



Journal of Sports Science and Technology

Volume 20 , No.1 , July 2020

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา

ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 กรกฎาคม 2563

ISSN 1513-7201

E-ISSN 2672-927X



คณะกรรมการบริหาร
สมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย

คณะกรรมการที่ปรึกษา

ศ.นพ.ประกิต	วาทีสถากิจ	รศ.นพ.ปัญญา	ไข่มุก
ศ.นพ.พินิจ	กุลละวณิชย์	รศ.ดร.สุพิตร	สมาธิโต
ศ.คลินิกเกียรติคุณ นพ. วารินทร์	ตันท์ศุภศิริ	ผศ.ดร.ณัฐ	อินทราปาน
ศ.คลินิก นพ.ธีรวัฒน์	กุลทนต์	ดร.จรรยาพร	ธรรณินทร์
ศ.ดร.ธีระยุทธ	กลิ่นสุคนธ์	นพ.กฤษ	ลีทองอินทร์
รศ.นพ.มนตรี	จุลสมัย	นพ.ไพศาล	จันทร์พิทักษ์
รศ.นพ.วิชัย	วนดุรงค์วรรณ	นาย กนกพันธุ์	จุลเกษม

คณะกรรมการบริหาร

ศาสตราจารย์เกียรติคุณนายแพทย์อรรถ นานา	นายกสมาคม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร	อุปนายก คนที่ 1
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทน์เสมอ	อุปนายก คนที่ 2
นายแพทย์อืด ลอประยูร	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ดร.นพ.วรรณ สุขสม	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิลมนี ศรีบุญ	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วารี วิดจายา	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กทมศรี	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมตตา ปิ่นทอง	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลมาศ ประชากุล	กรรมการ
อาจารย์ ดร.วัชร ฤทธิวัชร	กรรมการ
นายปนิท อวิรุทธการ	กรรมการ
นายสุนันต์ ระฆังทอง	กรรมการ
นายเจตต์ มีลาภ	กรรมการ
อาจารย์ไกรยศ สดสอาด	กรรมการและเหรัญญิก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มนต์ชัย โชติดาว	กรรมการและเลขาธิการ



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา
วารสารทางการของสมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย (สวทท.)
และการกีฬาแห่งประเทศไทย (กกท.)

ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์

ศ.นพ.เสก	อักษรอาณูเคราะห์	ดร.สมชาย	ประเสริฐศิริพันธ์
ผศ.ดร.ณัฐ	อินทรปาน	ดร.ศักดิ์ชาย	ทัพสุวรรณ
รศ.นพ.วิชัย	วนดุรงค์วรรณ	รศ.ดร.นพ.มันตรี	จุลสมัย
รศ.ดร.จรวัยพร	ธรรณินทร์	นาย กนกพันธุ์	จุลเกษม
ดร.สุวัตร	เพียรชอบ		

บรรณาธิการ

ผศ.ดร.อมรพันธ์ อัจฉิมภาพ

รองบรรณาธิการ

รศ.ดร.วีรวัฒน์	ลัมรุ่งเรืองรัตน์ (ม.มหิดล)	ผศ.บัวรอง	ลิวเฉลิมวงศ์ (เกษียณ)
ผศ.ดร.วารี	วิจิตยา (เกษียณ)		

กองบรรณาธิการนานาชาติ

Prof.Dr.James	Jay Laskin (University of Montana)	Prof.Dr.Mark	Willems (University of Chichester)
---------------	------------------------------------	--------------	------------------------------------

กองบรรณาธิการ

ศ.ดร.ธีระยุทธ	กลั่นสุคนธ์ (เกษียณ)	รศ.ดร.ไถ่ฮอน	ชินนเนส (เกษียณ)
ศ.พญ.บังอร	ชมเดช (เกษียณ)	รศ.ดร.ประทุม	ม่วงมี (เกษียณ)
ศ.ดร.ชุมพล	ผลประมูล (เกษียณ)	รศ.ดร.วิจิต	คะนิงสุขเกษม (เกษียณ)
ศ.ดร.สมบัติ	กาญจน์กิจ (เกษียณ)	รศ.ดร.สุพิตร	สมาธิโต (เกษียณ)
ศ.ดร.ราตรี	สุดทรวง (เกษียณ)	รศ.พิพัฒน์	เจดรังษี (เกษียณ)
ศ.นพ.อรรถ	นานา (เกษียณ)	ผศ.ดร.เฉลิม	ชัยวัชรารภรณ์ (เกษียณ)
รศ.ดร.กรรวิ	บุญชัย (ม.เกษตรศาสตร์)	รศ.ดร.พต.รุ่งชัย	ชวนไชยะกุล (ม.มหิดล)
รศ.ดร.กัลยา	กิจบุญชู (เกษียณ)	ผศ.นพ.โอภาส	สินเพิ่มสุขสกุล (เกษียณ)
ดร.สุวัตร	สิทธิหล่อ (กระทรวงการท่องเที่ยวฯ)	ดร.ณัฐธินิชา	ณ นคร (ม.กรุงเทพ)
ดร.อลิส	นานา (ม.มหิดล)	ดร.ชัยฤทธิ์	ทองรอด (ม.กรุงเทพ)
ศ.ดร.ณอมวงศ์	กฤษณ์เพชร (เกษียณ)		

บรรณาธิการจัดการ

น.ส.ปภัสสร	รัมย์ะรังสิ	นายสุรชาติ	อาจทรัพย์
น.ส.ศิริประภา	ชันคำ		



Journal of Sports Science and Technology (J. Sports Sci. Technol.) (JSST)

Official Journal of the Sports Science Society of Thailand (SSST)

and the Sports Authority of Thailand (SAT)

(<http://www.sportscience.or.th>)

Honorary Advisors

Prof.Dr.Sek	Aksaranukroa	Dr.Somchai	Prasertsiriphan
Asst.Prof.Dr.Nath	Indhaparn	Dr.Sakchai	Tapsuwan
Assoc.Prof.Dr.Wichai	Wanadurongwan	Assoc.Prof.Dr.Monthree	Chulasamaya
Assoc.Prof.Dr.Jaroyporn	Thoranin	Mr.Kanokphand	Chulakasem
Dr.Suwat	Sithilaw		

Editor: Asst.Prof.Dr.Amornpan Ajjimaporn

Vice Editors

Assoc.Prof.Dr.Weerawat	Limroongreungrat (Mahidol U.)	Asst.Prof.Buarong	Lewchalermwongse
Asst.Prof.Dr.Waree	Widjaja (Retired)		

