
	Time*Dominant leg*Group	2	1.397	0.261
Right leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	11.363	0.004*
	Group	1	2.455	0.136
	Dominant leg*Group	1	14.288	0.001*
	Within subject			
	Time	2	1.821	0.177
	Time*Dominant leg	2	6.258	0.005*
	Time*Group	2	4.544	0.018*
	Time*Dominant leg*Group	2	0.581	0.565
Right leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	3.479	0.080
	Group	1	0.069	0.796
	Dominant leg*Group	1	13.106	0.002*
	Within subject			
	Time	2	2.268	0.119
	Time*Dominant leg	2	11.058	0.000*
	Time*Group	2	2.031	0.147
	Time*Dominant leg*Group	2	0.590	0.560

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened

Table 4.37 Results of CoP RMS_{AP} on the left and the right legs with EC and EO conditions.

Time / Parameters		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Left leg EC	Control (n=11)	1.97 ± 0.19	1.20 ± 0.11*	1.53 ± 0.17	0.196
	Trained (n=10)	1.31 ± 0.14	1.43 ± 0.20	1.22 ± 0.16	
P-value		0.209	0.222	0.764	
Left leg EO	Control (n=11)	1.77 ± 0.24	1.06 ± 0.21	0.99 ± 0.07*	0.501
	Trained (n=10)	1.43 ± 0.22	1.23 ± 0.16	0.84 ± 0.11*	
P-value		0.812	0.992	0.379	
Right leg EC	Control (n=11)	1.65 ± 0.13	1.35 ± 0.13	1.90 ± 0.12*	0.136
	Trained (n=10)	1.52 ± 0.18	1.41 ± 0.15	1.25 ± 0.14	
P-value		0.334	0.167	0.578	
Right leg EO	Control (n=11)	1.32 ± 0.16	0.89 ± 0.12	1.28 ± 0.07	0.796
	Trained (n=10)	1.21 ± 0.10	1.19 ± 0.13	1.18 ± 0.12	
P-value		0.361	0.072	0.354	

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened

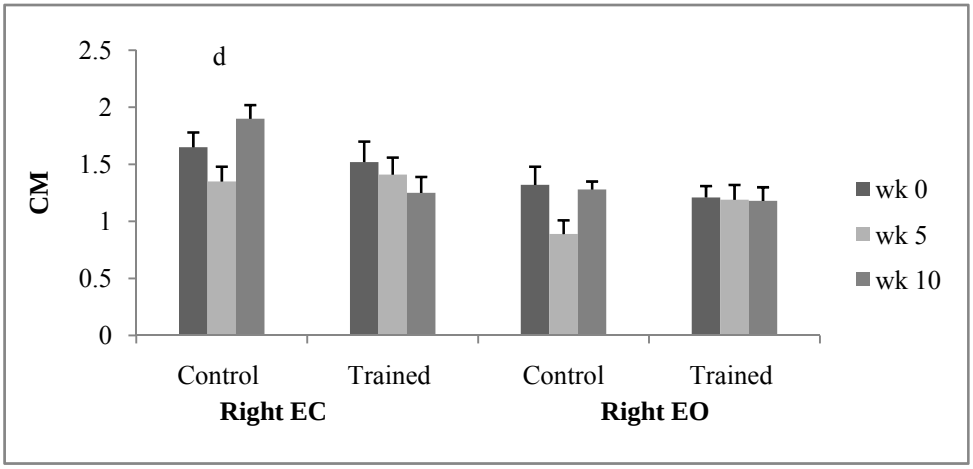


[a] Significant difference between pre-test and week 5 in control group at p=0.021with EC condition.

[b] Significant difference between pre-test and week 10 in control group at p=0.009 with EO condition.

[c] Significant difference between week 5 and week 10 in trained group at p=0.026 with EO condition.

Figure 4.35 CoP RMS_{AP} of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions.



[d] Significant difference between week 5 and week 10 in control group at p=0.000 with EC condition.

Figure 4.36 CoP RMS_{AP} of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

The comparison between dominant and non-dominant legs were found significant difference in control group on the left leg with EC condition (p=0.025) and on the right leg were significant difference in control group in EC and EO conditions (p=0.000 in EC and p=0.002 in EO) (Table 4.38).

Table 4.38 Comparison of CoP RMS_{AP} between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions.

Parameter		Dominant (Mean ± SEM)	Non-dominant (Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Control (D=2, ND=9)	1.89 ± 0.22	1.25 ± 0.10	0.025*
	Trained (D=4,ND=6)	1.36 ± 0.21	1.29 ± 0.17	0.808
Left leg EO	Control (D=2, ND=9)	1.35 ± 0.21	1.20 ± 0.10	0.513
	Trained (D=4,ND=6)	1.18 ± 0.15	1.16 ± 0.13	0.895
Right leg EC	Control (D=9, ND=2)	2.18 ± 0.18	1.08 ± 0.09	0.000*
	Trained (D=6,ND=4)	1.36 ± 0.17	1.42 ± 0.14	0.781
Right leg EO	Control (D=9, ND=2)	1.46 ± 0.12	0.87 ± 0.06	0.002*
	Trained (D=6,ND=4)	1.10 ± 0.12	1.29 ± 0.10	0.272

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were no significant difference on the left and the right legs with EC and EO conditions (Table 4.39 and Figure 4.37, 4.38).

Table 4.39 The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP RMS_{AP} direction on the left and the right legs single stance balance with EC and EO conditions.

Parameter		Control (n=11) (%Mean ± SEM)	Trained (n=10) (%Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Week 5	84.01 ± 10.50	114.32 ± 11.90	0.070
	Week 10	82.61 ± 7.55	100.48 ± 14.33	0.271
Left leg EO	Week 5	102.15 ± 18.41	103.48 ± 16.47	0.958
	Week 10	73.29 ± 6.49	72.95 ± 13.25	0.982
Right leg EC	Week 5	97.76 ± 12.91	99.91 ± 9.50	0.897
	Week 10	105.91 ± 10.12	91.33 ± 15.02	0.423
Right leg EO	Week 5	112.03 ± 23.94	103.76 ± 12.63	0.770
	Week 10	116.18 ± 22.32	101.69 ± 17.07	0.617

EC=eyes closed, EO=eyes opened

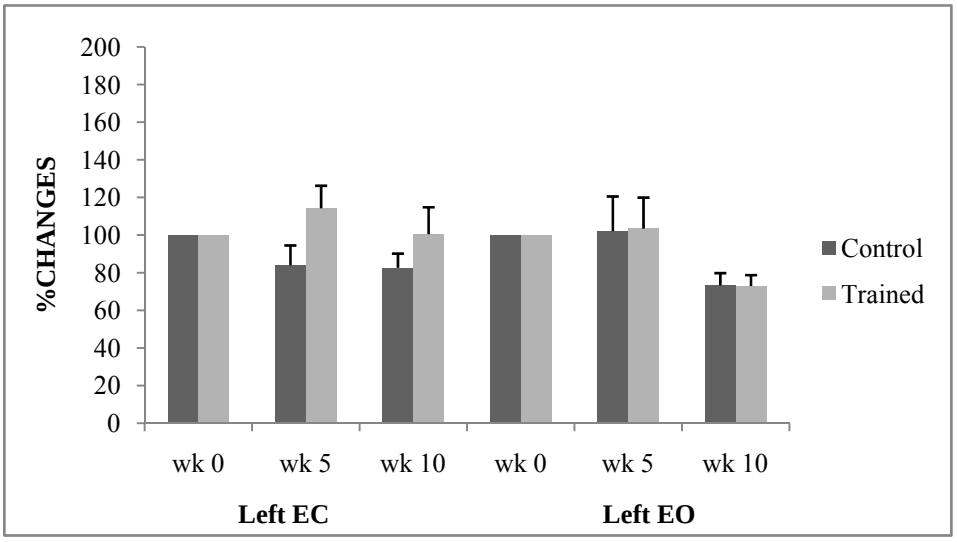


Figure 4.37 Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP RMS_{AP} parameters.

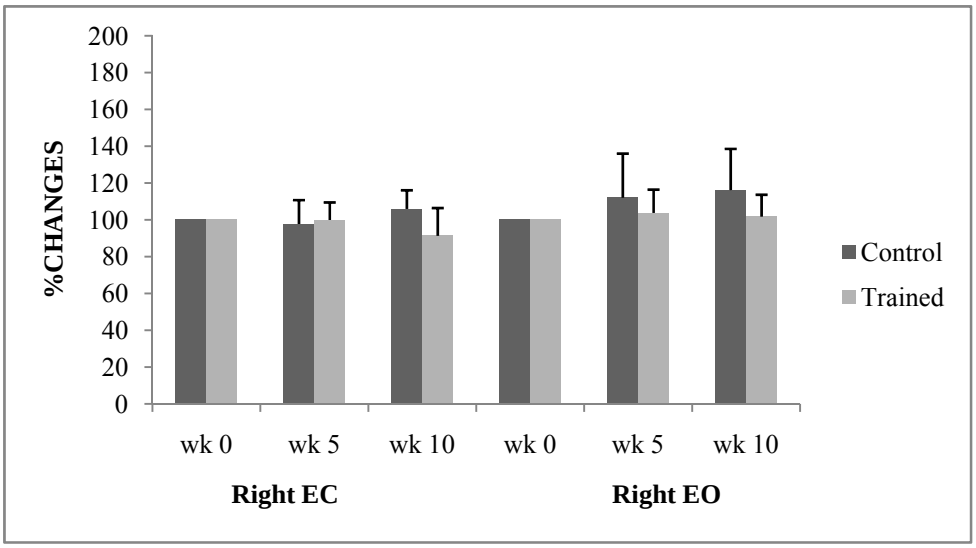


Figure 4.38 Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP RMS_{AP} parameters.

4.3.6 CoP RMS (cm) in medial/lateral (side to side) directions

There were found no interactions and significant difference on the left and the right legs with eyes closed and eyes opened conditions (Table 4.40). There were significant differences between control and trained groups at wk 10 ($p=0.035$) (Table 4.41) but no significant difference within group in control and trained groups (Table 4.41 and Figure 4.39, 4.40).

Table 4.40 ANOVA summaries of effect on CoP RMS_{ML} (cm).

parameter	Source	df	F	p-value
Left leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	0.255	0.620
	Group	1	0.471	0.502
	Dominant leg*Group	1	0.595	0.451
	Within subject			
	Time	2	0.806	0.455
	Time*Dominant leg	2	0.609	0.550
	Time*Group	2	0.901	0.416
	Time*Dominant leg*Group	2	0.175	0.840
Left leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	0.527	0.478
	Group	1	0.877	0.362
	Dominant leg*Group	1	0.251	0.623
	Within subject			
	Time	2	1.101	0.344
	Time*Dominant leg	2	0.172	0.843
	Time*Group	2	0.473	0.627
	Time*Dominant leg*Group	2	0.680	0.514
Right leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	0.038	0.847
	Group	1	2.312	0.147
	Dominant leg*Group	1	0.486	0.495
	Within subject			
	Time	2	1.571	0.223
	Time*Dominant leg	2	0.795	0.460
	Time*Group	2	0.203	0.817
	Time*Dominant leg*Group	2	0.462	0.634
Right leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	0.006	0.940
	Group	1	1.362	0.259
	Dominant leg*Group	1	1.419	0.250
	Within subject			
	Time	2	0.352	0.706
	Time*Dominant leg	2	0.034	0.967
	Time*Group	2	0.060	0.942
	Time*Dominant leg*Group	2	1.019	0.372

EC=eyes closed, EO=eyes opened

Table 4.41 Results of CoP RMS_{ML} on the left and the right legs with EC and EO conditions.

Time / Parameters		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Left leg EC	Control (n=11)	1.03 ± 0.13	0.98 ± 0.07	1.13 ± 0.15	0.502
	Trained (n=10)	1.55 ± 0.52	0.99 ± 0.06	1.04 ± 0.12	
P-value		0.268	0.734	0.987	
Left leg EO	Control (n=11)	0.79 ± 0.48	0.68 ± 0.18	0.74 ± 0.07	0.362
	Trained (n=10)	1.25 ± 0.28	0.72 ± 0.07	0.90 ± 0.14	
P-value		0.603	0.800	0.147	
Right leg EC	Control (n=11)	1.33 ± 0.33	0.97 ± 0.19	0.97 ± 0.10	0.147
	Trained (n=10)	1.68 ± 0.43	1.55 ± 0.14	1.37 ± 0.17	
P-value		0.479	0.063	0.035*	
Right leg EO	Control (n=11)	1.26 ± 0.76	0.87 ± 0.19	1.02 ± 0.28	0.259
	Trained (n=10)	1.69 ± 0.53	1.53 ± 0.34	1.50 ± 0.15	
P-value		0.970	0.160	0.094	

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened

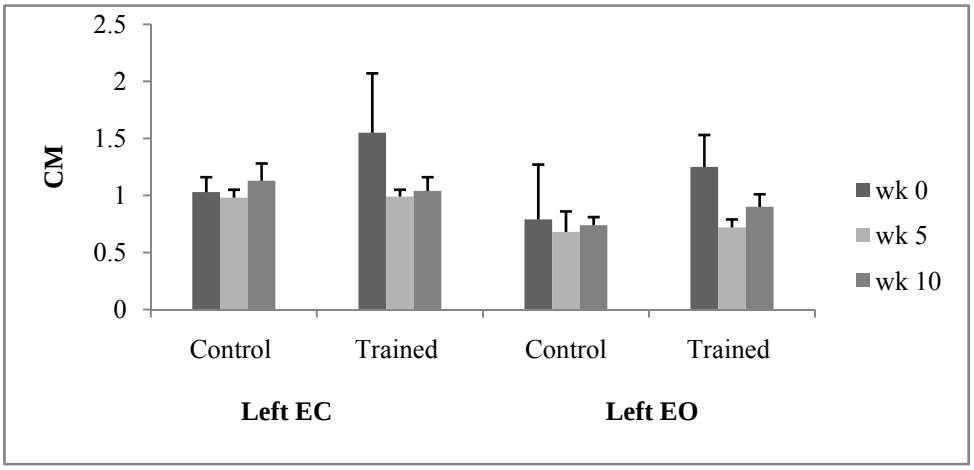


Figure 4.39 CoP RMS_{ML} of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

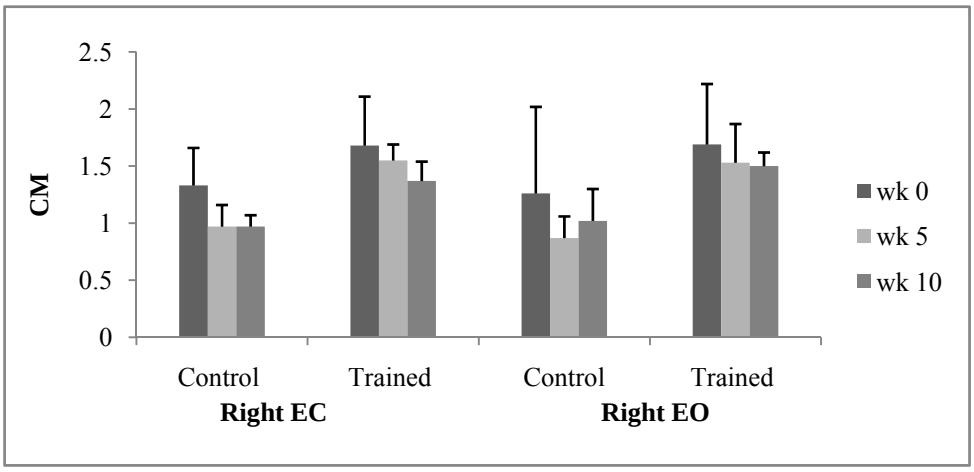


Figure 4.40 CoP RMS_{ML} of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

The comparison between dominant and non-dominant legs found no significant difference on the left and the right legs with EC and EO conditions (Table 4.42).

Table 4.42 Comparison of CoP RMS_{ML} between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions.