International Editorial Board

Prof.Dr.James	Jay Laskin (Montana U.)	Prof.Dr.Mark	Willems (Chichester U.)
---------------	-------------------------	--------------	-------------------------

Editorial Board

Prof.Dr.Thirayudh	Glinsukon (Retired)	Assoc.Prof.Dr.Thyon	Chentanez (Retired)
Prof.Dr.Bangon	Chomdej (Retired)	Assoc.Prof.Dr.Pratoom	Muongmee (Retired)
Prof.Dr.Chumpol	Pholpramool (Retired)	Assoc.Prof.Dr.Vichit	Kanungsukasem (Retired)
Prof.Dr.Sombat	Karnjanakij (Retired)	Assoc.Prof.Dr.Supith	Samahito (Retired)
Prof.Dr.Ratree	Soodsuang (Retired)	Assoc.Prof.Pipat	Cherdungsri (Retired)
Prof.Dr.Arth	Nana (Retired)	Asst.Prof.Dr.Chalerm	Chaiwatcharaporn (Retired)
Assoc.Prof.Dr.Kornrawee	Boonchai (Kasetsart U.)	Assoc.Prof.Dr.Rungchai	Chaunchaiyakul (Mahidol U.)
Assoc.Prof.Dr.Kalaya	Kijboonchoo (Retired)	Asst.Prof.Dr.Opas	Sinphermasukkul (Retired)
Dr.Suwat	Sithilaw (Ministry of Tourism and Sports)	Dr.Nathanicha	Na Nakorn (Bangkok U.)
Dr. Alisa	Nana (Mahidol U.)	Dr.Chairit	Tongrod (Bangkok U.)
Prof.Dr.Thanomwong	Kritpet (Retired)		

Managing Editors

Miss Papatsorn	Ramyarangsri	Mr. Surachat	Artsup
Miss Siraprapa	Kamkum		

บรรณาธิการแถลง

สวัสดีค่ะ ดิฉัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมรพันธ์ อัจจิมาพร ในฐานะบรรณาธิการของวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ขอขอบคุณกองบรรณาธิการ และคณะกรรมการสมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทยทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและผลักดันให้วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬานี้ซึ่งเป็นฉบับที่ 1 ของปีที่ 20 ประจำเดือน กรกฎาคม พ.ศ.2563 สามารถเผยแพร่ออกมาได้ตามกำหนดเวลา แม้จะเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19)ก็ตาม โดยเนื้อหาวารสารฯ ฉบับนี้ประกอบด้วยนิพนธ์ต้นฉบับ (original article) จำนวนทั้งสิ้น 5 เรื่อง ซึ่งล้วนมีความน่าสนใจอย่างยิ่ง

ทั้งนี้ดิฉันขอแสดงความขอบพระคุณผู้นิพนธ์ทุกท่านที่ส่งผลงานวิจัยที่มีคุณภาพในแวดวงวิทยาศาสตร์การกีฬามายังวารสารของเราอย่างต่อเนื่อง และขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินคุณภาพบทความมา ณ ที่นี้ รวมทั้งท่านผู้อ่านทุกท่านที่ให้ความสนใจวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬาโดยตลอด อันจะช่วยเป็นกำลังใจให้กองบรรณาธิการของเราปรับปรุงขั้นตอนและการดำเนินการในการตีพิมพ์เพื่อให้ผู้นิพนธ์ได้รับความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้นค่ะ

ผศ.ดร. อมรพันธ์ อัจจิมาพร

บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ปีที่ 20 ฉบับที่ 1, กรกฎาคม 2563

Journal of Sports Science and Technology Volume 20, No. 1, 2020

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา

(Journal of Sports Science and Technology)

ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 กรกฎาคม ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) (ISSN 1513-7201) (E-ISSN 2672-927X)

(J. Sports Sci. Technol. Volume 20, No. 1, July 2020)

online Journal in webs:

1. <https://www.tci-thaijo.org/index.php/JSST>
2. <http://www.ss.mahidol.ac.th>
3. <http://www.sportscience.or.th>

วารสารทางการของสมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย (สวทท.)

และการกีฬาแห่งประเทศไทย (กกท.)

(Official Journal of Sports Science Society of Thailand (SSST)

and the Sports Authority of Thailand (SAT))

สารบัญ (Content)

	หน้า
บรรณาธิการแถลง (Letter from the editor)	iv
นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)	
1. COMPARISON OF MOVEMENT PATTERNS AND MOTIVATION LEVEL WHILE PLAYING ACTIVE VIDEOGAMES IN CHILDREN WITH CHRONIC ANKLE INSTABILITY Janya CHUADTHONG and Raweewan LEKSKULCHAI	7
นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)	
2. SERVICE QUALITY OF LAO NATIONAL SWIMMING Bounthanom VONG PHACHANH, Sukanya CHAROENWATTANA, Nopporn TASNAINA and Seksan TONGKUMBUNJONG คุณภาพการบริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว บุญถนอม วงศ์พระจันทร์ สุกัญญา เจริญวัฒน์ นภาพร ทัศนัยนา และเสกสรรค์ ทองคำบรรจง	20

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

3. THE EFFECTS OF COMBINED DRY-LAND STRENGTH TRAINING AND SWIMMING TRAINING ON BODY COMPOSITION, MUSCLE STRENGTH AND AEROBIC SWIMMING PERFORMANCE IN YOUNG SWIMMERS : A PILOT STUDY

Natthida BANGMEK and Kanok PANTHONG

ผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน : การศึกษานำร่อง

ณัฐธิดา บังเมฆ และ กนก พานทอง

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

- 4 THE EFFECT OF AEROBIC DANCE EXERCISE AND BIKE EXERCISE ON MAXIMAL OXYGEN CONSUMPTION

Surachet KWANNAI

ผลของการออกกำลังกายด้วยการเต้นแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยจักรยานที่มีต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

สุรเชษฐ ขวัญใน

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

5. THE ASSOCIATION BETWEEN MUSCLE LENGTH AND STRENGTH OF QUADRICEPS AND HAMSTRINGS MUSCLES IN PATIENTS WITH UNILATERAL KNEE PAIN

Noochjaree SIRI, Tippawan SITTI, Peemongkon WATTANANON, Chutiporn

THAMMAJAREE and Nonthalee Santiniyom

ความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังกับระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง ในผู้ป่วยปวดเข่าข้างใดข้างหนึ่ง