Parameter		Dominant (Mean ± SEM)	Non-dominant (Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Control (D=2, ND=9)	1.07 ± 0.16	1.02 ± 0.08	0.760
	Trained (D=4,ND=6)	1.06 ± 0.28	1.33 ± 0.23	0.474
Left leg EO	Control (D=2, ND=9)	0.59 ± 0.41	0.88 ± 0.19	0.542
	Trained (D=4,ND=6)	0.93 ± 0.14	0.98 ± 0.11	0.774
Right leg EC	Control (D=9, ND=2)	1.01 ± 0.31	1.16 ± 0.15	0.674
	Trained (D=6,ND=4)	1.67 ± 0.35	1.40 ± 0.29	0.582
Right leg EO	Control (D=9, ND=2)	0.80 ± 0.56	1.30 ± 0.26	0.436
	Trained (D=6,ND=4)	1.86 ± 0.49	1.29 ± 0.40	0.398

EC=eyes closed, EO=eyes opened, D=dominant leg, ND=non-dominant leg

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were shown no significant difference on the left and the right legs with EC and EO conditions (Table 4.43 and Figure 4.41, 4.42).

Table 4.43 The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP RMS_{ML} directions on the left and right legs single stance with EC and EO conditions.

Parameter		Control (n=11) (%Mean ± SEM)	Trained (n=10) (%Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Week 5	96.13 ± 9.79	92.42 ± 14.79	0.834
	Week 10	103.65 ± 10.21	97.33 ± 14.55	0.722
Left leg EO	Week 5	107.36 ± 15.68	88.34 ± 20.17	0.461
	Week 10	110.58 ± 16.71	101.29 ± 19.54	0.720
Right leg EC	Week 5	103.69 ± 13.87	122.22 ± 15.80	0.387
	Week 10	96.77 ± 12.62	106.67 ± 13.20	0.594
Right leg EO	Week 5	115.61 ± 25.30	139.02 ± 30.55	0.559
	Week 10	119.72 ± 19.49	169.72 ± 41.35	0.274

EC=eyes closed, EO=eyes opened

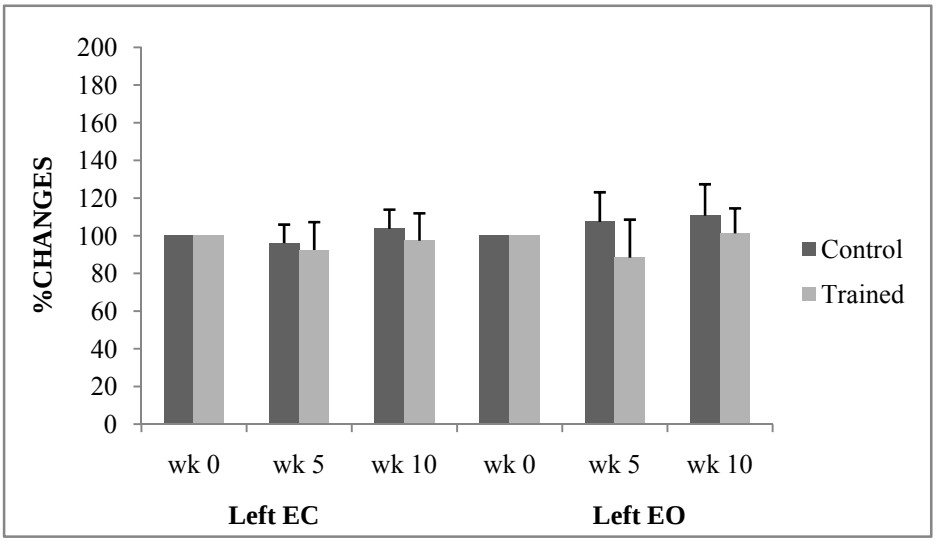


Figure 4.41 Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP RMS_{ML} parameters.

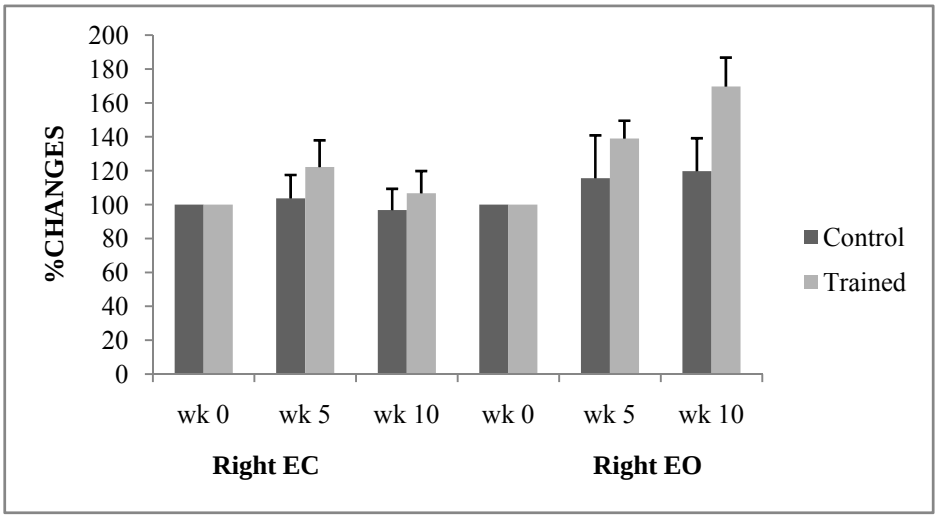


Figure 4.42 Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP RMS_{ML} parameters.

4.3.7 CoP Velocity (cm/s) in anterior/posterior (forward and backward) directions

There were no significant interactions of CoP velocity difference in the left and the right legs with the same conditions (Table 4.44). No significant difference between control and trained groups (Table 4.45 and Figure 4.43, 4.44).

Table 4.44 ANOVA summaries of effect on CoP $Velocity_{AP}$ (cm/s).

parameter	Source	df	F	p-value
Left leg EC	Between subject			
	Dominant legs	1	0.313	0.583
	Group	1	0.096	0.760
	Dominant legs*Group	1	0.198	0.662
	Within subject			
	Time	2	0.539	0.588
	Time*Dominant legs	2	0.301	0.742
	Time*Group	2	0.096	0.909
	Time*Dominant legs*Group	2	0.355	0.904
Left leg EO	Between subject			
	Dominant legs	1	0.374	0.544
	Group	1	0.379	0.546
	Dominant legs*Group	1	0.069	0.795
	Within subject			
	Time	2	1.790	0.182
	Time*Dominant legs	2	0.252	0.778
	Time*Group	2	0.357	0.702
	Time*Dominant legs*Group	2	0.167	0.847
Right leg EC	Between subject			
	Dominant legs	1	0.043	0.838
	Group	1	2.584	0.126
	Dominant legs*Group	1	0.156	0.698
	Within subject			
	Time	2	2.236	0.122
	Time*Dominant legs	2	0.754	0.478
	Time*Group	2	1.815	0.178
	Time*Dominant legs*Group	2	0.374	0.690
Right leg EO	Between subject			
	Dominant legs	1	0.468	0.503
	Group	1	1.065	0.316
	Dominant legs*Group	1	0.007	0.936
	Within subject			
	Time	2	2.024	0.148
	Time*Dominant legs	2	0.434	0.652
	Time*Group	2	1.079	0.351
	Time*Dominant legs*Group	2	0.031	0.969

EC=eyes closed, EO=eyes opened

Table 4.45 Results of CoP $Velocity_{AP}$ on the left and the right legs with EC and EO conditions.

Parameters \ Time		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Left leg EC	Control (n=11)	12.04 ± 11.76	3.45 ± 0.46	4.37 ± 0.26	0.760
	Trained (n=10)	7.25 ± 1.79	4.17 ± 0.52	3.39 ± 0.41	
P-value		0.445	0.576	0.805	
Left leg EO	Control (n=11)	3.85 ± 3.11	2.34 ± 0.22	2.18 ± 0.18	0.546
	Trained (n=10)	6.45 ± 2.92	2.29 ± 0.19	2.31 ± 0.18	
P-value		0.686	0.984	0.409	
Right leg EC	Control (n=11)	4.27 ± 1.27	3.70 ± 0.58	4.16 ± 0.49	0.126
	Trained (n=10)	7.57 ± 1.77	4.78 ± 0.59	3.44 ± 0.45	
P-value		0.142	0.125	0.940	
Right leg EO	Control (n=11)	3.02 ± 2.25	1.96 ± 0.19	2.44 ± 0.25	0.316
	Trained (n=10)	7.47 ± 3.45	2.17 ± 0.23	2.27 ± 0.18	
P-value		0.324	0.349	0.579	

EC=eyes closed, EO=eyes opened

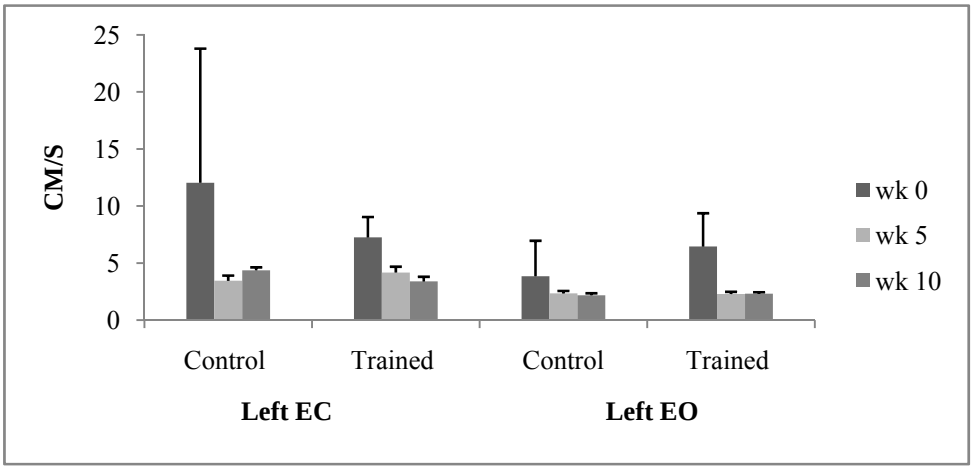


Figure 4.43 CoP Velocity$_{AP}$ of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

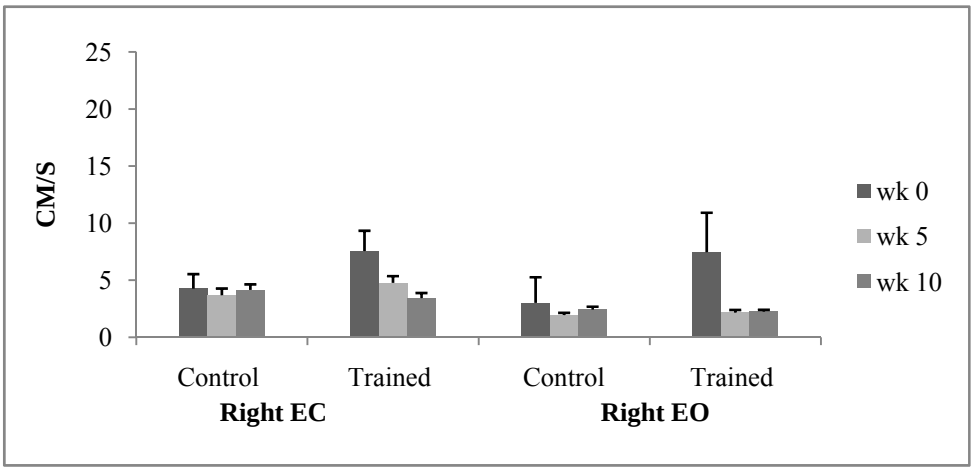


Figure 4.44 CoP Velocity$_{AP}$ of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

The comparison between dominant and non-dominant legs found no significant difference on the left and the right legs with EC and EO conditions (Table 4.46).

Table 4.46 Comparison of CoP Velocity$_{AP}$ between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions.

Parameter		Dominant (Mean ± SEM)	Non-dominant (Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Control (n=11) (D=2, ND=9)	3.90 ± 10.30	9.35 ± 4.86	0.644
	Trained (n=10) (D=4,ND=6)	4.63 ± 1.06	5.25 ± 0.86	0.660
Left leg EO	Control (n=11) (D=2, ND=9)	2.15 ± 1.82	3.43 ± 0.86	0.542
	Trained (n=10) (D=4,ND=6)	3.43 ± 1.59	3.94 ± 1.30	0.811
Right leg EC	Control (n=11) (D=9, ND=2)	4.11 ± 0.84	3.97 ± 0.40	0.882
	Trained (n=10) (D=6,ND=4)	5.03 ± 0.89	5.49 ± 0.73	0.702
Right leg EO	Control (n=11) (D=9, ND=2)	1.91 ± 1.47	3.03 ± 0.69	0.510
	Trained (n=10) (D=6,ND=4)	3.53 ± 1.78	4.41 ± 1.45	0.712

EC=eyes closed, EO=eyes opened, D=dominant, ND=non-dominant

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were significant difference on the right leg at week 10 (0.038) with EO conditions (Table 4.47 and Figure 4.45, 4.46).

Table 4.47 The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP Velocity$_{AP}$ direction on the left and the right legs single stance with EC and EO conditions.

Parameter		Control (n=11) (%Mean ± SEM)	Trained (n=10) (%Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Week 5	78.28 ± 11.98	80.57 ± 12.76	0.897
	Week 10	81.16 ± 16.39	67.19 ± 11.70	0.504
Left leg EO	Week 5	113.18 ± 16.63	83.32 ± 15.61	0.208
	Week 10	107.29 ± 16.01	81.03 ± 14.58	0.243
Right leg EC	Week 5	96.81 ± 17.57	83.60 ± 14.90	0.585
	Week 10	92.83 ± 14.90	61.78 ± 11.25	0.118
Right leg EO	Week 5	100.55 ± 14.87	77.16 ± 18.37	0.331
	Week 10	124.39 ± 19.14	70.54 ± 14.00	0.038*

* Significant difference at p≤0.05; EC=eyes closed, EO=eyes opened

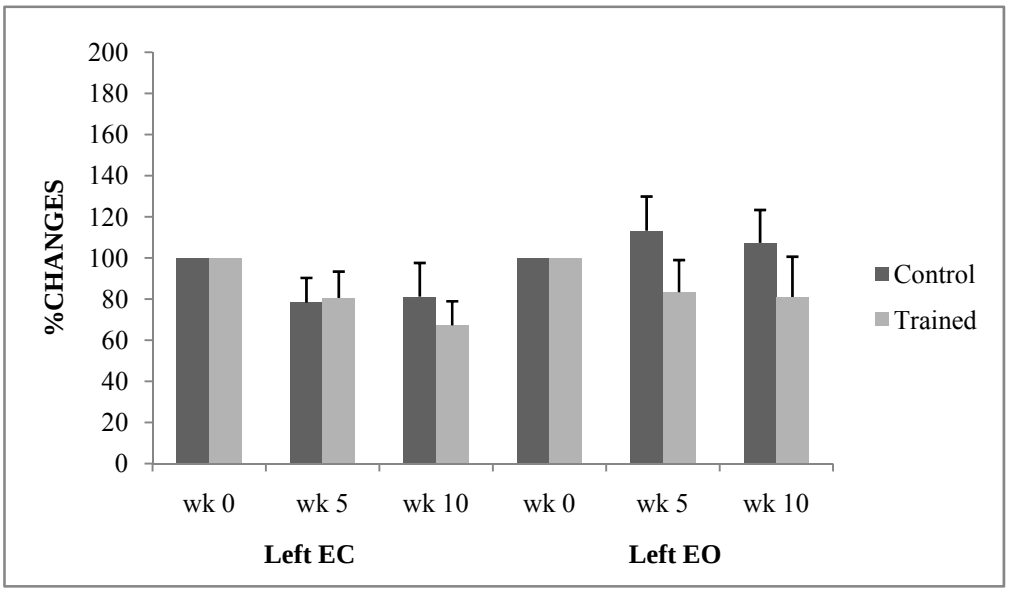


Figure 4.45 Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP Velocity$_{AP}$ parameters.

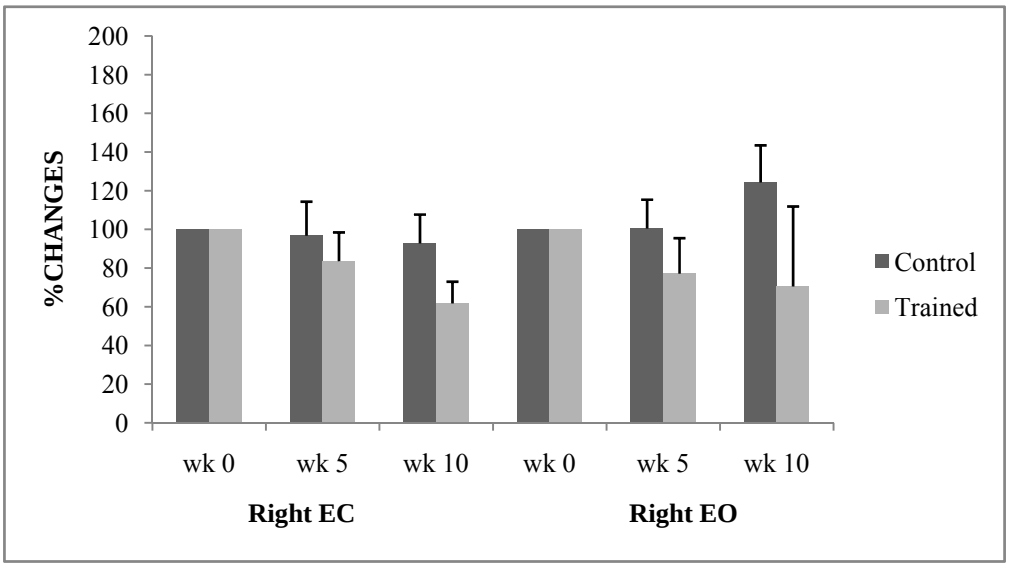


Figure 4.46 Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP Velocity$_{AP}$ parameters.

4.3.8 CoP Velocity (cm/s) in medial/lateral (side to side) directions

There were not found interaction and significant difference on the left and the right legs with eyes closed and eyes opened conditions (Table 4.48). There were significant on the right leg with EO condition (p=0.043) at wk 10 between control and trained groups (Table 4.49 and Figure 4.47, 4.48).

Table 4.48 ANOVA summaries of effect on CoP Velocity$_{ML}$ (cm/s)

parameter	Source	df	F	p-value
Left leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	0.252	0.622
	Group	1	0.438	0.517
	Dominant leg*Group	1	0.443	0.515
	Within subject			
	Time	2	1.595	0.218
	Time*Dominant leg	2	1.166	0.324
	Time*Group	2	0.942	0.400
	Time*Dominant leg*Group	2	0.160	0.852
Left leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	1.158	0.297
	Group	1	0.221	0.644
	Dominant leg*Group	1	0.041	0.842
	Within subject			
	Time	2	1.052	0.360
	Time*Dominant leg	2	0.491	0.616
	Time*Group	2	0.024	0.976
	Time*Dominant leg*Group	2	0.100	0.905
Right leg	Between subject			
EC	Dominant leg	1	0.428	0.522
	Group	1	0.724	0.407
	Dominant leg*Group	1	0.142	0.711
	Within subject			
	Time	2	2.916	0.068
	Time*Dominant leg	2	0.047	0.954
	Time*Group	2	0.605	0.552
	Time*Dominant leg*Group	2	0.760	0.475
Right leg	Between subject			
EO	Dominant leg	1	0.340	0.567
	Group	1	2.771	0.114
	Dominant leg*Group	1	1.814	0.196
	Within subject			
	Time	2	0.653	0.527
	Time*Dominant leg	2	0.950	0.397
	Time*Group	2	0.570	0.607
	Time*Dominant leg*Group	2	0.683	0.512

EC=eyes closed, EO=eyes opened

Table 4.49 Results of CoP $Velocity_{ML}$ on the left and the right legs with EC and EO conditions.

Time / Parameters		Wk0	Wk5	Wk10	P-value
Left leg EC	Control (n=11)	5.11 ± 1.57	4.69 ± 0.52	4.79 ± 0.72	0.517
	Trained (n=10)	7.57 ± 1.97	4.85 ± 0.87	4.73 ± 0.85	
P-value		0.288	0.873	0.491	
Left leg EO	Control (n=11)	3.32 ± 2.69	1.95 ± 0.17	2.12 ± 0.23	0.644
	Trained (n=10)	4.10 ± 1.37	2.31 ± 0.21	2.38 ± 0.36	
P-value		0.969	0.284	0.460	
Right leg EC	Control (n=11)	5.56 ± 2.72	3.60 ± 0.65	4.11 ± 0.77	0.407
	Trained (n=10)	8.68 ± 2.51	3.98 ± 0.36	4.24 ± 0.48	
P-value		0.583	0.608	0.688	
Right leg EO	Control (n=11)	3.14 ± 2.09	2.06 ± 0.35	2.00 ± 0.23	0.114
	Trained (n=10)	5.52 ± 1.84	6.96 ± 3.87	2.69 ± 0.29	
P-value		0.548	0.315	0.043*	

EC=eyes closed, EO=eyes opened

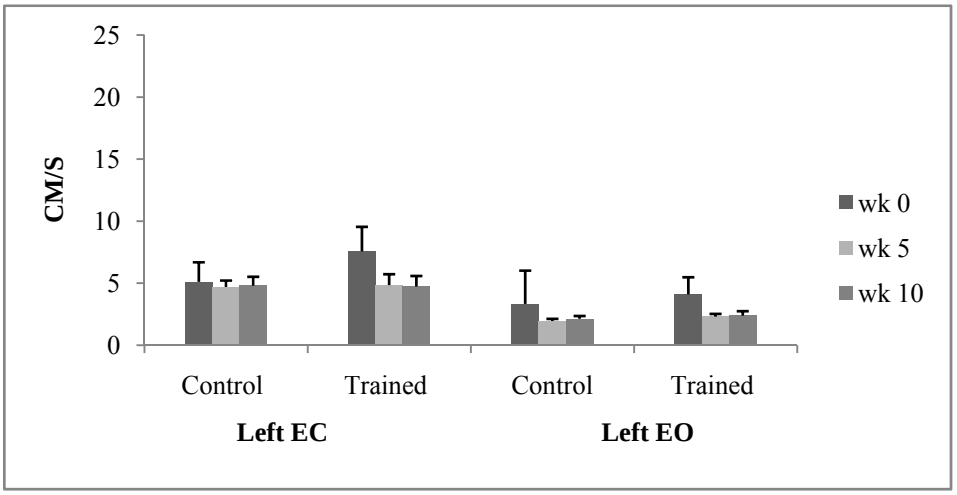


Figure 4.47 CoP Velocity$_{ML}$ of the left leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

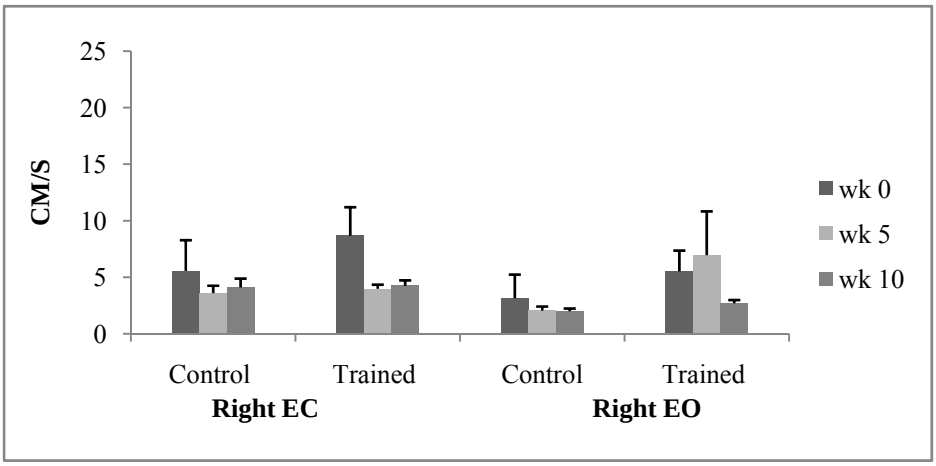


Figure 4.48 CoP Velocity$_{ML}$ of the right leg between control and trained groups with EC and EO conditions.

The comparison between dominant and non-dominant legs found no significant difference in the left and the right legs with EC and EO conditions (Table 4.50).

Table 4.50 Comparison of CoP $Velocity_{ML}$ between control (n=11) and trained (n=10) groups with EC and EO conditions.

Parameter		Dominant (Mean ± SEM)	Non-dominant (Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Control (D=2, ND=9)	4.97 ± 1.14	4.76 ± 0.54	0.872
	Trained (D=4,ND=6)	4.97 ± 1.64	6.47 ± 1.34	0.498
Left leg EO	Control (D=2, ND=9)	1.83 ± 1.64	3.10 ± 0.77	0.500
	Trained (D=4,ND=6)	2.30 ± 0.74	3.37 ± 0.60	0.385
Right leg EC	Control (D=9, ND=2)	3.68 ± 1.96	5.17 ± 0.92	0.513
	Trained (D=6,ND=4)	5.44 ±1.44	5.83 ± 1.18	0.836
Right leg EO	Control (D=9, ND=2)	1.79 ± 1.36	3.01 ± 0.64	0.437
	Trained (D=6,ND=4)	6.60 ± 2.06	3.52 ± 1.68	0.280

EC=eyes closed, EO=eyes opened, D=dominant leg, ND=non-dominant leg

The percent change (relative to pre-training) between control and trained groups at week 5 and week 10, there were significant difference on the right leg at week 10 (0.038) with EO conditions (Table 4.51 and Figure 4.49, 4.50).

Table 4.51 The comparison of % change between control and trained groups at week 5 and week 10 in CoP $Velocity_{ML}$ direction on the left and the right legs single stance balance with EC and EO conditions.

Parameter		Control (n=11) (%Mean ± SEM)	Trained (n=10) (%Mean ± SEM)	P-value
Left leg EC	Week 5	109.59 ± 16.83	92.65 ± 19.95	0.521
	Week 10	92.66 ± 15.51	82.97 ± 15.45	0.664
Left leg EO	Week 5	113.18 ± 16.63	83.32 ± 15.61	0.208
	Week 10	107.29 ± 16.01	81.03 ± 14.58	0.243
Right leg EC	Week 5	96.81 ± 17.57	83.60 ± 14.90	0.585
	Week 10	92.83 ± 14.90	61.78 ± 11.25	0.118
Right leg EO	Week 5	100.55 ± 14.87	77.16 ± 18.37	0.331
	Week 10	124.39 ± 19.14	70.54 ± 14.00	0.038*

* Significant difference at $p \leq 0.05$; EC=eyes closed, EO=eyes opened

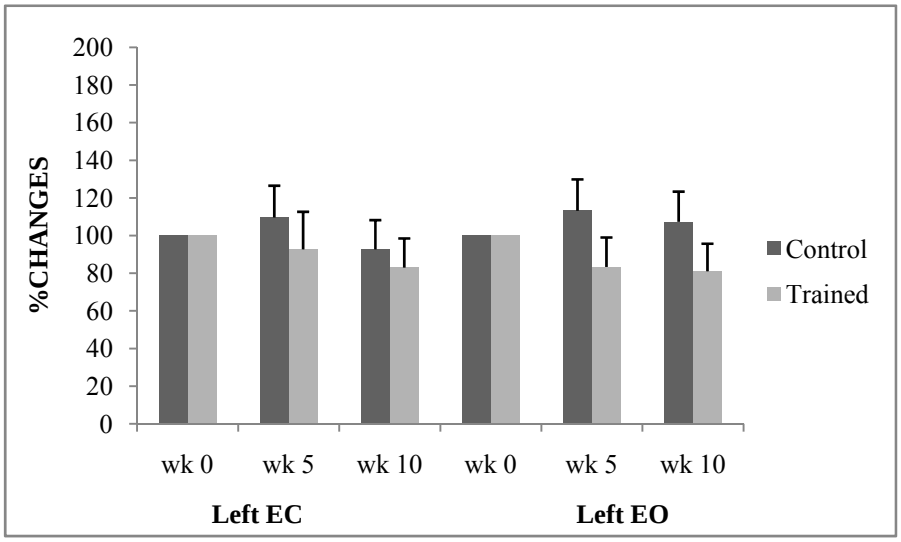


Figure 4.49 Percent change (relative to pre-training) on the left leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP Velocity$_{ML}$ parameters.

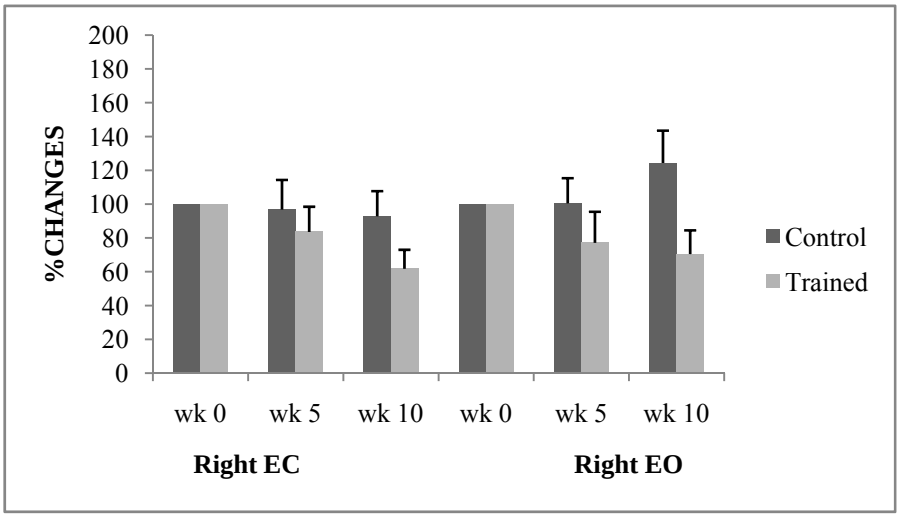


Figure 4.50 Percent change (relative to pre-training) on the right leg single stance balance with EC and EO conditions between control and trained groups at pre-test, week 5 and week 10 in CoP Velocity$_{ML}$ parameters.

CHAPTER V
DISCUSSION

5.1 Characteristics of Subjects

All players were recruited from Nakhonpratom Sports School, Nakornpathom. They received different warm up exercise but same futsal training. The physical characteristic including age, sex, weight, height, and BMI were similar significant in both groups.

5.2 Effect on Joint Position Sense of ankle joint

Ankle joint sense was determined by a joint position sense instrument. The result showed no significant difference in angle repositioning error between groups and dominant legs at ankle joint neutral position (0^o) ($p=0.817$ on the right and $p=0.183$ on the left), ankle joint dorsiflexion position (10^o) ($p=0.860$ on the right and $p=0.590$ on the left), and ankle joint plantarflexion position (15^o) ($p=0.481$ on the right and $p=0.388$ on the left), in trained group on the right ankle at plantarflexion (15^o) were found significant decreased AEE ($p=0.032$) after participating the FIFA11+ training.

The significant effect of time at ankle joint neutral position (0^o) ($p=0.004$) between control and trained groups could be seen. Tendency angle errors decreased at ankle joint plantarflexion position (15^o) within dominant and non-dominant legs. However, % change was significant different at week 10 ($p=0.031$) between control and trained groups. Several researches showed the FIFA's 11+ warm up program reduced joint position sense[59]. The present reports shows that the effects of FIFA's 11+ significantly decrease the proprioception error, possibly by improving the concentration paid to proprioceptive[60]. If the ankle plantarflxion position sense was

more, there may be higher risk in lateral ankle injury. If dorsiflexion position was more in stability, it may cause lower risk of injuries[61].

As the ankle has large amount of tendon which can prevent and help to stabilize ankle joint which the foot have to carry the weight barring from the whole body. In dorsiflexion position the tendon are stronger and can stabilize the ankle joint in a tight position than the plantarflexion position which the spaces are more wider and it can reduce in stability otherwise the ankle have several tendon that support and help the foot move in this direction but it can reach to rupture easily as well. From this study show tendency of decreased error in plantarflexion position on the right ankle in dominant and dominant legs, these may indicate that the FIFA 11+ can improve performance to stabilize the ankle in position and may reduce ankle injury by the way it can combine with the regular exercise training to prevent the injuries as the characteristic in this sports[62].

This study showed significant AEE decreased in participating group on the right ankle at plantarflexion (15º) either dominant and non-dominant legs before and after training. The results showed the effectiveness of the FIFA11+ in improving the JPS in trained group but no significant difference between both groups at the same condition, these may take longer periods to improve performance or this program might have slightly improved in this area which enhance greater AEE decreased on knee joint[59, 63, 64].