นุชจรี ศิริ ทิพวรรณ สิทธิ พีร์มงคล วัฒนานนท์ และ จุติพร ธรรมจรี

ข่าว (Announcement)

- คำแนะนำสำหรับผู้เขียนบทความลงในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา (ววทก) (Journal of Sports Science and Technology, JSST)
- Guide for International Authors and Preparation of the Manuscript to be Published in Journal of Sports Science and Technology (JSST)
- ใบสมัครสมาชิก (Membership Application Form)

COMPARISON OF MOVEMENT PATTERNS AND MOTIVATION LEVEL WHILE PLAYING ACTIVE VIDEOGAMES IN CHILDREN WITH CHRONIC ANKLE INSTABILITY

Janya CHUADTHONG¹, Raweewan LEKSKULCHAI^{2*}

¹*School of Integrative Medicine, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, THAILAND 57100*

²*Faculty of Physical Therapy, Mahidol University, Nakhon Pathom, THAILAND 73170*

ABSTRACT

Active video games (AVGs) are accepted as enjoyable exercising tools for rehabilitation. It offers a potential solution to improve adherence by increasing motivation levels in patients who require long-term rehabilitation sessions such as those with chronic ankle instability (CAI). The prevalence of CAI is high in children, but no evidences reporting movement patterns while playing AVGs in children. Therefore, this study aimed to compare movement patterns and intrinsic motivation levels while playing AVGs between children with CAI and typical children. Thirty children aged between 8 and 14 years old were recruited. They were divided into two groups including children with CAI (n=15) and typical children (n=15). Each child performed 4 AVGs including running, dancing, catching fish, and Russian block for 5 minutes per game. Percentage of movement patterns and intrinsic motivation levels were measured. The results revealed that there were no significant differences ($p>0.05$) between groups except the percentage of double leg stance (DLS) while playing catching fish ($p<0.05$). In addition, there was significant difference between groups for perceived competence in Russian block; effort/importance in catching fish; and value/usefulness in dancing ($p<0.05$). In conclusion, this study showed similar movement patterns among the 4 AVGs in both groups. However, the findings suggested that catching fish, dancing, and Russian block showed greater movement patterns than running including single leg stance, double leg stance and reaching direction. In addition, this study found that dancing could cause higher pressure to the players than comparing with others. Therefore, catching fish and Russian block may help to encourage the single leg standing patterns of children with CAI. These game are inexpensive tool, high motivation level and simply to apply both in clinic and home. Further studies are highly recommended to investigate the effectiveness of the AVGs for improving common deficits in children with CAI.

(Journal of Sports Science and Technology 2020; 20(1): 7-19)

(Received: 4 December 2019, Revised: 12 April 2020, Accepted: 13 April 2020)

Keywords: Active videogame, Children/ Chronic Ankle Instability/ Motivation/ Movement pattern

*Corresponding Author: Raweewan LEKSKULCHAI

Faculty of Physical Therapy, Mahidol University, Nakhon Pathom, THAILAND 73170

E-mail: raweewan.lek@mahidol.ac.th

INTRODUCTION

Chronic ankle instability (CAI) is a long-term condition often encountered after ankle injuries. Three main components of CAI include perceived instability, mechanical instability and recurrent sprain¹. Currently, the prevalence of CAI in children was reported as higher than that of adults². Moreover, children commonly showed signs and symptoms of the multiple components of CAI³. A systematic review reported that 71% of children with a history of ankle sprain had perceived instability and 47% had mechanical instability². Moreover, a previous study shown the high prevalence rate of residual symptoms of CAI in Thai children after initial injury and becoming of great concern⁴. Patients with CAI reported of having diminished neuromuscular control, decreased strength and range of motion (ROM), impaired proprioception, pain, recurrent ankle sprains, impaired performance during functional tasks, and perceived difficulties with activities of daily living (ADLs) or sport-specific skills⁵. Due to the long lasting impacts of CAI on activity levels and quality of life, it is important to prevent the symptoms in children as they are growing and developing more advanced skills².

Treatment of CAI often consists of conservative rehabilitation programs that are designed to improve neuromuscular control, proprioception, strength and ROM^{6,7}. Previous research explored treatment interventions in isolation to investigate the efficacy of each specific program such as joint mobilization^{8,9}, strengthening exercise^{10,11}, balance training¹²⁻¹⁵, proprioceptive training¹⁶. Due to the multifaceted components of CAI, a more comprehensive treatment applies combining intervention concepts such stretching, strengthening, balance training may be more effective in improving functional and preventing recurrent sprain^{17,18}. Hale et al studied a comprehensive rehabilitation program in combination with ROM, muscle performance, and neuromuscular control. The results showed improved postural control and functional activities¹⁹. Despite the traditional therapeutic exercises could improve postural control after injury, high levels of motivation and adherence are often lacking due to the repetitive nature of the exercises. Fitzgerald suggested that this may be particularly problematic in the case of preventative exercises or long-term rehabilitation program²⁰.

A wide range of traditional interventions has been shown in previous studies⁶⁻¹⁶. Emerging technology such as virtual reality and video game intervention shown the increasing volume of research in recent research for child population. These interventions can be provided to improve physical activities to interact with a virtual environment. Thus, the potential benefits may be greater than traditional methods, such as increased engagement, motivation, and repetition of more challenging and varied activities with instantaneous visual or auditory feedback²¹. A recent study examined the exercise program with therapeutic exergaming for balance training on dynamic postural stability and intrinsic motivation levels. This study showed similar improvements in dynamic postural stability, whereas this result showed a greater level of interest and enjoyment when compared with conservative rehabilitation program²⁰. However, the program in the study included non-specific task and movement patterns required for children with CAI.

Furthermore, research to date has been heavily focused on adults and lack of evidence to recommend the appropriate game to improve standing balance and intrinsic motivation level in children population especially children with CAI. Poor exercise technique and lack of adherence during long-term rehabilitation program are important issue in preventing a full recovery in children with CAI. It is widely believed that therapeutic exergaming has the potential to solve these issues. AVG Thus, the present study aimed to focus on inexpensive active video games with safety, simplicity and efficacy, such as the step mania active video games (AVGs). This device can provide many task repetitions, real-time feedback, safe environment, and a high level of motivation, which are among the key factors for successful rehabilitation²². Therefore, the objective of this study was to compare movement patterns and intrinsic motivation levels while playing the active video games between children with CAI and typical children.

METHODS

Study design

This study was conducted using a cross-sectional design.