However, the FIFA11+ showed neuromuscular development improvement at plantarflexion position which is few muscle such as gastrocnemius muscles, soleus muscles, fibularis muscles and tibialis posterior muscles[65] might develop faster than dorsiflexion position or this program might enhance the development only this condition which need longer periods study. Murphy and Beynnon[66, 67] reported that dominant leg have high risk of injury and 92% of ankle injuries affect to the dominant leg in male soccer players. These results revealed that the program may be able to prevent and reduce ankle injury in futsal players.

5.3 Effects on Center of Pressure (CoP) on Single Leg Stance Position

The ability of the neuromuscular that can detect the movement to maintain body balance by Kistler force plate in COP parameters; RANGE, SD, RMS, and peak velocity. The results of the left leg showed that during eyes closed were significant difference between group on RANGE (p=0.06 between time and dominant legs), SD (p=0.029 between time and group), and RMS (p=0.049 in time and p=0.007 between time and group) on anterior-posterior area. However, there were found dominant legs differences on $RANGE_{AP}$ (p=0.045 in control), SD_{AP} (p=0.026 in control), RMS_{AP} (p=0.025 in control) and % changes from pre-training was significant between two groups on SD_{AP} (p=0.043) at week 10, otherwise during eyes opened found significant difference on RMS_{AP} (p=0.002 in time and p=0.044 between time and dominant legs).

At the right leg showed that the results during eyes closed were significant difference between groups on RMS_{AP} (p=0.002 between dominant legs and groups, p=0.000 between time and dominant legs), there were positive significant changes in trained group on $RANGE_{AP}$ (p=0.044) between pre-training and week 10, in control group found significant changes between dominant legs on RMS_{AP} (p=0.000). Between the two groups were significant % changes from pre-training on $RANGE_{AP}$ (p=0.039) with positive result on trained group. However, during eyes opened there was significant difference between groups on $RANGE_{AP}$ (p=0.047 between time and group), $RANGE_{ML}$ (p=0.019 between time and dominant legs), RMS_{AP} (p=0.004 in dominant legs, p=0.001 between dominant legs and group, p=0.005 between time and dominant legs, p=0.018 between time and group), % change from pre-training were significant difference between two groups on peak $velocity_{AP}$ (p=0.038) with positive result in trained group.

These studies showed that non-dominant leg have significant mean score lower than dominant in CoP range, SD, and RMS but no significant decreased in peak velocity. Rosario and et al.[68] reported that soccer player have better standing balance on the left leg cause from soccer activity. The program improved balance control in anterior/posterior direction but not in medial/lateral directions, it might take a longer period to develop motor learning based on various factors.

In this research, the joint position sense and center of pressure's data was investigated. The focus of this research was on neuromuscular control. The present

researches clarified that the FIFA11+ can improve performance skill and reduce injury in football players at all levels. Football and futsal are shared some characteristics together and the injuries are similar but in futsal has slightly lower. Most of injuries that affect these two sports are lower extremity injuries but in futsal more in ankle & knee. In present the age of younger athletes, age 12-16 years have higher risk of injury than all age during this development period it cause acute and chronic injury can lead through recurrent injury and disfunctioning in future which can affect quality of life.

The result shown that the tendency of the right ankle in plantarflexion position (15º) to be reduced and balance test showed significant reduces changed in anterior/posterior directions that effect on plantarflexion contraction muscle. Without visual perception shown correlation neuromuscular control, the FIFA 11+ can improve in neuromuscular control in futsal players in anterior/posterior direction effective on plantarflexion direction but did not improve in medial/lateral direction (side to side). The FIFA 11+ warm-up training was help to improve performance and reduce injury in fusal may include this program combine with their regular warm-up. Additional, there should include others exercise that specific on ML area to improved performance and prevent injury. This can show that we cannot use this program alone for training but it can combine with others program as well.

The results can be varied during performing test in different time depending on the factors below:

5.3.1 Experiment lab setter

The experiment during JPS and balance tests with different parameters with JPS instrument and force plate may have error during collecting the data owing to the visual and auditory factors which we were setting in the field which we may not able to control factors as in the setting in the laboratory room. However, the test area was fixing and minimize for distraction as well as possible.

5.3.2 Position in the game

Fusal players in difference position playing the game can reach to the results differences between goal keeper and other positions; goal keeper has limit movement and use more upper part than lower part in other position[69], greater

amounts of muscle activity could be expected to preserve quiet standing[70]. However, in our study the goal keepers were not used as subjects.

5.3.3 Substitute and Season

As the game have small amount of the player this means that some athlete have to play in every game these may reach through muscle fatigue which may affect health and performances. Muscle fatigue can cause postural control change and decreased average velocity of COP movement because calf muscle has a short-lasting effect on body balance [71].

5.4 Exercise Protocol in this Study

Football and fusal share some characteristics together but there are some differences. Fusal plays faster than football, the number of players are less, the size of futsal field is different from football field; the ball is smaller and heavier. Futsal needs more agility movement on the whole game with one touch control along with tight spaces and use difference part of the foot to control the ball with varying power but in football use mostly back of the foot. Therefore, awareness on ankle joint training in futsal may be able to improve performance skill and reduce risk of injuries[69].

The warm up training in their standard training and the FIFA's 11+ may have similar warm-up exercise but there was a minor difference in the program. The results shown only tendency of angle errors decreased on right ankle plantarflexion position (15º) with significant difference after training but did not find correlation on the left ankle. This study had limitation on similar dominant legs within groups; longer period of training can show strong correlation to improve proprioceptions. The FIFA's 11+ shown significant improvement in the joint position sense in knee which related to reduction of injury in ankle and knee[63]. Nakase found that abdominal rectus, gluteus medius, and gluteus minimus was affected by the FIFA 11+ warm up exercise[72]. Most common changes of posture alignment were seen in ankle and knee in sports. There was in ankle (45.2% of all injuries) and knee (19% of all injuries) with sprain and fracture/dislocate which were the two most common (26.2% each one) and muscle injury comes in second with 21.4% of all kinds of injuries [73].

Previous studies showed that injuries in youth aged 15-24 yrs have higher incidence than other age and between football and futsal are similar but fewer in futsal. The football was caused by contact with another player and by foul play. The majority of injuries 74% were caused by contact with another player but most affected the lower extremity (70%), head and neck (13%), upper extremity (10%) and trunk (7%) and was reported one time-loss injury in every two matches, lower extremity injuries were diagnosis with contusion of the lower leg (11%), ankle sprain (10%) and groin strain (8%) but in futsal ankle sprain injuries have the highest incidence (48.8%) with greater occurrence and contractures during training and higher incidence of muscle tears and fractures in competition [74-76].

There may be many other limitations of this study, there are many factors affecting sensation and balance such as muscle fatigue which can cause postural control change and decreased in average velocity of CoP movement and body balance [71].

Muscle strength exercise can improved many performances and reduce injury in athletes. This study showed slightly improvement on the FIFA 11+ warm-up training on perception to detect the movement of ankle joint and the body balance control.

The future study should extend study the muscles strength in relation to the static and dynamic tests with more subjects and more careful experimental design with better control training. Additional more COP parameters and other specific balance tests should be studied.

In this study, ankle joint position sense results did not correlate with that of the center of pressure which was contrast from the previous study that the stimuli of proprioceptive have improved JPS and relate to better balance performance. Ankle joint position sense is peripherally detected by mechanoreceptors in the ligaments and joint capsule around the ankle joints, the peripheral inputs are transmitted to the central nervous system to the optimize ankle movement coordination via reflex-mediated or active stiffness control mechanism[77]. The FIFA11+ warmed up exercise program may have low potential to modify the mechanoreceptors of proprioception around the ankle joints which cannot be seen through the repositioning performance in this study.

CHAPTER VI
CONCLUSION

This study investigate the effect of 10 weeks of the FIFA11+ warm-up training program on joint position sense of angle repositioning errors with absolute mean errors and balance on COP parameters to detect the ability of body control in adolescent futsal players.

The FIFA11+ warm up training with participated training provide the evidence of the effectiveness of the proprioception-ankle joint position sense and balance on neuromuscular functioning control. This program could improve the players who perform at least 3 times a day, the staffs should have the knowledge skill on program and able to collect the posture during training to enhance their performance, concerning based on player skill and performance for training level. However, the ankle joint position sense results showed AEE decreased among trained group about not difference between control groups after training.

CoP parameters showed participating group has statistical significantly decreased after training in anterior/posterior direction during eyes closed condition and greater significant in non-dominant leg. The results show that the FIFA11+ warm up program can enhance the balance and performance skill of the players as the player always stand with one leg during control and kicking the ball with dominant leg. Greater balance in non-dominant leg can enhance the performance skill development of the player.

The results revealed that the experimental group had a mean score after participating in the program that was significantly and tendency lower than before participate the program in various parameters without visual perception; this program has the enhancement of improvement on the neuromuscular control and can prevent injury in futsal players.

REFFERNCES

1 Ribeiro, R.N., and Leonardo Oliveira Pena Costa, *Epidemiologic analysis of injuries occurred during the 15th Brazilian Indoor Soccer (Futsal) Sub20 Team Selection Championship.* Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2006. 12(1): p. 1-5.

2 Adamczyk, G., Lukasz Luboinski, *epidemiology of football-related injuries (part one) - a review* Acta Clinica, 2002. 2(3): p. 236-250.

3 Kelikian, H. and A.S. Kelikian, *Disorders of the ankle*1985: W. B. Saunders.

4 Kannenberg, A., *The need for improvments in the therapy of ankle ligament injuries: An innovative treatment concept using the Malleo TriStep multifunction orthosis,* in *Otto Bock HealthCare: Fact Sheet Malleo Tristep,* Otto Bock Clinical Excellence Circle. p. 1-12.

5 Junge, A. and J. Dvorak, *Injury risk of playing football in Futsal World Cups.* British Journal of Sports Medicine, 2010. 44(15): p. 1089-1092.

6 FIFA *The "11+".* Player' Health; Available from: http://www.fifa.com/aboutfifa/footballdevelopment/medical/playershealth/the11/index.html.

7 Michell Thomas B., B.T.J., Hirth Christopher J., Guskiewicz Kevin M., *Functional Balance Training, With or Without Exercise Sandals, for Subjects With Stable or Unstable Ankles.* Journal of athletic Training, 2006. 41(4): p. 393-398.

8 Ergen, E., Bulent Ulkar, *Proprioception and Ankle Injuries in soccer.* Clinics in Sports Medicine, 2008. 27: p. 195-217.

9 Kiran, D., et al., *Correlation of three different knee joint position sense measures.* Phys Ther Sport, 2010. 11(3): p. 81-85.

10 Sefton, J.M., et al., *Sensorimotor function as a predictor of chronic ankle instability.* Clinical Biomechanics, 2009. 24(5): p. 451-458.

11 McGuine A. Timothy , K.S.J., *The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes.* The American Journal of Sports Medicine, 2006. 34(7): p. 1103-1111.

12 Baldaco, F.O., and et.al, *Analysis of proprioceptive training in the balance of women's futsal athletes.* Fisioter Mov., Curitiba, 2010. 23(2): p. 183-192.

13 Kilding, A.E., Helen Tunstall, and Dejan Kuzmic, *Suitability of FIFA's "The 11" training programme for young football players-impact on physical performance.* Journal of Sport Science and Medicine, 2008. 7: p. 320-326.

14 Brito, J., and A Pedretti, *First International Sports Science and Sports Medicine Conference Newcastle upon Tyne, 20–22 August 2009 Abstracts of original communications.* British Journal of Sports Medicine, 2009. 43(11): p. e2.

15 Wikstrom, E.A., K.A. Fournier, and P.O. McKeon, *Postural control differs between those with and without chronic ankle instability.* Gait & Posture, 2010. 32(1): p. 82-86.

16 EILS, E. and D. ROSENBAUM, *A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability.* Medicine & Science in Sports & Exercise, 2001. 33(12): p. 1991-1998.

17 Westlake, K.P., Y. Wu, and E.G. Culham, *Sensory-Specific Balance Training in Older Adults: Effect on Position, Movement, and Velocity Sense at the Ankle.* Physical Therapy, 2007. 87(5): p. 560-568.

18 Halseth, T., John W. McChesney, Mark DeBeliso, Ross Vaughn, Jeff Lien, *The effects of kinesio taping on proprioception at the ankle.* Journal of Sports Science & Medicine, 2004. 3: p. 1-7.

19 Horwitz, S., *Guild to Futsal Injury Prevention*, Capital Sports Injury Center.

20 Matos, J.A.B.a.e.a., *ACCELERATION CAPACITY IN FUTSAL AND SOCCER PLAYERS.* Fit Perf Journal, 2008. 7(4): p. 224-228.

21 FIFA, *A Complete warm-up programme*2011: FIFA's medical research centre (F-MARC).

22 Bizzini, M., Astrid Junge, Jiri Dvorak, *The "11+" A complete warm-up programme to prevent injuries Manual*2007: FIFA Medical Assessment and Research Centre (F-MARC). 76.

23 Grimm, K., Astrid Junge, Jiri Dvorak, *Health and Fitness for the Female Football Player: A guide for players and coaches*2007: Federation Internationale de Football Association.

24 Whiting, W.C. and R.F. Zernicke, *Biomechanics of Musculoskeletal Injury*2008: Human Kinetics.

25 Woollacott, M.a.A.S.-C., *Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research.* Gait and Posture, 2002. 16: p. 1-14.

26 Pollock, A.S., et al., *What is balance?* Clin Rehabil, 2000. 14(4): p. 402-6.

27 Gribble, P.A. and J. Hertel, *Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control.* Arch Phys Med Rehabil, 2004. 85(4): p. 589-92.

28 Benda, B.J., P.O. Riley, and D.E. Krebs, *Biomechanical relationship between center of gravity and center of pressure during standing.* Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on, 1994. 2(1): p. 3-10.

29 Sewell, D., et al., *Sport and Exercise Science: An Introduction*2005: Hodder Arnold.

30 Lee, H.-M., C.-K. Cheng, and J.-J. Liau, *Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency.* The Knee, 2009. 16(5): p. 387-391.

31 Liu, Y.-W., Shiow-Chyn Jeng, Alex J. Y. Lee, *The Influence of Ankle Sprains on Proprioception.* Jounal of Exercise Science Fitness, 2005. 3(1): p. 33-38.

32 Eechaute, C., P. Vaes, and W. Duquet, *The chronic ankle instability scale: Clinimetric properties of a multidimensional, patient-assessed instrument.* Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine, 2008. 9(2): p. 57-66.

33 Huston, J.L., Sandrey,Michelle A. , Lively, Mathew W. , Kotsko, Kevin., *The Effects of Calf-Muscle Fatigue on Sagittal-Plane Joint-Position Sense in the Ankle.* Journal of Sport Rehabilitation, 2005. 14(2): p. 16.

34 Yildiz, Y., et al., *Reliability of a Functional Test Battery Evaluating Functionality, Proprioception and Strength of the Ankle Joint: 816: June 1 9:15 AM - 9:30 AM.* Medicine & Science in Sports & Exercise, 2007. 39(5): p. S69-S70 10.1249/01.mss.0000273175.90359.86.

35 Clark, V.M. and A.M. Burden, *A 4-week wobble board exercise programme improved muscle onset latency and perceived stability in individuals with a*

functionally unstable ankle. Physical Therapy in Sport, 2005. 6(4): p. 181-187.

36 Xu, D., et al., *Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people.* British Journal of Sports Medicine, 2004. 38(1): p. 50-54.

37 Goble, D.J., et al., *Brain activity during ankle proprioceptive stimulation predicts balance performance in young and older adults.* J Neurosci, 2011. 31(45): p. 16344-52.

38 Demeritt, K.M., S.J. Shultz, C.L. Docherty, B.M. Gansneder, D.H. Perrin, *Chronic Ankle Instability Does Not Affect Lower Extremity Functional Performance.* Journal of Athletic Training, 2002. 37(4): p. 507-511.

39 Willems, T., et al., *Proprioception and Muscle Strength in Subjects With a History of Ankle Sprains and Chronic Instability.* J Athl Train, 2002. 37(4): p. 487-493.

40 Fatoye F., S.P., F. Macmillan, P. Rowe, and M. van der Linden, *Proprioception and mucle torque deficits in children with hypermobility syndrome.* Rheumatology, 2009. 48: p. 152-157.

41 Nakasa, T., Kohei Fukuhara, Nobuo Adachi, Mitsuo Ochi, *The deficit of joint position sense in the chronic unstable ankle as measured by inversion angle replication error.* Arthroscopy and Sports Medicine, 2008(128): p. 445-449.

42 E., W. *Proprioception*. Behavioral Neuroscience [cited 2013.

43 Elizabeth O. Johnson, P.N.S., *Proprioception,* in *International encyclopedia of rehabilitation*, T.c.f.i.r.r.i.a. exchange, Editor 2008: United States.

44 Cross, R., *Standing, walking, running, and jumping on a force plate.* American Journal of Physics, 1999. 67(4): p. 304-309.

45 Bartlett, R., *Introduction to Sports Biomechanics: Analysing Human Movement Patterns*. 2 ed2007: Routledge.

46 Golriz, S., et al., *The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: concurrent validity study.* Chiropractic & Manual Therapies, 2012. 20(1): p. 15.

47 Organization, W.H. *Global Database on Body Mass Index*. 2006.

48 Jerosch, J., et al., *The influence of orthoses on the proprioception of the ankle joint.* Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 1995. 3(1): p. 39-46.

49 Kim, K., Yong Jun Cha, Dennis W. Fell, *The effect of contralateral training: influence of unilateral isokinetic exercise on one-legged standing balance of the contralateral lower extremly in adults.* Gait & Posture, 2011. 34: p. 103-106.

50 McKeon, P.O. and J. Hertel, *Spatiotemporal postural control deficits are present in those with chronic ankle instability.* BMC Musculoskelet Disord, 2008. 9: p. 76.

51 Hertel, J. and L.C. Olmsted-Kramer, *Deficits in time-to-boundary measures of postural control with chronic ankle instability.* Gait & Posture, 2007. 25(1): p. 33-39.

52 Mae, S.D., *Determining the validity of the Nintendo Wii balance board as an assessment tool for balance*, in *Kinesiology and Nutrition Sciences*2011, University of Neavada, Las Vegas: Digital Scholarship@UNLV. p. 70.

53 *Kistler measure. analyze. innovate.*, A. Kistler Instrument Corp., NY, Editor.

54Vooijs, D.M.C.C., *Forece plate analysis; does training matter?*, in *Clinical Sciences of Companion Animals*2010, Utrecht

55 Ball, K., *Chapter 5 Results*, v. university, Editor 1999. p. 69-270.

56 Yokoyama. Shigeki, N.M., Kazuyoshi Gamada, Makoto Ozaki, and Hiroyuki Shindo, *Position-specific deficit of joint position chronic functional instability.* Journal of Sports Science and Medicine, 2008. 7: p. 480-485.

57 Ross, S.E., et al., *Balance measures for discriminating between functionally unstable and stable ankles.* Med Sci Sports Exerc, 2009. 41(2): p. 399-407.

58 Cohen, J., *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*2013: Taylor & Francis.

59 Daneshjoo, A., et al., *Effects of the 11+ and Harmoknee Warm-Up Programs on Physical Performance Measures in Professional Soccer Players.* Journal of Sports Science and Medicine, 2013. 12: p. 489-469.

60 Holm, I., et al., *Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players.* Clin J Sport Med, 2004. 14(2): p. 88-94.

61 Richie Jr, D.H., *Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: A comprehensive review.* The Journal of Foot and Ankle Surgery, 2001. 40(4): p. 240-251.

62 Jerosch, J. and M. Prymka, *Proprioception and joint stability.* Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 1996. 4(3): p. 171-179.

63 Daneshjoo, A., et al., *The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players.* PLoS ONE, 2012. 7(12): p. e51568.

64 Mandelbaum, B.R., et al., *Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up.* Am J Sports Med, 2005. 33(7): p. 1003-10.

65 Lippert, L.S., *Clinical Kinesiology and Anatomy*2011: F.A. Davis.

66 Murphy, D.F., D.A.J. Connolly, and B.D. Beynnon, *Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature.* British Journal of Sports Medicine, 2003. 37(1): p. 13-29.

67 Beynnon, B.D., Darlene F. Murphy, and Denise M. Alosa, *Predictive Factors for Lateral Ankle Sprains: A Literature Review.* Journal of Athletic Training, 2002. 37(4): p. 376-380.

68 Barone, R., et al., *Soccer players have a better standing balance in nondominant one-legged stance.* Open Access J Sports Med, 2010. 2: p. 1-6.

69 Sport, H.C.M.F.i.p.o.H., *FourFourTwo Performance is brought to you*, in *Improve your five-a-side with futsal*2012.

70 Menegoni, F., et al., *Mechanisms underlying center of pressure displacements in obese subjects during quiet stance.* Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 2011. 8(1): p. 20.

71 Adlerton, A.K., U. Moritz, and R. Moe-Nilssen, *Forceplate and accelerometer measures for evaluating the effect of muscle fatigue on postural control during one-legged stance.* Physiother Res Int, 2003. 8(4): p. 187-99.

72 Nakase, J., et al., *Whole Body Muscle Activity during the FIFA 11+ Program Evaluated by Positron Emission Tomography.* PLoS ONE, 2013. 8(9): p. e73898.

73 Cintia Zucareli Pinto Ribeiro1, P.M.H.A., Isabel de Camargo Neves Sacco1 and André Pedrinelli2, *Relationship between postural changes and injuriesof the locomotor system in indoor soccer athletes.* Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2003. 9(2).

74 Junge, A. and J. Dvorak, *Injury risk of playing football in Futsal World Cups.* Br J Sports Med, 2010. 44(15): p. 1089-92.

75 Giza, E., et al., *Mechanisms of Foot and Ankle Injuries in Soccer.* Am J Sports Med, 2003. 31(4): p. 550-554.

76 Mojtaba Ebrahimi Varkiani, M.H.A., Lotfali Pourkazemi, *The Epidemiology of Futsal Injuries Via Sport Medicine Federation Injury Surveillance System of Iran in 2010.* Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2012. 82(3 July 2013): p. 946-951.

77 You, S.H., K.P. Granata, and L.K. Bunker, *Effects of circumferential ankle pressure on ankle proprioception, stiffness, and postural stability: a preliminary investigation.* J Orthop Sports Phys Ther, 2004. 34(8): p. 449-60.

APPENDICES

APPENDIX A

THE ETHICAL COMITTE ON RESEARCH INVOLVING HUMAN SUBJECT

COA. No. MU-IRB 2012/184.2011

Certificate of Approval
Mahidol University Institutional Review Board (MU-IRB)

Protocol No.	MU-IRB 2012/083.1109
Title of Project.	The Effect Of "The FIFA 11+" on Balance and Proprioception of Adolescent Futsal Players (Thesis for Master Degree)
Principal Investigator.	Miss Witchuda Gritsanadilok
Co-Investigators.	Associate Professor Thyon Chentanez Assistant Professor Opas Sinphumsuksakul,MD. Associate Professor Dr. Sirirat Hirunrat
Name of Institution.	College of Sports Science and Technology

Approval includes.
1) MU-IRB Submission form version received date 16 November2012
2) Participant Information Sheet version date 19 November2012
3) Participant Information Sheet for Children and Parent version date 19 November2012
4) Informed Consent form version date 11 September 2012
5) Informed Consent form for Children and Parent version date 11 September 2012
6) Questionnaire for screening version received date 16 November2012
7) Data Collection form version received date 16 November2012

Mahidol University Institutional Review Board is in full compliance with International Guidelines for Human Research Protection such as Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guidelines and the International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

Date of Approval. 20 November 2012

Date of Expiration. 19 November 2013

Signature of Chair. .....
(Professor Chusee Visalyaputra)

Signature of Head of the Institute. .....
(Professor Prasit Palittapongarnpim)
Vice President for Research

Office of the President, Mahidol University, 999 Phuttamonthon 4 Rd., Salaya, Phuttamonthon District, Nakhon Pathom 73170. Tel. (662) 8496223-5 Fax. (662) 8496223

COA MU-IRB version date 13 November 20

APPENDIX B
CONSENT FORM

(หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย)

(สำหรับเด็กอายุ 15-17 และผู้ปกครอง)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี อาศัยอยู่บ้านเลขที่.....ถนน.....ตำบล.....อำเภอ..... จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....โทรศัพท์.....

ข้าพเจ้าและเด็กในปกครองของข้าพเจ้าขอแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลของโปรแกรมการอบอุ่นร่างกายฟีฟ่า11+ในการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อและการทรงตัวของร่างกายในนักกีฬาฟุตซอลวัยรุ่น**โดยข้าพเจ้าและเด็กในปกครองของข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและจุดมุ่งหมายในการทำวิจัย**รายละเอียดขั้นตอนต่างๆที่เด็กในปกครองของข้าพเจ้าจะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัยความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัยรวมทั้งแนวทางป้องกันและแก้ไขหากเกิดอันตรายขึ้นค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเองโดยได้อ่านรายละเอียดอยู่ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด อีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยไม่มีสิ่งใดปิดบังซ่อนเร้น

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจให้เด็กในปกครองของข้าพเจ้าเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้:

ข้าพเจ้าและเด็กในปกครองของข้าพเจ้าได้ทราบถึงสิทธิ์ที่ข้าพเจ้าจะได้รับข้อมูลเพิ่มเติมทั้งทางด้านประโยชน์และโทษจากการเข้าร่วมการวิจัย และสามารถถอนตัวเด็กในปกครองของข้าพเจ้าหรืองดเข้าร่วมการวิจัยได้ทุกเมื่อโดยจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อการบริการและการรักษาพยาบาลที่เด็กในปกครองของข้าพเจ้าจะได้รับต่อไปในอนาคต และยินยอมให้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลส่วนตัวของเด็กในปกครองของข้าพเจ้าที่ได้รับจากการวิจัยแต่จะไม่เผยแพร่ต่อสาธารณะเป็นรายบุคคลโดยจะนำเสนอเป็นข้อมูลโดยรวมจากการวิจัยเท่านั้น

หากข้าพเจ้าและเด็กในปกครองของข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัยหรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยขึ้นกับเด็กในปกครองของข้าพเจ้าข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลาที่ 082-1113569

หากเด็กในปกครองของข้าพเจ้าได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนหรือผู้แทนได้ที่สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน กองบริหารงานวิจัย สำนักงานอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล โทร. 02-849-6223-5 โทรสาร 02-849-6223

ข้าพเจ้าและเด็กในปกครองของข้าพเจ้าเข้าใจข้อความในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยและหนังสือแสดงเจตนายินยอมนี้โดยตลอดแล้ว จึงลงลายมือชื่อไว้

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมการวิจัย

(.....)วันที่.....

ลงชื่อ.....ผู้ปกครอง

(.....)วันที่.....

ลงชื่อ.....ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม/หัวหน้าโครงการวิจัย

(.....)วันที่.....

ในกรณีผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถอ่านหนังสือได้ผู้ที่อ่านข้อความทั้งหมดแทนผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ.....
จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อ..... พยาน

(.....)วันที่.....

APPENDIX C
CONSENT FORM

(หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี อาศัยอยู่บ้านเลขที่.....ถนน.....ตำบล..... อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....โทรศัพท์.....

ขอแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยเรื่องผลของโปรแกรมการฝึกอบอุ่นร่างกาย (THE FIFA 11+) ต่อการทรงตัวและการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อในนักกีฬาฟุตซอลวัยรุ่น

โดยข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและจุดมุ่งหมายในการทำวิจัยรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัยและความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย รวมทั้งแนวทางป้องกันและแก้ไขหากเกิดอันตรายขึ้น ค่าตอบแทนที่จะได้รับค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง โดยได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอดอีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยไม่มีสิ่งใดปิดบังซ่อนเร้น

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้: ผลของโปรแกรมการฝึกอบอุ่นร่างกาย (THE FIFA 11+) ต่อการทรงตัวและการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อในนักกีฬาฟุตซอลวัยรุ่น

ข้าพเจ้าได้ทราบถึงสิทธิ์ที่ข้าพเจ้าจะได้รับข้อมูลเพิ่มเติมทั้งทางด้านประโยชน์และโทษจากการเข้าร่วมการวิจัย และสามารถถอนตัวหรืองดเข้าร่วมการวิจัยได้ทุกเมื่อ โดยจะไม่มีผลกระทบต่อการบริการและการรักษาพยาบาลที่ข้าพเจ้าจะได้รับต่อไปในอนาคต และยินยอมให้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าที่ได้รับจากการวิจัย แต่จะไม่เผยแพร่ต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล โดยจะนำเสนอเป็นข้อมูลโดยรวมจากการวิจัยเท่านั้น

หากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยขึ้นกับข้าพเจ้า ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลาที่ 082-1113569

หากข้าพเจ้าได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนหรือผู้แทน ได้ที่

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน กองบริหารงานวิจัย สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล โทร. 02-849-6223-5 โทรสาร 02-849-6223

ข้าพเจ้าเข้าใจข้อความในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และหนังสือแสดงเจตนายินยอมนี้โดยตลอดแล้ว จึงลงลายมือชื่อไว้

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมการวิจัย/ผู้แทนโดยชอบธรรม/วันที่.....

(.....)

ลงชื่อ.....ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม/หัวหน้าโครงการวิจัย/ วันที่.....

(.....)

ในกรณีผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถอ่านหนังสือได้ผู้ที่อ่านข้อความทั้งหมดแทนผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ..... จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อ..... พยาน/ วันที่.....

(.....)

APPENDIX D
PARTICIPANT INFORMATION SHEET

(เอกสารแนะนำสำหรับอาสาสมัคร)

(สำหรับเด็กอายุ 15-17 และผู้ปกครอง)

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านและเด็กในปกครองของท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านและเด็กในปกครองของท่านจะได้รับเอกสารนี้ 1 ฉบับ นำกลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษาหารือกับญาติพี่น้อง เพื่อน หรือผู้อื่นที่ท่านและเด็กในปกครองของท่านต้องการปรึกษา เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการ ผลของโปรแกรมการฝึกอบอุ่นร่างกาย (The FIFA 11+) ต่อการทรงตัวและการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อในนักกีฬาฟุตซอลวัยรุ่น

ชื่อผู้วิจัย นางสาววิชชุดา กฤษณะดิลก

สถานที่วิจัย โรงเรียนกีฬาเทศบาลนครปฐม

สถานที่ทำงาน ห้องวิจัย ชั้น 3 อาคารสระว่ายน้ำสิริมงคล วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

โครงการวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อ ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกอบอุ่นร่างกาย (The FIFA 11+) ต่อสมรรถภาพทางกายในการรักษาสมดุลของร่างกายและการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อซึ่งผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมคือ สามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือเพิ่มจากการฝึกที่มีอยู่เดิมเพิ่มเสริมสร้างสมรรถภาพทางทางกายให้สามารถรักษาสมดุลของร่างกายได้ดีขึ้นซึ่งอาจช่วยลดการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น**ได้**ในอนาคต

เด็กในปกครองของท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เพราะ มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะทำการศึกษาวิจัยนี้จะมีผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ทั้งสิ้นประมาณ 30 คน ระยะเวลาที่จะทำวิจัยทั้งสิ้น 10 สัปดาห์

หากเด็กในปกครองของท่านตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว จะมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

1. มีการกรอกประวัติส่วนตัวและแบบสอบถามคัดกรองเกี่ยวกับการบาดเจ็บและประสบการณ์ในการเล่นกีฬา หากเด็กในปกครองของท่านมีคุณสมบัติครบถ้วนตรงตามเกณฑ์คัดเลือกและไม่มีปัญหาอุปสรรคในการเข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการสุ่มเข้ากลุ่มการทดลอง

2. มีการทดสอบ 3 ครั้งคือ ก่อนการวิจัย ระหว่างการวิจัย (5 สัปดาห์) และสิ้นสุดการวิจัย (10 สัปดาห์) เฉพาะการทดสอบในครั้งแรกจะมีการเก็บข้อมูลพื้นฐานทั่วไป เช่น ส่วนสูง น้ำหนัก มุมของข้อ และความกว้างยาวของเท้าโดยเครื่องสแกนเท้า ร่วมด้วย