Subjects

Fifteen children with chronic ankle instability and fifteen children with typical children were recruited. The inclusion criteria for typical children were 1) age between 8 and 14 years old, 2) without a history of unilateral or bilateral ankle sprain. The inclusion criteria for children with CAI were 1) age between 8 and 14 years old, 2) with a history of unilateral ankle sprain, 3) self-report sensations of "giving way" of at least twice a year, 4) Cumberland Ankle Instability Tool-Youth (CAITY) score of less than 24. The exclusion criteria for both groups were a history of previous surgeries to the musculoskeletal structures such as bones, joint structure, nerves in lower extremity, injury to musculoskeletal structures of other joints of the lower extremities, history of balance deficits, visual deficits, uncontrolled seizure, physical anomalies or deformity of lower extremity and current participation in supervised physical rehabilitation.

Prior to the study, all subjects provided written informed consent according to the protocol approved by the Human Research Ethics Committee of Mahidol University.

Measurements

Demographic data were interviewed then the Cumberland Ankle Instability Tool-Youth score (CAITY) was recorded. Then the single leg stance test (SLST) for both sides was assessed. The children were instructed to stand on one leg as long as possible for each trial. They were barefoot with hands on hips. The test was performed 3 times with eyes open (SLS EO) and three times with eyes closed (SLS EC) and with a testing trial before collecting the data. A digital stopwatch was used to measure the stance duration (seconds). The maximum time was set to 30 seconds. The measurement was stopped if there were any changes in position of the weight-bearing foot, or any body parts except the weight-bearing foot touched the floor, or open eyes during eyes closed condition. The durations of the 3 trials were averaged to obtain the scores for SLS-EO and SLS-EC

conditions. The SLST was assessed by a physical therapist who have experiences in pediatric physical therapy for more than 5 years. The test-retest reliability in performing the test was acceptable at the Intraclass Correlation Coefficient (ICC (3,1)) between 0.602 and 0.822, $p < 0.05$.

After the interview and assessments, children were asked to perform 4 AVGs (running, dancing, catching fish, and Russian block) for 5 minutes per game. Movement patterns of the lower extremities were recorded by using 2 video cameras. The numbers of movement pattern of the 4 games were analyzed by two assessors who have been defined patterns of movement, and has been practicing observation and correctly. The movement patterns included single leg stance, double leg stance, sideways hopping, anteroposterior hopping, and foot reaching (anterior, posteromedial, and posterolateral directions). The number of movement patterns was calculated to percentage for each movement pattern.

After playing the 4 AVGs, all children were asked to rate the self-report questionnaire for intrinsic motivation level. There were 5 dimensions of the intrinsic motivation level, including (1) interest/enjoyment, (2) perceived competence, (3) effort/importance, (4) pressure/tension and (5) value/usefulness⁶. Each dimension is rated using 1-10 level scores, where 0 is minimal and 10 is the maximum score.

Procedures

All children performed the 4 AVGs on the StepMania gaming device with a floor mat. The 4 games were chosen because they emphasize on the movements of the lower extremities and easy to apply in children. The video cameras began to record when the child pressed the "start" on the floor mat, and stop recording at the end of each game. The video (that was recorded as movement pattern for 5 minutes during play game with Olympus OM-D, E-M10 Mark II camera) was recorded in two dimensions, including sagittal and frontal planes of motion. Before starting each game, children were allowed to practice to ensure that they understood the procedure of the game and could play the game correctly. The details of each game are as follows;

1. Running: child stands on the central of the mat before playing games, and then keep running to the mat for 5 minutes continuously.

2. Dancing: child stands on the central of the mat before dancing, and then keep one leg stance on the central and move another leg to press the corresponding arrows with 6 key directions on the mat for 5 minutes continuously.

3. Catch fish: child stands on the central of the mat before playing games, and then move their feet to the left or right direction and press the corresponding arrows for catching the yellow or red fish for 5 minutes continuously.

4. Russian blocks: child stands on the central of the mat before playing games, and then move their feet to left and right direction or change the shape of the piece for 5 minutes continuously. A random sequence of Tetriminos fall down the playing field. The objective of the game is to manipulate these Tetriminos, by moving each one sideways and/or rotating by quarter-turns, so that they form a solid horizontal line without gaps.

Statistical analysis

This study analyzed by using SPSS Statistics version 18.0. The normality of the distributions was determined with the Shapiro-Wilk test. Demographic characteristics were analyzed by using descriptive statistic and the result of this study was reported as means and standard deviations (SD). The independent t - test was used to compare the difference between groups for continuous data and Chi-square test for categories data. For nonparametric data, Mann-Whitney U test was used to compare the difference between groups for continuous data. Friedman test used to analyze within the group for movement patterns and motivation level and pairwise comparison specifically. The significance level was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Demographic characteristics

The characteristics of the participants are illustrated in Table 1. The average age for all children was 10 years. There were no significant difference between typical children and children with CAI groups for age, sex, height, weight, leg length, leg dominance, experience with active video game, the Cumberland Ankle Instability Tool-Youth score (CAITY) and single leg stance test ($p > 0.05$). However, there was a significant difference between groups for a number of previous of ankle sprain ($p < 0.05$) as shown in the table 1.

Table 1. Demographic characteristics

Characteristics	All subjects (N=30)	Groups		P-value
		Typical children (n=15)	Children with CAI (n=15)	
Age (y)	10.40 $\pm$ 1.83	10.27 $\pm$ 1.75	10.53 $\pm$ 1.96	0.697
Sex (boy: girl)	17:13	10:5	7:8	0.269
Leg length (cm)				
Left side	72.19 $\pm$ 7.18	71.11 $\pm$ 6.95	73.26 $\pm$ 7.48	0.423
Right side	72.04 $\pm$ 7.11	70.90 $\pm$ 6.92	73.19 $\pm$ 7.35	0.387
Height (cm)	137.13 $\pm$ 11.55	134.87 $\pm$ 11.45	139.40 $\pm$ 11.58	0.290
Weight (kg)	33.91 $\pm$ 9.41	30.86 $\pm$ 6.11	36.96 $\pm$ 11.22	0.075
Leg dominance (right: left)	21:9	9:6	12:3	0.232
No. of previous of sprain (n)	10	0	10	0.010*
No. of experience with active videogame (n)	5	4	1	0.142
CAITY score (mean)				
Left side	22.70 $\pm$ 4.60	23.87 $\pm$ 4.69	21.53 $\pm$ 4.36	0.169
Right side	21.27 $\pm$ 5.56	23.20 $\pm$ 5.25	19.33 $\pm$ 5.33	0.055
Single leg stance test (sec)				
Left side (eyes open)	22.96 $\pm$ 8.29	22.40 $\pm$ 8.51	23.52 $\pm$ 8.31	0.718
Right side (eyes open)	23.26 $\pm$ 8.01	23.24 $\pm$ 8.52	23.27 $\pm$ 7.75	0.992
Left side (eyes closed)	8.02 $\pm$ 6.55	7.28 $\pm$ 6.31	8.75 $\pm$ 6.91	0.547
Right side (eyes closed)	9.18 $\pm$ 5.21	8.18 $\pm$ 5.20	10.18 $\pm$ 5.21	0.301