3. การทดสอบทั้ง 3 ครั้ง จะเป็นการทดสอบความสามารถในการทรงตัวโดยให้เด็กในปกครองของท่านยืนบนแผ่นวัดแรงเป็นเวลา 20 วินาทีจำนวน 2 ครั้งต่อการวัดโดยจะมีการพัก 15 วินาทีก่อนเริ่มการทดสอบในแต่ละครั้ง ซึ่งเด็กในปกครองของท่านจะถูกร้องขอให้ยืนด้วยขาทั้งสองข้างและยืนขาเดียวทั้งหลับตาและเปิดตาตอลอดการทดสอบ และการทดสอบความสามารถในการรับรู้การเคลื่อนไหวขอข้อต่อในข้อเท้าทั้งสองข้าง โดยผู้วิจัยจะทำการวัดข้อเท้าทีละข้าง จากนั้นจะถูกร้องขอให้นั่งและวางเท้าที่จะวัดลงบนเครื่องวัดตำแหน่งของข้อเท้าพร้อมทั้งรัดเท้าเพื่อให้เท้าเคลื่อนไหวในลักษณะเดิมตลอดการทดสอบ และให้จำตำแหน่งการเคลื่อนไหวของข้อเท้าที่ผู้วิจัยต้องการทดสอบและพาข้อเท้าของผู้ถูกวิจัยกลับสู่ตำแหน่งปกติแล้วให้ผู้ถูกวิจัยเคลื่อนไหวข้อเท้าด้วยตนเองไปยังตำแหน่งที่ถูกร้องขอให้จำในตอนแรก เมื่อคิดว่าใช่แล้วจึงแจ้งแก่ผู้วิจัยเพื่อทำการบันทึกข้อมูลต่อไป ตลอดการเก็บข้อมูลจะมีการปิดตาของผู้ถูกวิจัยเพื่อป้องกันการใช้สายตาช่วยจดจำตำแหน่งที่มีการทดสอบ โดยจะทำการทดสอบตำแหน่งละ 4 ครั้งทั้งสองข้าง ในการวัดแต่ละครั้งจะให้ผู้ถูกวิจัยพักเป็นเวลา 10 วินาทีและจดจำตำแหน่งที่ถูกร้องขอให้จำ 15 วินาที

4. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 15 คนโดยการสุ่ม โดยกลุ่มแรกจะเป็นกลุ่มควบคุมที่มีการฝึกอบอุ่นร่างกายที่ฝึกเป็นปกติอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งมีการวิ่งอบอุ่นร่างกายรอบสนามเป็นเวลา 5 นาทีจากนั้นจึงเริ่มยืดเหยียดร่างกายและทำการฝึกเทคนิคเท้าในรูปแบบต่างๆและจบด้วยวิ่งรอบสนามเป็นเวลา 5 นาที กลุ่มทดลองจะเป็นกลุ่มที่มีใช้โปรแกรมการฝึกอบอุ่นร่างกายของ FIFA 11+ โดยโครงสร้างโปรแกรม ประกอบไปด้วย 3 ส่วน รวม 15 ท่าการออกกำลังกาย ได้แก่

ส่วนที่ 1 การวิ่งอบอุ่นร่างกาย มี 6 ท่าออกกำลังกาย ได้แก่ วิ่งทางตรง (Straight ahead), วิ่งและหมุนข้อสะโพกออกนอก (Hip out), วิ่งและหมุนข้อสะโพกเข้าใน (Hip in), วิ่งและวนเป็นวงกลมสลับกับคู่ซ้อม (Circling partner), วิ่งและกระโดดชนไหล่ (Shoulder contact) และวิ่งเร็วขึ้นหน้าและถอยหลัง (Quick forwards and backwards)

ส่วนที่ 2 การเสริมสร้างความแข็งแรง พลังระเบิดและการทรงตัว มี 6 ท่าออกกำลังกายแต่ละท่ามี 3 ระดับความหนัก คือ เริ่มต้น ปานกลาง และขั้นก้าวหน้า ได้แก่ ท่านอนคว่ำลำตัวตรง

(Bench), ท่านอนตะแคงลำตัวตรง (Sideways bench), ท่าคุกเข่าเอนตัวไปด้านหน้างอ (Hamstring), ท่ายืนทรงตัวขาเดียว (Single-leg stance), ท่ายืนย่อเข่า (Squats)และท่ากระโดด (Jumping)

ส่วนที่ 3 การวิ่งเสริมสร้างทักษะ มี 3 ท่าออกกำลังกาย ได้แก่ การวิ่งในลักษณะวิ่งทางตรง (Running: across the pitch), วิ่งส่งตัวขึ้นไปข้างหน้าต่อเนื่อง (Running: bounding) และวิ่งตัดเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว (Running: plant and cut)

การจัดเตรียมสนาม วางกรวย 6 คู่ ขนานกัน กรวยแต่ละอันห่างประมาณ 5-6 เมตร ตามแนวเส้นทางที่จะวิ่ง (ระยะทางประมาณ 30-40 เมตร) นักกีฬา 2 คน วิ่งออกพร้อมกัน ในพื้นที่ระหว่างแนวกรวย 2 ข้าง เมื่อถึงกรวยสุดท้าย วิ่งเหยาะออกทางด้านนอกแนวกรวยกลับสู่จุเริ่มต้นอย่างรวดเร็ว

ส่วนที่ 1 การวิ่งอบอุ่นร่างกาย ประกอบไปด้วยการวิ่ง 6 วิธี ดังนี้

1. วิ่งทางตรง (Straight ahead)

ยืนด้านล่างของกรวยเริ่มต้น วิ่งเหยาะตรงไปกรวยสุดท้าย โดยให้ลำตัวตรงแนวสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้าอยู่ในแนวเดียวกัน ข้อสังเกตคือข้อเข่าไม่บิดเข้าด้านใน วิ่งกลับด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น ทำ 2 เซต

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อให้นักกีฬามีเทคนิคการวิ่งที่ถูกต้องโดย สะโพก หัวเข่า และข้อเท้า อยู่ในแนวเส้นตรงและไม่ให้หัวเข่าเข้าด้านในหรือเท้าหันออกทางด้านนอก

2. วิ่งและหมุนข้อสะโพกออกนอก (Hip out)

วิ่งเหยาะไปยังกรวยเริ่มต้น หยุดและยกเข่าขึ้นทางด้านหน้า หมุนสะโพกออกทางด้านนอกแล้ววางเท้าลง ส่วนขาข้างที่รับน้ำหนัก ให้ข้อสะโพกข้อเข่าและเท้าอยู่ในแนวเดียวกัน วิ่งเหยาะไปยังกรวยที่ 2 ทำเช่นเดียวกันกับขาอีกข้างหนึ่ง ทำสลับขาเช่นนี้จนถึงกรวยสุดท้าย วิ่งเหยาะกลับไปจุดเริ่มต้น ทำ 2 เซต

เป้าหมายของการฝึก: ให้กล้ามเนื้อสะโพกทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อกลุ่มที่ดึงขาเข้าด้านนอกร่างกาย (Abductor)

3. วิ่งและหมุนข้อสะโพกเข้าใน (Hip in)

วิ่งเหยาะไปยังกรวยเริ่มต้น หยุดและยกเข่าขึ้นทางด้านหน้า หมุนสะโพกเข้าทางด้านในแล้ววางเท้าลง ส่วนขาข้างที่รับน้ำหนัก ให้ข้อสะโพกข้อเข่าและเท้าอยู่ในแนวเดียวกัน วิ่งเหยาะไป

ยังกรวยที่ 2 ทำเช่นเดียวกันกับขาอีกข้างหนึ่ง ทำสลับขาเช่นนี้จนถึงกรวยสุดท้าย วิ่งเหยาะกลับไปจุดเริ่มต้น ทำ 2 เซต

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อให้กล้ามเนื้อสะโพกทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อกลุ่มที่ดึงขาเข้าด้านในร่างกาย (Adductor)

4. วิ่งและวนเป็นวงกลมสลับกับคู่ซ้อม (Circling partner)

วิ่งเหยาะไปยังกรวยเริ่มต้นแล้ววิ่งออกข้าง ตรงไปยังคู่ซ้อมที่วิ่งออกมาเช่นกัน วิ่งเป็นวงกลมสลับกับคู่ซ้อม (โดยไม่เปลี่ยนทิศทางของลำตัว) แล้วจึงวิ่งออกด้านข้างไปยังกรวยเริ่มต้น วิ่งเหยาะไปยังกรวยที่ 2 ทำเช่นเดิมจนถึงกรวยสุดท้าย ทำ 2 เซต

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อให้นักกีฬามีเทคนิคการวิ่งที่ถูกต้องและการรับรู้ของนักกีฬา

5. วิ่งและกระโดดชนไหล่ (Shoulder contact)

วิ่งเหยาะไปยังกรวยเริ่มต้นแล้ววิ่งออกข้าง ตรงไปยังคู่ซ้อมที่วิ่งออกมาเช่นกัน ย่อตัวกระโดดชนไหล่กัน แล้วจึงวิ่งออกด้านข้างไปยังกรวยเริ่มต้น วิ่งเหยาะไปยังกรวยที่ 2 ทำเช่นเดิมจนถึงกรวยสุดท้าย ทำ 2 เซต

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อให้นักกีฬาเตรียมพร้อมกล้ามเนื้อพร้อมกับการกระโดดและการลงสู่พื้น และการรับรู้ถึงการกระแทกกลางอากาศก่อนการแข่งขัน

6. วิ่งเร็วขึ้นหน้าและถอยหลัง (Quick forwards and backwards)

วิ่งเร็วไปกรวยที่ 2 แล้ววิ่งถอยหลังกับมากรวยที่ 1 โดยให้งอหัวเข่า และสะโพกเล็กน้อย แล้ววิ่งกับไปยัง กรวยที่ 3 (ผ่านกรวยที่ 2 อัน) และวิ่งถอยหลังมายังกรวยที่ 2 (ผ่านกรวย 1 อัน) ทำเช่นนี้จนถึงกรวยสุดท้าย

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อให้กล้ามเนื้อที่ยืดออกของสะโพกทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

ส่วนที่ 2 การเสริมสร้างความแข็งแรง พลังระเบิดและการทรงตัว ประกอบด้วยที่ออกกำลังกาย 6 วิธี ดังนี้

7. ท่านอนคว่ำลำตัวตรง (Bench) มีรูปแบบ เริ่มจากง่ายไปยาก คือ

7.1 ท่านอนคว่ำลำตัวตรง: แบบอยู่นิ่ง (Static)

ท่าเริ่มต้น: นอนคว่ำ แขน และข้อศอกยันลำตัว แยกเท้าออกเท่าความกว้างของข้อสะโพก เท้ายันพื้น
การปฏิบัติ: ยกลำตัวและสะโพก แนวศีรษะ ลำตัว ขา และเท้าเป็นเส้นตรง แขม่วท้อง ศีรษะไม่เงยไปข้างหลัง แนวหัวไหล่กับข้อศอกอยู่ในแนวเดียวกัน ทำค้างไว้เป็นเวลา 20-30 วินาที ทำ 3 เซต
ข้อควรระวัง: ลำตัวไม่ส่ายหรือไม่แอนหลัง ก้นไม่โด่ง

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อบริเวณหลัง ช่องท้อง และด้านข้างลำตัว

7.2 ท่านอนคว่ำลำตัวตรง: แบบยกขาข้างหนึ่งขึ้นสลับกัน (Alternate legs)
ท่าเริ่มต้น: คว่ำ แขน และข้อศอกยันลำตัว แยกเท้าออกเท่าความกว้างของข้อสะโพก เท้ายันพื้น
การปฏิบัติ: ยกลำตัว สะโพก และขาขึ้นจากพื้น แนวศีรษะ ลำตัว ขา และเท้าเป็นเส้นตรง แขม่วท้อง ยกขาอีกข้างหนึ่ง ทำต่อเนื่อง 40-60 วินาที ทำ 3 เซต
ข้อควรระวัง: ลำตัวไม่ส่ายหรือไม่แอนหลัง ก้นไม่โด่ง ระดับแนวสะโพกไม่เอียงลงสู่พื้นเป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อบริเวณหลัง ช่องท้อง และด้านข้างลำตัว

7.3 ท่านอนคว่ำลำตัวตรง: แบบยกขาข้างหนึ่งขึ้นและค้างไว้ (One leg lift and hold)
ท่าเริ่มต้น: คว่ำ แขน และข้อศอกยันลำตัว แยกเท้าออกเท่าความกว้างของข้อสะโพก เท้ายันพื้นการปฏิบัติ: ยกลำตัว สะโพก และขาขึ้นจากพื้น แนวศีรษะ ลำตัว ขา และเท้าเป็นเส้นตรง แขม่วท้อง ยกขาข้างหนึ่งขึ้นสูงจากพื้นประมาณ 10-15 เซนติเมตร ค้างไว้ 20-30 วินาที แล้วยกขาอีกข้างหนึ่ง ทำ 3 เซต
ข้อควรระวัง: ลำตัวไม่ส่ายหรือไม่แอนหลัง ก้นไม่โด่ง ระดับแนวสะโพกไม่เอียงลงสู่พื้น
เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อบริเวณหลัง ช่องท้อง และด้านข้างลำตัว

8. ท่านอนตะแคงลำตัวตรง (Sideways bench) มี 3 รูปแบบ เริ่มจากง่ายไปยาก คือ

8.1 ท่านอนตะแคงลำตัวตรง: แบบอยู่นิ่ง (Static)
ท่าเริ่มต้น: นอนตะแคง ขาที่อยู่ติดพื้นงอข้อเข่า 90 องศา ยันตัวด้วนแขน ข้อศอกและขาข้างที่อยู่ติดพื้น ข้อศอกและข้อไหล่ของแขนข้างที่ยันตัวอยู่ในแนวเดียวกัน
การปฏิบัติ: ยกลำตัวและขาข้างที่อยู่ข้างบนขึ้นให้เป็นแนวเส้นตรงเดียวกับหัวไหล่ทำท่านี้ค้างไว้ประมาณ 20-30 วินาที แล้วเปลี่ยนทำอีกข้างหนึ่ง ทำ 3 เซต
ข้อควรระวัง: ระดับแนวสะโพกสมดุล แนวลำตัวไม่ก้มมาข้างหน้า หรือเอนตัวไปทางด้านหลัง

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อบริเวณหลัง ช่องท้อง และด้านข้างลำตัว 8.2 ท่านอนตะแคงลำตัวตรง: แบบยกสะโพกขึ้น-ลง (Raise and lower hip)
ท่าเริ่มต้น: นอนตะแคง ขาเหยียดตรงทั้ง 2 ข้าง ยันตัวด้วยแขน ข้อศอกและข้อไหล่ของแขนข้างที่ยันลำตัวอยู่ในแนวเดียวกัน
การปฏิบัติ: ยกสะโพกขึ้นให้เป็นแนวเส้นตรงเดียวกับหัวไหล่ แล้ววางสะโพกลงสู่พื้นทำซ้ำเป็นเวลา 20-30 วินาที แล้วเปลี่ยนทำอีกข้างหนึ่ง ทำ 3 เซต
ข้อควรระวัง: ระดับแนวสะโพกสมดุล แนวลำตัวไม่ก้มมาข้างหน้า หรือเอนตัวไปทางด้านหลัง
เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อบริเวณหลัง ช่องท้อง และด้านข้างลำตัว

8.3 ท่านอนตะแคงลำตัวตรง: ยกขาขึ้น (With leg lift)
ท่าเริ่มต้น: นอนตะแคง ขาเหยียดตรงทั้ง 2 ข้าง ยันตัวด้วยแขนและขาข้างที่อยู่ติดพื้น ข้อศอกและข้อไหล่ของแขนข้างที่ยันตัวอยู่ในแนวเดียวกัน
การปฏิบัติ: ยกสะโพกและขาข้างที่อยู่ด้านบนขึ้น ให้เป็นแนวเส้นตรงเดียวกับหัวไหล่ แล้ววางสะโพกลงสู่พื้นทำซ้ำเป็นเวลา 20-30 วินาที แล้วเปลี่ยนทำอีกข้างหนึ่ง ทำ 3 เซต
ข้อควรระวัง: ระดับแนวสะโพกสมดุล แนวลำตัวไม่ก้มมาข้างหน้า หรือเอนตัวไปทางด้านหลัง
เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อบริเวณหลัง ช่องท้อง และด้านข้างลำตัว