Abbreviations: CAI; Chronic ankle instability, CAITY; the Cumberland Ankle Instability Tool-Youth

Note: The data are presented as mean $\pm$ standard deviation (SD) for continuous data. P-value corresponds to independent sample t-test for independent sample. The data are presented as frequency for categories data. P-value corresponds to Chi-square test for independent sample. * Significant level at $p < 0.05$

Percentage movement patterns while playing the 4 active video games

To compare the movement patterns between groups, there were no significant difference ($p > 0.05$) between groups except DLS while performing the catching fish ($p < 0.05$) (Table 2). However, the movement patterns were significantly different for all AVGs ($p < 0.001$) except running (Table 3).

Table 2. Comparison of percentage of movement patterns while playing 4 active video games between typical children and children with CAI

Movement patterns	Typical children (n=15)	Children with CAI (n=15)	P-value
Single leg stance;			
Left side			
Running	0	0	1
Dancing	25.10 $\pm$ 8.79	23.43 $\pm$ 8.48	0.980
Catching fish	16.20 $\pm$ 14.67	12.55 $\pm$ 7.88	0.755
Russian block	25.75 $\pm$ 13.25	24.55 $\pm$ 11.11	0.575
Right side			
Running	0	0	1
Dancing	15.11 $\pm$ 10.94	15.65 $\pm$ 7.36	0.819
Catching fish	27.54 $\pm$ 16.06	27.04 $\pm$ 8.17	0.967
Russian block	20.90 $\pm$ 11.91	20.60 $\pm$ 9.46	0.772
Double leg stance;			
Running	0	0	1
Dancing	22.05 $\pm$ 13.79	26.85 $\pm$ 14.55	0.455
Catching fish	17.20 $\pm$ 12.92	27.69 $\pm$ 7.11	0.033*
Russian block	41.17 $\pm$ 11.91	39.78 $\pm$ 7.83	0.547
Hopping;			
Sideway			
Running	0	0	1
Dancing	1.84 $\pm$ 6.16	0	0.150
Catching fish	0	0	1
Russian block	0	0	1
Anteroposterior (AP)			
Running	0	0	1
Dancing	0	0	1
Catching fish	0	0	1
Russian block	0	0	1

Movement patterns	Typical children (n=15)	Children with CAI (n=15)	P-value
Reaching directions;			
Left side: Anterior			
Running	0	0	1
Dancing	5.21 ± 4.95	9.75 ± 12.01	0.542
Catching fish	0	0	1
Russian block	0	0	1
Left side: Posteromedial (PM)			
Running	0	0	1
Dancing	1.78 ± 4.36	1.14 ± 3.24	0.632
Catching fish	8.88 ± 13.18	6.07 ± 8.57	0.626
Russian block	2.73 ± 3.89	4.31 ± 4.72	0.329
Left side: Posterolateral (PL)			
Running	0	0	1
Dancing	0	0.22 ± 0.86	0.317
Catching fish	1.11 ± 4.30	0	0.317
Russian block	0	0.19 ± 0.74	0.317
Right side: Anterior			
Running	0	0	1
Dancing	17.65 ± 13.63	13.53 ± 11.00	0.429
Catching fish	0	0	1
Russian block	0	0.22 ± 0.86	0.317
Right side: Posteromedial (PM)			
Running	0	0	1
Dancing	11.24 ± 11.15	9.08 ± 5.67	0.755
Catching fish	0	0	1
Russian block	9.31 ± 10.93	10.35 ± 9.94	0.528
Right side: Posterolateral (PL)			
Running	0	0	1
Dancing	0	0.35 ± 1.36	0.317
Catching fish	29.06 ± 14.20	26.66 ± 7.11	0.467
Russian block	0.13 ± 0.52	0	0.317

Abbreviations: CAI; Chronic ankle instability

Note: The data are presented as mean ± standard deviation (SD). P-value corresponds to Mann-Whitney U test for independent sample. * Significant level at $p < 0.05$

Table 3. Comparison of percentage of movement patterns while playing 4 active video games (N=30)

Games	Movement pattern											P-value
	Single leg stance (SLS)		Double leg stance (DLS)	Hopping		Reaching (Left side)			Reaching (Right side)			
	Left side	Right side		Sideway	Anteroposterior (AP)	Anterior	Posteromedial (PM)	Posterolateral (PL)	Anterior	Posteromedial (PM)	Posterolateral (PL)	
Running	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dancing	24.27±8.53	15.38±9.17	24.45±14.14	0.92±4.38 ^{b,c,d}	0 ^{b,c,d}	7.48±9.31 ^b	1.46±3.79 ^{b,c,d}	0.11±0.61 ^{b,c,d}	15.59±12.35	10.16±8.76 ^a	0.18±0.96 ^{b,c,d}	< 0.001
Catching fish	14.37±11.72	27.29±12.52	22.44±11.55	0 ^{b,e}	0 ^{b,e}	0 ^{b,e}	7.48±11.02 ^{b,f}	0.56±3.04 ^{b,e}	0 ^{b,e}	0 ^{b,e}	27.86±11.10	< 0.001
Russian block	25.15±12.03	20.75±10.57	40.48±9.92	0 ^{b,d}	0 ^{b,d}	0 ^{b,g}	3.52±4.32 ^b	0.10±0.52 ^{b,g}	0.11±0.61 ^{b,g}	9.83±10.28 ^b	0.07±0.37 ^{b,g}	< 0.001

Note: Note: Data are reported as mean ± standard deviation (SD). P-value corresponds to Friedman test for dependent sample and pairwise comparison. * Significant level at p-value < 0.001

^a Significant different when compared with Lt. SLS and DLS

^b Significant different when compared with Lt. SLS, Rt. SLS and DLS

^c Significant different when compared with Lt. anterior reaching and Rt. anterior reaching

^d Significant different when compared with Rt. PM reaching

^e Significant different when compared with Lt. PM reaching and Rt. PL reaching

^f Significant different when compared with Lt. PL reaching and Rt. PL reaching

^g Significant different when compared with Lt. PM reaching and Rt. PM reaching

Motivation level while playing the 4 AVGs

There were significant differences between groups for perceived competence in Russian block game, effort/importance in catching fish game, and value/usefulness in dancing game ($p < 0.05$) (Table 4). The dancing caused more pressure and tension than catching fish and Russian block (Table 5).

Table 4. Comparison of motivation levels while playing 4 active video games between typical children and children

Games	All subjects (N=30)	Groups		P-value
		Typical children (n=15)	Children with CAI (n=15)	
Interest/enjoyment				
Running	9.00 ± 1.74	9.20 ± 1.57	8.80 ± 1.94	0.590
Dancing	6.67 ± 2.98	7.67 ± 2.32	5.67 ±3.29	0.059
Catching fish	7.87 ± 2.10	8.47 ± 1.81	7.27 ± 2.25	0.135
Russian block	8.03 ± 2.76	8.47 ± 3.16	7.60 ± 2.32	0.105
Perceived competence				
Running	8.83 ± 1.78	9.27 ± 1.10	8.40 ± 2.23	0.408
Dancing	7.07 ± 2.94	7.07 ± 3.24	7.07 ± 2.71	0.800
Catching fish	7.87 ± 2.62	8.67 ± 2.35	7.07 ±2.71	0.037*
Russian block	7.90 ± 2.31	8.80 ± 1.74	7.00±2.51	0.040*
Effort/importance				
Running	8.83 ± 1.64	8.67 ± 1.84	9.00 ± 1.46	0.769
Dancing	7.73 ± 2.61	8.27 ± 2.52	7.20 ± 2.68	0.140
Catching fish	8.20 ± 2.31	9.33 ± 0.98	7.07 ± 2.71	0.015*
Russian block	8.13 ± 2.13	8.67 ± 1.95	7.60 ± 2.23	0.138
Pressure/tension				
Running	1.73 ± 2.86	2.53 ± 3.36	0.93 ± 2.09	0.080
Dancing	4.47 ± 3.92	4.00 ± 3.82	4.93 ± 4.10	0.581
Catching fish	2.07 ± 2.97	2.27 ± 3.49	1.87 ± 2.45	0.892
Russian block	1.47 ± 2.24	1.27 ± 2.22	1.67 ± 2.32	0.527
Value/usefulness				
Running	8.87 ±1.20	8.73 ± 1.98	9.00 ± 2.07	0.902
Dancing	8.33 ± 2.16	9.27 ± 1.28	7.40 ± 2.47	0.016*
Catching fish	7.87 ± 2.68	8.60 ± 2.13	7.13 ± 3.02	0.155
Russian block	7.50 ± 3.11	7.27 ± 3.71	7.73 ± 2.46	0.948

with CAI

CAI; Chronic ankle instability. Data are reported as mean ± standard deviation (SD). P-value corresponds to Mann Whitney U test for independent sample. * Significant level at $p\text{-value} < 0.05$

Table 5. Comparison of percentages of motivation levels while playing 4 active video games (N=30)

Games	Motivation level					P-value
	Interest/enjoyment	Perceived competence	Effort/importance	Pressure/tension	Value/usefulness	
Running	29.23 ± 6.57	29.30 ± 8.89	27.55 ± 6.01	17.69 ± 31.20 ^a	28.05 ± 7.79	<0.001
Dancing	20.50 ± 7.12 ^b	21.59 ± 6.20	22.96 ± 6.06	38.05 ± 36.60	26.11 ± 7.25	<0.05
Catching fish	25.08 ± 5.37	24.31 ± 5.72	24.94 ± 5.80	15.09 ± 22.24 ^a	23.56 ± 5.13	<0.05
Russian block	25.19 ± 7.73	24.80 ± 4.17	24.55 ± 3.15	12.51 ± 21.61 ^a	22.29 ± 7.06	<0.001

Note: Data are reported as mean ± standard deviation (SD). P-value corresponds to Friedman test for dependent sample and pairwise comparison. * Significant level at p-value < 0.05

^a Significant different when compared with interest/enjoyment, perceived competence, effort/importance, and value/usefulness

^b Significant different when compared with effort/importance, pressure/tension, and value/usefulness

DISCUSSION

Patients with CAI may experience perceived instability, mechanical instability and/or recurrent sprain². The components can be found in children as the prevalence of CAI in children was reported as higher than that of adults. Apart from rehabilitation, AVGs were acceptable and enjoyable as a promising physical activity and motivation for children²². This study explored the movement patterns and intrinsic motivation level while playing the 4 active video games in typical children and children with CAI. The findings demonstrated that children with CAI performed the 4 games using the similar movement patterns as children without CAI, except the DLS while playing catching fish game play ($p < 0.05$). This finding can be explained by the results that catching fish games required more single leg stance repetitions. Children with CAI could not perform single leg stance so they had to spend more times in DLS when compared with typical children. In addition, the nature of this game requiring 3 major directions to perform, including sideway, posteromedial, and posterolateral foot reaching. Children with CAI have deficits in postural control, especially in anterior, posterior and medial directions²³. Therefore, they had difficulty participating in this game as shown by a shorter single leg stance (Table 2). During playing game, children with stand on a dance mat, stepping on up, down, right, and left pressure sensitive arrows, as they watch a video game screen with moving arrows directing them where to step while listening to a game-song. It requires rhythmic beat and arrow perception with accurate stepping onto the correct sensor. Dance pad sensors detected position and timing information to provide participants with real-time visual feedback, similar to actual game-play. It involved in execution of a complex motor task that requires visual, auditory, and somatosensory integration as well as cognitive processing to respond accurately in order to maximize performance and game scores²⁴. Balance training should be offered for the children to improve their postural control. The balance training reduced the incidence of ankle sprains in 38% compared with the control group, increase in the distance of reach in the anterior, posterolateral and posteromedial through the SEBT²⁵. Therefore, these game seem to be a challenging to improving common deficits in children with CAI.