9. ท่าคุกเข่าเอนตัวไปด้านหน้างอ (Hamstring) มี 3 รูปแบบ เริ่มจากง่ายไปยาก คือ

9.1 ท่าคุกเข่าเอนตัวไปทางด้านหน้า: ขั้นเริ่มต้น (Beginner)
ท่าเริ่มต้น: นั่งคุกเข่าแยกเข่าเท่าความกว้างของข้อสะโพก เพื่อนกดขาติดพื้นให้แน่นทำบนพื้นที่นุ่มหรือใช้ผ้ารองข้อเข่า
การปฏิบัติ: ค่อยๆ เอนตัวลงมาทางด้านหน้า โดยให้ตัวตรง (แนวศีรษะถึงข้อเข่าอยู่ในแนวเส้นตรง) เมื่อไม่สามารถอยู่ในลักษณะนี้ได้ ทิ้งตัวลงสู่พื้น ใช้มือ 2 ข้างยันพื้น ทำซ้ำ 3-5 ครั้ง
ข้อควรระวัง: ในช่วงเริ่มฝึกให้ทำช้าๆ เมื่อทำได้คล่องขึ้น ให้ทำเร็วขึ้น
เป้าหมายของการฝึก: การทำงานการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอกเซ็นทริค (Eccentric) และความมั่นคงของข้อต่อ 2 ส่วน (หัวเข่าและสะโพก) ของต้นขาด้านหลังและเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อบริเวณหลัง ช่องท้อง และด้านข้างลำตัว

9.2 ท่าคุกเข่าเอนตัวไปทางด้านหน้า: ขั้นกลาง (Intermediate)

ท่าเริ่มต้น: นั่งคุกเข่า แยกเข่าเท่าความกว้างของข้อสะโพก เพื่อนกดขาติดพื้นให้แน่น ทำบนพื้นที่นุ่ม หรือใช้ผ้ารองข้อเข่า

การปฏิบัติ: ค่อยๆ เอนตัวลงมาทางด้านหน้า โดยให้ตัวตรง (แนวศีรษะถึงข้อเข่าอยู่ในแนวเส้นตรง) เมื่อไม่สามารถอยู่ในลักษณะนี้ได้ ทิ้งตัวลงสู่พื้น ใช้มือ 2 ข้างยันพื้น ทำซ้ำ 7-10 ครั้ง

ข้อควรระวัง: ในช่วงเริ่มฝึกให้ทำช้าๆ เมื่อทำได้คล่องขึ้น ให้ทำเร็วขึ้น

เป้าหมายของการฝึก: การทำงานการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอกเซ็นทริค (Eccentric) และความมั่นคงของข้อต่อ 2 ส่วน (หัวเข่าและสะโพก) ของต้นขาด้านหลังและเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อบริเวณหลัง ช่องท้อง และด้านข้างลำตัว

9.3 ท่าคุกเข่าเอนตัวไปทางด้านหน้า: ขั้นก้าวหน้า (Advanced)

ท่าเริ่มต้น: นั่งคุกเข่า แยกเข่าเท่าความกว้างของข้อสะโพก เพื่อนกดขาติดพื้นให้แน่น ทำบนพื้นที่นุ่ม หรือใช้ผ้ารองข้อเข่า

การปฏิบัติ: ค่อยๆ เอนตัวลงมาทางด้านหน้า โดยให้ตัวตรง (แนวศีรษะถึงข้อเข่าอยู่ในแนวเส้นตรง) เมื่อไม่สามารถอยู่ในลักษณะนี้ได้ ทิ้งตัวลงสู่พื้น ใช้มือ 2 ข้างยันพื้น ทำซ้ำ 12-15 ครั้ง

ข้อควรระวัง: ในช่วงเริ่มฝึกให้ทำช้าๆ เมื่อทำได้คล่องขึ้น ให้ทำเร็วขึ้น

เป้าหมายของการฝึก: การทำงานการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอกเซ็นทริค (Eccentric) และความมั่นคงของข้อต่อ 2 ส่วน (หัวเข่าและสะโพก) ของต้นขาด้านหลังและเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความมั่นคงของกล้ามเนื้อบริเวณหลัง ช่องท้อง และด้านข้างลำตัว

10. ท่ายืนทรงตัวขาเดียว (Single-leg stance) มี 3 รูปแบบ เริ่มจากง่ายไปยาก คือ

10.1 ท่ายืนทรงตัวขาเดียว: มือจับลูกบอล (Hold the ball)

ท่าเริ่มต้น: ยืนทรงตัวขาเดียว งอเข่าและสะโพกเล็กน้อย จับบอล 2 มือ

การปฏิบัติ: เมื่อยืนอยู่ในท่าเริ่มต้น ให้ทรงตัวนิ่ง ไม่เซหรือส่ายไปมาเป็นเวลา 30 วินาที แล้วเปลี่ยนยืนด้วยขาอีกข้าง เพิ่มความยากมากขึ้น ด้วยการยืนทรงตัวขณะเขย่งขาข้างเดียว หรือส่งบอลอ้อมเอวหรือลอดขาอีกข้างหนึ่ง ทำ 2 เซตต่อ 1 ขา

ข้อควรระวัง: ขณะงอเข่า ข้อเข่าอยู่แนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards) แนวระดับสะโพกขนานกับพื้น

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อสร้างความมั่นคงของกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อต้นขาและความมั่นคงของแกนกลางลำตัว

10.2 ท่ายืนทรงตัวขาเดียว: โยนบอลให้คู่ฝึกซ้อม (Throwing ball with partner)

ท่าเริ่มต้น: ยืนทรงตัวขาเดียว หันหน้าเข้าหาคู่ฝึกซ้อม ซึ่งยืนห่าง 2-3 เมตร

การปฏิบัติ: โยนบอลไปให้คู่ฝึกซ้อมพร้อมกับทรงตัวให้สมดุลแขม่วท้อง ทำต่อเนื่อง 30 วินาที เปลี่ยนขาอีกข้างหนึ่งเพิ่มความยากขึ้นด้วยการยืนเขย่งขาข้างเดียว ทำ 2 เซตต่อ 1 ขา

ข้อควรระวัง: ขณะงอเข่า ข้อเข่าอยู่แนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards) แนวระดับสะโพกขนานกับพื้น

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อฝึกการควบคุมระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular control) และท้าทายความสามารถโต้ตอบ

10.3 ท่ายืนทรงตัวขาเดียว: ทดสอบการทรงตัวกับคู่ฝึกซ้อม (Test your partner)

ท่าเริ่มต้น: ยืนทรงตัวขาเดียว งอเข่าและสะโพกเล็กน้อย หันหน้าเข้าหาคู่ฝึกซ้อม ซึ่งยืนห่างเท่าความยาวของแขน ที่มือแตะถึงไหล่ของอีกข้างหนึ่ง

การปฏิบัติ: ใช้มือออกแรงผลัก ที่เพื่อนในทิศทางต่างๆ เพื่อให้ล้ม เช่น ผลักที่ข้อไหล่ เอว ต้นขา เป็นต้น สลับกันผลักโดยผู้ที่ถูกผลักต้องยืนทรงตัวไม่เซ หรือส่ายไปมา ทำต่อเนื่อง 30 วินาที ทำ 2 เซตต่อ 1 ขา

ข้อควรระวัง: ขณะงอเข่า ข้อเข่าอยู่แนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards) แนวระดับสะโพกขนานกับพื้น

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อฝึกการควบคุมระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular control) และท้าทายความสามารถโต้ตอบ

11. ท่ายืนย่อเข่า (Squats) มี 3 รูปแบบ เริ่มจากง่ายไปยาก คือ

11.1 ท่ายืนย่อเข่า: ร่วมกับเขย่งเท้า (With toe raise)

ท่าเริ่มต้น: ยืนแยกเท้าเท่าความกว้างของข้อสะโพก มือเท้าเอว

การปฏิบัติ: ย่อเข่าลงช้าๆ จนเข่างอ 90 องศา เอนลำตัวไปด้านหน้าเล็กน้อย จากนั้น เหยียดลำตัวขึ้นในแนวตรง (ศีรษะถึงข้อเข่าอยู่ในแนวตรง) พร้อมกับเขย่งเท้า 2 ข้างขึ้นอย่างเร็ว แล้ววางเท้าลง ทำซ้ำเหมือนเดิม ย่อเข่าลงช้าๆ เหยียดตัวให้ตรงเร็ว ทำต่อเนื่อง 30 วินาที 2 เซต

ข้อควรระวัง: ขณะงอเข่าให้เข่าอยู่ในแนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards) เอนตัวไปด้านหน้าพร้อมกับหลังตรง

เป้าหมายของการฝึก: เพิ่มความแข็งแรงของขาและสร้างความมั่นคงให้ข้อต่อหัวเข่า

11.2 ท่ายืนย่อเข่า: เดินก้าวไปข้างหน้าพร้อมย่อเข่า (Walking lunges)

ท่าเริ่มต้น: ยืนแยกเท้าเท่าความกว้างของข้อสะโพก มือเท้าเอว

การปฏิบัติ: ก้าวขาข้างหนึ่งไปข้างหน้าพร้อมกับย่อเข่าลงช้าๆ จนเข่างอ 90 องศา แนวของข้อเข่าที่งออยู่ในระดับเดียวกับปลายนิ้วเท้า ก้าว 10 ครั้งต่อ 1 ข้าง ทำ 2 เซต

ข้อควรระวัง: ขณะงอเข่าให้เข่าอยู่ในแนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards) จัดแนวลำตัวตรง และแนวสะโพก ขนานกับพื้น

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและความสมดุลของร่างกาย

11.3 ท่ายืนย่อเข่า: ร่วมกับการเขย่งเท้า (One-leg squats)

ท่าเริ่มต้น: ยืน ทรงตัวขาข้างเดียว มือจับไหล่คู่ต่อสู้ (ทางด้านข้าง

การปฏิบัติ: ย่อเข่าลงพร้อมกัน 2 คน ทำช้าๆ จนเข่างอ 90 องศา แล้วเหยียดเข่าขึ้นตรงอย่างรวดเร็ว เปลี่ยนทำกับขาอีกข้างหนึ่ง ทำ 10 ครั้งต่อ 1 ข้าง ทำ 2 เซต

ข้อควรระวัง: ขณะงอเข่าให้เข่าอยู่ในแนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards) ลำตัวและหน้า มองตรง รักษาระดับ สะโพกขนานกับพื้น

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและความสมดุลของร่างกาย

12. ท่ากระโดด (Jumping) มี 3 รูปแบบ เริ่มจากง่ายไปยาก คือ

12.1 ท่ากระโดด: กระโดดสูง (Vertical jumps)

ท่าเริ่มต้น: ยืนแยกเท้าเท่าความกว้างของข้อสะโพก มือเท้าเอว

การปฏิบัติ: ย่อเข่าลงช้าๆ จนเข่างอ 90 องศา เอนลำตัวไปทางด้านหน้าเล็กน้อย ลำตัวอยู่ในแนวตรง (ศีรษะถึงข้อเข่าอยู่ในแนวตรง) อยู่นิ่งในท่านี้ 1 วินาที แล้วกระโดดขึ้นให้สูงมากที่สุดเท่าที่ทำได้ แล้วลงสู่พื้นอย่างนิ่มนวล น้ำหนักตกบริเวณนิ้วเท้า ทำซ้ำต่อเนื่อง 30 วินาที ทำ 2 เซต

ข้อควรระวัง: กระโดดขึ้นจากพื้น 2 เท้าพร้อมกัน และลงพื้น 2 เท้าพร้อมกัน และย่อเข่า

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความสูงของการกระโดดแนวดิ่งและความสามารถของกำลังแรงระเบิด

12.2 ท่ากระโดด: กระโดดออกด้านข้าง (Lateral jumps)

ท่าเริ่มต้น: ยืนทรงตัวขาเดียว ย่อเข่า และเอนตัวไปข้างหน้า

การปฏิบัติ: ยืนทรงตัวด้วยขาขวากระโดดไปด้านข้างทางซ้ายและยืนด้วยขาซ้าย (ระยะประมาณ 1 เมตร) ขณะลงสู่พื้นให้ย่อเข่าด้วยอยู่นิ่งในท่านี้ 1 วินาที แล้วเปลี่ยนการกระโดดไปขาอีกข้างหนึ่ง ทำซ้ำต่อเนื่อง 30 วินาที ทำ 2 เซตข้อควรระวัง: ขณะงอเข่าให้เข่าอยู่ในแนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards) รักษาแนวลำตัวและหน้ามองตรง รักษาระดับสะโพกขนานกับพื้น

เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มพละกำลัง, ความแข็งแรง และการควบคุมประสาทและกล้ามเนื้อ

12.3 ท่ากระโดด: กระโดดข้ามกล่อง (Box jumps)

ท่าเริ่มต้น: ยืน แยกเท้าเท่าความกว้างของข้อสะโพก จินตนาการว่ายืนอยู่ตรงกลางรูป X
การปฏิบัติ: กระโดดเท้าคู่เร็วไปในแนวพื้นที่ว่างระหว่างเส้นทแยงมุม (X) ทิศข้างหน้า ด้านข้างซ้าย-ขวา และข้างหลัง เอนลำตัวไปด้านหน้าเล็กน้อย ทำซ้ำต่อเนื่อง 30 วินาที ทำ 2 เซต
ข้อควรระวัง: ลงสู่พื้นอย่างนิ่มนวล พร้อมกับย่อเข่า ขณะงอเข่าให้เข่าอยู่ในแนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards) รักษาแนวลำตัวและหน้ามองตรง รักษาระดับสะโพกขนานกับพื้น
เป้าหมายของการฝึก: เพิ่มการฝึกความคล่องตัวเพื่อเพิ่มความเร็วและควบคุมการโต้ตอบของรยางค์ขา

ส่วนที่ 3 การวิ่งเสริมสร้างทักษะ ประกอบด้วยการวิ่ง 3 วิธี ดังนี้

13. การวิ่งในลักษณะวิ่งทางตรง (Running: across the pitch)

ยืนที่เส้นเริ่มต้น วิ่งทางตรงระหว่างระยะแนวกรวย ประมาณ 40 เมตร ด้วยความเร็ว 70-85% ของความเร็วสูงสุด แล้ววิ่งเหยาะกลับสู่เส้นเริ่มต้น แนวลำตัวตรง ทำ 2 เซต
เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความเร็วขณะวิ่ง

14. วิ่งส่งตัวขึ้นไปข้างหน้าต่อเนื่อง (Running: bounding)

เริ่มด้วยการกระโดด 2-3 ครั้ง จากนั้น วิ่งส่งตัวขึ้นไปข้างหน้าต่อเนื่อง (bounding) 6-8 ครั้ง โดยขาหน้ายกเข่าให้สูงทุกครั้ง และแกว่งแขนข้างที่ตรงข้ามกับขาหน้าผ่านลำตัวไปทางด้านหน้า ลำตัวตรง ลงสู่พื้นพร้อมย่อเข่า แล้วส่งตัวขึ้นต่อเนื่อง เมื่อทำครบแล้ว วิ่งเหยาะกลับสู่เส้นเริ่ม ทำ 2 เซต ขณะงอเข่าอยู่แนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards)
เป้าหมายของการฝึก: เพื่อฝึกทักษะพลัยโอเมทริค, เพิ่มความแข็งแรง, พละกำลัง, ความเร็วของการงอสะโพก, เพื่อพัฒนากำลังของรยางค์ขา, ความเร็ว และช่วงก้าว

15. วิ่งตัดเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว (Running: plant and cut)

เป็นการวิ่งเปลี่ยนทิศทางระหว่างแนวกรวยทั้ง 2 ข้าง โดยวิ่งเหยาะ 4-5 ก้าว ไปทางกรวยด้านขวา ยันตัวด้วยเท้าขวา แล้ววิ่งไปแนวทแยงทางซ้าย โดยเร่งความเร็วขึ้น 5-7 ก้าว (80-90% ของความเร็วสูงสุด) ก่อนที่จะลดความเร็ว ยันตัวด้วยเท้าซ้าย วิ่งเปลี่ยนทิศทางไปทางขวา ทำซ้ำจนกระทั่งไปถึงกรวยสุดท้าย แล้ววิ่งเหยาะกลับมาที่เส้นเริ่มต้น ทำ 2 เซต ขณะงอเข่า ข้อเข่าอยู่แนวตรง ไม่บิดเข้าใน (Buckle inwards)
เป้าหมายของการฝึก: เพื่อเพิ่มความมั่นคงแบบเคลื่อนไหวของข้อเท้า, หัวเข่า, และสะโพกและเพื่อพัฒนาการโต้ตอบของรยางค์ขาเพื่อเพิ่มความเร็วของเท้าและความฉับไว