The results also revealed significant differences between groups for perceived competence in Russian block; effort/importance in catching fish; and value/usefulness in dancing ($p < 0.05$). Children with CAI rated lower motivation levels when compared with typical children. These findings supported the challenging perceptions of the children with CAI on the catching fish, Russian block and dancing games. Since these games consist of many arrows to achieve targets. Children had to move their feet to press the corresponding arrows correctly. Children with CAI may have difficulties due to their impairments such as balance deficits, muscle weakness, ROM restriction, proprioception deficits, so these games were challenging their limitations²⁶.

However, this study showed high intrinsic motivation levels, such as enjoyment and values or usefulness in all games. Therefore, the selected 4 games are useful and enjoyable for children with and without CAI. This finding supported a previous study that exercising with the therapeutic exergaming system could improve dynamic postural stability and showed a greater level of interest and enjoyment when compared to a group doing similar balance training without the game system²⁰. Previous experimental study had generally demonstrated that individuals who participate in tasks for internal reasons including intrinsic motivation persist in free-choice behavior better than those motivated by extrinsic factors²⁷.

The present study has a limitation in using only 30 children. A small sample size was, therefore, analyzed by using non-parametric statistics. In addition, other factors such as levels of impairments of children with CAI and levels of physical activity of all children were not recorded. Future studies are recommended to investigate the multidimensional effects of AVGs for improving common impairments of children with CAI.

CONCLUSION

The present study revealed that the 4 selected AVGs were rated as having high enjoyment and usefulness levels of children with CAI and typical children. The catching fish, dancing and Russian block games required variety of movement patterns when compared to running. However, the dancing game caused higher pressure (motivation level) than catching fish and Russian block. In addition, children with CAI performed more DLS in catching fish game than typical children. Therefore, the present study suggested using catching fish and Russian block for rehabilitation purposes of children with CAI. Since these games are inexpensive and have been proved of offering high motivation level and easy to apply in clinic and at home. They may help to improve impairments of CAI and improve exercise adherence in children with CAI. Children with CAI may use these games to exercise at home to save cost of transportation. Further studies are recommended to explore the multidimensional effects of the games in children with CAI.

REFERENCES

1. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train.* 2002; 37(4): 364-75.
2. Mandarakas M, Pourkazemi F, Sman A, Burns J, Hiller CE. Systematic review of chronic ankle instability in children. *J Foot Ankle Res* 2014; 7(1): 1-10.
3. Hiller CE, Refshauge KM, Herbert RD, Kilbreath SL. Intrinsic predictors of lateral ankle sprain in adolescent dancers: a prospective cohort study. *Clin J Sport Med.* 2008; 18: 44-8.
4. Lekskulchai R, Kadli S. Prevalence and factors associated with chronic ankle instability among children aged 7 to 12 years. *J Assoc Med Sci.* 2020; 53(1): 42-48.
5. Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37(6): 303-11.
6. de Vasconcelos GS, Cini A, Sbruzzi G, Lima CS. Effects of proprioceptive training on the incidence of ankle sprain in athletes: systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2018; 32(12): 1581-1590.
7. Gruskay JA, Brusalis CM, Heath MR, Fabricant PD. Pediatric and adolescent ankle instability: diagnosis and treatment options. *Curr Opin Pediatr.* 2019; 31(1):69-78.
8. Cruz-Díaz D, Lomas Vega R, Osuna-Pérez MC, Hita-Contreras F, Martínez-Amat A. Effects of joint mobilization on chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2015; 37(7):601-10.
9. Hoch MC, Andreatta RD, Mullineaux DR, English RA, Medina McKeon JM, Mattacola CG, McKeon PO. Two-week joint mobilization intervention improves self-reported function, range of motion, and dynamic balance in those with chronic ankle instability. *J Orthop Res.* 2012; 30(11):1798-804.
10. Hall EA, Docherty CL, Simon J, Kingma JJ, Klossner JC. Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *J Athl Train.* 2015; 50(1): 36-44.
11. Ha SY, Han JH, Sung YH. Effects of ankle strengthening exercise program on an unstable supporting surface on proprioception and balance in adults with functional ankle instability. *J Exerc Rehabil.* 2018; 14(2):301-305.
12. Anguish B, Sandrey MA. Two 4-Week Balance-Training Programs for Chronic Ankle Instability. *J Athl Train.* 2018 Jul;53(7):662-671.
13. Wortmann MA, Docherty CL. Effect of balance training on postural stability in subjects with chronic ankle instability. *J Sport Rehabil.* 2013; 22(2): 143-9.
14. Sefton JM, Yarar C, Hicks-Little CA, Berry JW, Cordova ML. Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011; 41(2): 81-9.

15. Cruz-Diaz D, Lomas-Vega R, Osuna-Pérez MC, Contreras FH, Martínez-Amat A. Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Med.* 2015; 36(9): 754-60.
16. Rohmansyah NA, Hiruntrakul A. The influence of proprioceptive training in foot and ankle disability with chronic ankle sprain. *J Health Sci Altern Med.* 2019; 1(1): 14-19.
17. Mattacola CG, Dwyer MK. Rehabilitation of the ankle after acute sprain or chronic instability. *J Athl Train.* 2002; 37(4): 413-29.
18. Lin CW, Delahunt E, King E. Neuromuscular training for chronic ankle instability. *Phys Ther.* 2012; 92(8):987-91.
19. Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37(6): 303-11.
20. Fitzgerald D, Trakarnratanakul N, Smyth B, Caulfield B. Effects of a wobble board-based therapeutic exergaming system for balance training on dynamic postural stability and intrinsic motivation levels. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010; 40(1): 11-9.
21. Mentiplay BF, FitzGerald TL, Clark RA, Bower KJ, Denehy L, Spittle AJ. Do video game interventions improve motor outcomes in children with developmental coordination disorder? A systematic review using the ICF framework. *BMC Pediatr.* 2019; 19: 22; 1-15.
22. Staiano AE and Flynn R. Therapeutic Uses of Active Videogames: A Systematic Review. *Games Health J.* 2014; 3(6): 351-65.
23. Chen H, Li HY, Zhang J, Hua YH, Chen SY. Difference in postural control between patients with functional and mechanical ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2014; 35(10): 1068-74.
24. Tachibana A, Onozuka M. Parietal and temporal neural mechanisms with a multimodal exergame. *Proceedings of ICME International Conference on Complex Medical Engineering July 1 - 4, Kobe, Japan.* 2012; 80-85.
- 25 de Vasconcelos GS, Cini A, Sbruzzi G, Lima CS. Effects of proprioceptive training on the incidence of ankle sprain in athletes: systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2018; 32(12): 1581-1590.
26. Hertel J, Corbett RO. An Updated Model of Chronic Ankle Instability. *J Athl Train.* 2019; 54(6): 572-588.
27. Deci EL, Koestner R, Ryan RM. A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychol Bull.* 1999; 125: 627- 68.