ลักษณะข้อเข่าที่ถูกต้องขณะย่อเข่า

ท่าที่ถูกต้อง เมื่อมีการย่อเข่าหรือขณะที่เท้ารับน้ำหนักขาเดียว คือแนวสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า อยู่ในแนวตรงกัน ส่วนที่ไม่ถูกต้อง คือ ข้อเท้าบิด หรือเอียงเข้าใน (Buckle inwards)

ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเข้าร่วมการวิจัย คือ เด็กในปกครองของท่านอาจรู้สึกอึดอัด หรือรู้สึกไม่สบายใจบ้างกับบางคำถาม เด็กในปกครองของท่านมีสิทธิ์ที่จะไม่ตอบคำถามเหล่านั้นได้ตลอดจนมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อการเรียนและการเข้าร่วมทีมกีฬาของเด็กในปกครองของท่าน

การเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ เด็กในปกครองของท่านจะได้รับค่าตอบแทนในการเข้าร่วมทดสอบทั้งหมด 3 ครั้งเป็นเงินทั้งสิ้น 450 บาท และไม่เสียค่าใช้ จ่ายใดๆทั้งสิ้นตลอดการวิจัย

หากท่านและเด็กในปกครองของท่านมีข้อข้องใจ สงสัยที่จะสอบถามเกี่ยวกับการวิจัยนี้ ท่านสามารถติดต่อผศ.นพ.โอภาส สินเพิ่มสุขสกุล, รศ.ดร.ไอ้ออน ชินธเนศ โทร 02-4414295 ต่อ 207 หรือ โทร. 082-1113569 และ ผู้วิจัยนางสาววิชชุดา กฤษณะดิลก โทร 082-1113569 หรือ 082-0645051 สามารถติดต่อได้ตลอด 24 ชั่วโมง

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบโดยรวดเร็วไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของเด็กในปกครองของท่านจะถูกเก็บรักษาไว้ ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการ วิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวม ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นรายบุคคลอาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย, สถาบัน หรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ, คณะกรรมการ จริยธรรมฯ เป็นต้น ข้อมูลส่วนตัวของเด็กในปกครองของท่านจะถูกทำลายทันทีโดยเครื่องทำลายเอกสารหลังการวิจัยและรายงานผลวิจัยเสร็จสิ้น

เด็กในปกครองของท่านมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อการเรียนการฝึกซ้อมกีฬาหรือเข้าร่วมทีมกีฬาฟุตซอลแต่ประการใด

โครงการวิจัยนี้ได้รับการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของมหาวิทยาลัย มหิดล ซึ่งมีสำนักงานอยู่ที่ สำนักงานอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170หมายเลขโทรศัพท์ 02-849-6223-5 โทรสาร 02-849-6223 หากท่านได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ ท่านสามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการฯ หรือผู้แทน ได้ตามสถานที่และหมายเลขโทรศัพท์ข้างต้น

ข้าพเจ้าได้อ่านรายละเอียดในเอกสารนี้ครบถ้วนแล้ว

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมวิจัย

(.....)

วันที่.....

ลงชื่อ.....ผู้ปกครอง

(.....)

วันที่.....

APPENDIX E
PARTICIPANT INFORMATION SHEET

(เอกสารแนะนำสำหรับอาสาสมัคร)

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านจะได้รับเอกสารนี้ 1 ฉบับ นำกลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษาหารือกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท หรือผู้อื่นที่ท่านต้องการปรึกษา เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการ ผลของโปรแกรมการฝึกอบอุ่นร่างกาย (THEFIFA 11+) ต่อการทรงตัว และการรับรู้ความรู้สึก
ของข้อต่อในนักกีฬาฟุตซอลวัยรุ่น

ชื่อผู้วิจัย นางสาววิชชุดา กฤษณะดิลก

สถานที่วิจัย โรงเรียนกีฬาเทศบาลนครนครปฐม

สถานที่ทำงาน และหมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อได้ทั้งในและนอกเวลาราชการ

ห้องวิจัย ชั้น 3 อาคารสระว่ายน้ำสิริมงคล
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
หมายเลขโทรศัพท์ 082-1113569 หรือ 082-0645051

โครงการวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อ ศึกษาผลของโปรแกรมอบอุ่นร่างกาย (THE FIFA 11+) ต่อสมรรถภาพทางกายในการรักษาสมดุลของร่างกายและการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อ ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คือ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ หรือนำไปฝึกเพิ่มเติมจากการฝึกที่มีอยู่เดิม เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางทางกายให้สามารถรักษาสมดุลของร่างกายได้ดีขึ้นซึ่งอาจช่วยลดการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เพราะ ท่านเป็นนักกีฬาฟุตซอลในระดับเยาวชน ที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปี ขึ้นไป

จะมีผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ทั้งสิ้นประมาณ 30 คน

หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว จะมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้คือ

- ผู้วิจัยจะขอนัด วัน และเวลาที่ท่านสะดวกในการเข้าร่วมการวิจัยที่โรงยิมเนเซียมของโรงเรียนกีฬาเทศบาลนครนครปฐม เพื่อชี้แจงรายละเอียด วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัย รวมทั้งตอบข้อคำถามให้แก่ท่านโดย **ใช้เวลาประมาณ15 นาที**ก่อนเริ่มการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนการคัดกรอง (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที)

- ผู้วิจัยจะขอให้ท่านเข้ารับการคัดกรอง ด้วยการตอบแบบสอบถาม
- ประเด็นคำถามในการคัดกรอง มีทั้งหมด 2 ส่วน ดังนี้

  ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 5 ข้อ

  ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการบาดเจ็บและลักษณะการฝึกซ้อม จำนวน 8 ข้อ
- หากท่านผ่านเกณฑ์การคัดกรองผู้วิจัยจะขอให้ท่านเข้าร่วมการวิจัยในขั้นตอนต่อไป
- ตลอดการเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะขออนุญาตบันทึกภาพนิ่ง และวีดิทัศน์ เพื่อใช้ประกอบการรายงานผลการวิจัย โดยข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการวิจัย จะถูกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ และมีผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เท่านั้นที่สามารถเข้าถึงได้ เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยข้อมูลดังกล่าวจะถูกเก็บไว้นาน 1 ปี และทำลายทิ้งโดยการลบข้อมูลทั้งหมดจากคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนการทดสอบ(ใช้เวลาประมาณ 30 นาที)

- ผู้วิจัยจะขอให้ท่านเข้ารับการเก็บข้อมูลพื้นฐาน **จำนวน 1 ครั้ง** ดังนี้

  1) ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง

  2) วัดความกว้างยาวของเท้าโดยเครื่องสแกนเท้าโดยให้ท่านยืนเท้าเปล่าบนเครื่องแสกนเท้า

  3) วัดมุมของข้อเท้า โดยให้ท่านนั่งบนโต๊ะแล้วห้อยขาลงเป็นมุมฉาก ทำการกระดกเท้าขึ้น-ลง

  4) วัดมุมของข้อเข่า โดยให้ท่านนอนหงายในลักษณะที่สะโพกและเข่าอยู่ในท่า 0 องศา แล้วให้ท่านงอเข่าให้ได้มากที่สุด ก่อนกลับมาในตำแหน่งเดิม
- ผู้วิจัยจะขอให้ท่านเข้ารับการทดสอบ จำนวน 3 ครั้ง

  ครั้งที่ 1 ก่อนการวิจัย (สัปดาห์แรก)

  ครั้งที่ 2 ระหว่างการวิจัย (สัปดาห์ที่ 5)

  ครั้งที่ 3 สิ้นสุดการวิจัย (สัปดาห์ที่10)
- การทดสอบแต่ครั้ง **จะใช้เวลาประมาณ 30 นาที** และมีการทดสอบดังนี้

1) ทดสอบความสามารถในการทรงตัว

1.ผู้วิจัยจะขอให้ท่านยืนบนแผ่นวัดแรงเป็นเวลา 20 วินาที จำนวน 2 ครั้ง และมีการพัก 15 วินาที ก่อนเริ่มการทดสอบในแต่ละครั้ง

2.ผู้วิจัยจะขอให้ท่านยืนด้วยขาทั้งสองข้าง และยืนขาเดียวทั้งหลับตาและเปิดตาตลอดการทดสอบ

2) การทดสอบความสามารถในการรับรู้การเคลื่อนไหวขอข้อต่อในข้อเท้าทั้งสองข้าง

1.ผู้วิจัยจะทำการวัดข้อเท้าของท่านทีละข้าง โดยให้ท่านนั่ง และวางเท้าที่จะวัดลงบนเครื่องวัดตำแหน่งของข้อเท้า ผู้วิจัยจะทำการรัดเท้าของท่านเพื่อให้เท้ามีการเคลื่อนไหวในลักษณะเดิมตลอดการทดสอบ และขอให้ท่านจำตำแหน่งการเคลื่อนไหวของข้อเท้าที่จะทำการทดสอบ และพาข้อเท้าของท่านกลับสู่ตำแหน่งเดิม

2.ผู้วิจัยจะขอให้ท่านเคลื่อนไหวข้อเท้าด้วยตนเองไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้ในตอนแรก และแจ้งผู้วิจัยเพื่อทำการบันทึกข้อมูล

3.ตลอดการเก็บข้อมูลจะมีการปิดตาของท่านเพื่อป้องกันการใช้สายตาช่วยจดจำตำแหน่งที่มีการทดสอบ โดยจะทำการทดสอบตำแหน่งละ 4 ครั้งทั้งสองข้าง ในการวัดแต่ละครั้งจะให้ผู้ถูกวิจัยพักเป็นเวลา 10 วินาทีและจดจำตำแหน่งที่ถูกร้องขอให้จำ 15 วินาที

ขั้นตอนการวิจัย

- ผู้วิจัยจะขอสุ่มเพื่อแบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 15 คน คือ 1) กลุ่มควบคุม และ 2) กลุ่มทดลอง

หากท่านอยู่ในกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม)

- ผู้วิจัยจะขอให้ท่านเข้ารับการทดสอบตามรายละเอียดด้านบน ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันและฝึกอบอุ่นร่างกายตามโปรแกรมการฝึกปกติ **ซึ่งจะทำการฝึก 5 วัน ต่อสัปดาห์ (ตั้งแต่เวลา 15.00 – 15.20 น.) ติดต่อกัน 10 สัปดาห์**ที่โรงยิมเนเซียมของโรงเรียนกีฬาเทศบาลนครนครปฐม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การวิ่งอบอุ่นร่างกายรอบสนาม 5 นาที
2) การยืดเหยียดร่างกาย
3) การฝึกเทคนิคเท้าในรูปแบบต่างๆ 10 นาที
4) การวิ่งรอบสนาม5 นาที

หากท่านอยู่ในกลุ่มที่ 2 (กลุ่มทดลอง)

- ผู้วิจัยจะขอให้ท่านเข้ารับเข้ารับการทดสอบตามรายละเอียดด้านบน และการฝึกโปรแกรมอบอุ่นร่างกาย (THE FIFA 11+)**ซึ่งจะทำการฝึก 5 วันต่อสัปดาห์ (ตั้งแต่เวลา 15.00-15.20 น.) ติดต่อกัน 10 สัปดาห์**ที่โรงยิมเนเซียมของโรงเรียนกีฬาเทศบาลนครนครปฐม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) โปรแกรมอบอุ่นร่างกายและเสริมสร้างสมรรถภาพ ประกอบด้วย 3 ส่วน รวมการออกกำลังกาย 15 ท่า ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิ่งอบอุ่นร่างกาย มีการออกกำลังกาย 6 ท่า ได้แก่ วิ่งทางตรงวิ่งและหมุนข้อสะโพกออกนอก วิ่งและหมุนข้อสะโพกเข้าในวิ่งและวนเป็นวงกลมสลับกับคู่ซ้อมวิ่งและกระโดดชนไหล่ และวิ่งเร็วขึ้นหน้าและถอยหลัง

ส่วนที่ 2 การเสริมสร้างความแข็งแรง พลังระเบิดและการทรงตัว มีการออกกำลังกาย 6 ท่า แต่ละท่ามี 3 ระดับความหนัก คือ เริ่มต้น ปานกลาง และขั้นก้าวหน้า ได้แก่ ท่านอนคว่ำลำตัวตรงท่านอนตะแคงลำตัวตรงท่าคุกเข่าเอนตัวไปด้านหน้างอท่ายืนทรงตัวขาเดียวท่ายืนย่อเข่า และท่ากระโดด

ส่วนที่ 3 การวิ่งเสริมสร้างทักษะ มีการออกกำลังกาย 3 ท่า ได้แก่ การวิ่งในลักษณะวิ่งทางตรงวิ่งส่งตัวขึ้นไปข้างหน้าต่อเนื่อง และวิ่งตัดเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว

ความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อเข้าร่วมการวิจัยคือ ท่านอาจเกิดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ซึ่งจะเกิดขึ้นภายหลังจากการออกกำลังกายหรือภายหลังจากการทดสอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อบรรเทาอาการปวดเมื่อยได้ระดับหนึ่ง และหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยในระหว่างการเก็บข้อมูล หรือทำการทดสอบ ผู้วิจัยจะยุติการทดสอบทันที และจะทำการปฐมพยาบาลดูแลแก้ไขเบื้องต้นก่อนนำท่านส่งโรงพยาบาล โดยคณะผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลที่เกิดขึ้นจากการวิจัย หากผลข้างเคียงเกิดขึ้นภายหลังจากทำการทดสอบ ท่านจะได้รับการนัดหมายเพื่อมาตรวจร่างกายตามสถานพยาบาลอื่นตามความเหมาะสม

การเข้าร่วมการวิจัยนี้ท่านจะได้รับค่าชดเชยการเสียเวลาในการเข้ารับการทดสอบ (สัปดาห์แรก สัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 10) ครั้งละ 150 บาท จำนวน 3 ครั้ง รวม 450 บาท และไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

หากท่านมีข้อข้องใจสงสัยที่จะสอบถามเกี่ยวกับการวิจัยนี้ หรือหากเกิดการบาดเจ็บ/เจ็บป่วย หรือหากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยขึ้นกับท่าน ท่านสามารถติดต่อกับนางสาววิชชุดา กฤษณะดิลก (ผู้วิจัย) ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ 082-1113569 หรือ 082-0645051(

ตลอดเวลา) หรือ รศ.ดร.ไอ้ออน ชินธเนศ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์) ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ 089-0709804 ผศ.นพ.โอภาส สินเพิ่มสุขสกุล (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์) ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ 02-4414295 ต่อ 207

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบโดยรวดเร็วไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของท่านจะถูกเก็บรักษาไว้ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการ วิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวม ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นรายบุคคลอาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย, สถาบัน หรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ, คณะกรรมการจริยธรรมฯ เป็นต้น

ท่านมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบใดๆ การเรียน ผลคะแนน และการเข้าร่วมกิจกรรมกับทางโรงเรียนของท่านที่จะได้รับแต่ประการใด

โครงการวิจัยนี้ได้รับการพิจารณารับรองจาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัย มหิดล ซึ่งมีสำนักงานอยู่ที่ ศูนย์ส่งเสริมจริยธรรมการวิจัยในคน สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170หมายเลขโทรศัพท์ 02-849-6223-5 โทรสาร 02-849-6223 หากท่านได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ ท่านสามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการฯ หรือผู้แทน ได้ตามสถานที่และหมายเลขโทรศัพท์ข้างต้น

ข้าพเจ้าได้อ่านรายละเอียดในเอกสารนี้ครบถ้วนแล้ว

ลงชื่อ.....

ผู้เข้าร่วมวิจัย

(.....)

วันที่.....

BIOGRAPHY

NAME	Miss Witchuda Gritsanadilok
DATE OF BIRTH	1 January 1981
PLACE OF BIRTH	Phayao
INSTITUITIONS ATTENDED	Maejo University, 2001-2005 Bachelor of Science (Plant Pathology) Mahidol University, 2007-2013 Master of Science (Sports Science)
HOME ADDRESS	1/3 Moo 6, Maejadee, Wiang Pa Pao, Chiangrai, 57260