SERVICE QUALITY OF LAO NATIONAL SWIMMING POOL

Bounthanom VONG PHACHANH^{*}, Sukanya CHAROENWATTANA, Nopporn TASNAINA

and Seksan TONGKUMBUNJONG

*Faculty of Sport Science, Burapha University Chon Buri, THAILAND 20131.***Abstract**

The purpose of this study was to examine the expected and the observed service quality of the Lao National Swimming Pool. The research methodology included the evaluation of the services provided at the swimming pool based on the marketing mixed (7P's) concept, literature review of previous reports, the instruments used in this study were semi-structure and a survey on service quality. The five key informants were interviewed and 400 pool customers participated in this study. The data was analyzed by means ($\bar{X}$) and Standard deviation (S.D.) and also analyze the gaps of the expected quality and observed quality in the swimming pool at the Lao National Stadium with. Descriptive statistics including means ($\bar{X}$) and Standard deviation (S.D.) and Modified Priority Needs Index (PNI modified) were used for the analysis. A majority of the samples (61.3%) were male and almost half (49.5%) of the samples used the pool 1-2 times a week. The samples were not satisfied with the service quality provided at the pool as there was a large gap of between the expected and the observed service quality. Based on the results from the PNI modified, three aspects of service should receive top priority when improving the pool services. These services included activity promotion, (PNI =0.42), price setting and the activities offered (PNI=0.31), and pool facility. (PNI=0.29).

(Journal of Sports Science and Technology 2020; 20(1): 20-35)

(Received: 23 July 2019, Revised: 14 January 2020, Accepted: 6 February 2020)

(System accepted: 20 February 2020))

Keywords: Laos/ Service Quality/ Marketing Mixes/ SERVQUAL/ Swimming Pool.^{*}Corresponding author: Bounthanom VONGPHACHANH

Faculty of Sport Science, Burapha University, Chonburi, THAILAND, 20131.

E-mail: Tuiswimming2016@gmail.com

คุณภาพการบริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว

บุญถนอม วงศ์พระจันทร์ * สุกัญญา เจริญวัฒน์ นภาพร ทศนัยนา และ เสกสรรค์ ทองคำบรรจง.

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี ประเทศไทย 20131

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพที่คาดหวังและคุณภาพที่เป็นจริงในการให้บริการของสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การศึกษาบริบทการให้บริการของสระว่ายน้ำ การศึกษาเอกสารหลักการและทฤษฎีส่วนประสมทางการตลาด (7P's) รวมถึงการประเมินคุณภาพด้านการบริการ เพื่อกำหนดกรอบวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม ที่ผู้วิจัยสร้างและวิเคราะห์ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 1.00 กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใช้บริการสระว่ายน้ำ โดยกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยวิธีการของ W.G. Cochran ได้จำนวน 400 คน โดยการสุ่มแบบง่าย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม spss เพื่อหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อวิเคราะห์ระดับคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริงในการให้บริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว ด้วยค่า Modified Priority Needs Index (PNI_{modified}) กลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 61.3 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 38.8 โดยส่วนใหญ่เข้ามาใช้บริการเป็นครั้งคราว หรือ สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 49.5 กลุ่มตัวอย่างได้ประเมินคุณภาพในการบริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาวว่ายังไม่ดีเท่าที่คาดหวัง โดยคุณภาพการบริการที่คาดหวังมีสูงกว่าคุณภาพการบริการที่ปรากฏเกือบทุกด้าน เมื่อพิจารณาจากช่องว่างของความต้องการจำเป็น (PNI_{modified}) ในการให้บริการ 3 อันดับแรก ประเด็นอื่นที่มีช่องว่างมากกว่าประเด็นอื่นคือ ด้านการส่งเสริมกิจกรรมในสระว่ายน้ำ มีความต้องการจำเป็น (PNI = 0.42) ด้านราคาและกิจกรรมที่ได้รับ (PNI = 0.31) และด้านการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวก (PNI = 0.29) ดังนั้นสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาวควรพิจารณาปรับปรุงการให้บริการทั้ง 3 ประเด็นนี้เป็นการเร่งด่วน

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2563; 20(1): 20-35)

คำสำคัญ ส่วนประสมทางการตลาด/ คุณภาพด้านการบริการ/ สระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว

บทนำ

สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ได้จัดการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 25 “เวียงจันทร์เกมส์” เมื่อปี พ.ศ. 2552 โดยรัฐบาลลาวได้รับความร่วมมือจากประเทศสมาชิกอาเซียน ในการก่อสร้างสนามกีฬาเพื่อใช้ในการแข่งขัน ซึ่งสระว่ายน้ำเป็นหนึ่งในสนามแข่งขันที่ได้รับการอนุมัติเพื่อก่อสร้าง ซึ่งมีที่ตั้งอยู่ห่างจากนครหลวงเวียงจันทร์ 16 กิโลเมตร ประกอบด้วยสระแข่งขัน 1 สระ มีความยาว 50 เมตร และสระฝึกซ้อมที่ได้มาตรฐานกีฬาโอลิมปิกส์ มีความยาว 50 เมตร รวม 2 สระ รัฐบาลลาวได้กำหนดเป้าหมายให้มีการใช้สระว่ายน้ำนี้เพื่อประโยชน์ในการจัดการแข่งขัน การเรียน การสอน การฝึกซ้อมของนักกีฬาและการให้บริการแก่ประชาชนทั่วไป¹

อดีตหัวหน้าสนามกีฬาแห่งชาติลาว ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงานที่ผ่านมาตลอดระยะเวลา 9 ปี ว่าหลังจากการแข่งขัน “เวียงจันทร์เกมส์” สระว่ายน้ำดังกล่าวได้เปิดให้บริการแก่นักกีฬาที่มีความสามารถและต้องการพัฒนาไปสู่การเป็นนักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติ รวมถึงเด็ก เยาวชน และประชาชนทั่วไปที่มีความสนใจในกีฬานี้ โดยสหพันธ์กีฬาว่ายน้ำแห่งชาติลาวเป็นหน่วยงานบริหารจัดการการให้บริการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2555 แต่ประสบปัญหาหลายประการ รัฐบาลลาวจึงได้ส่งมอบสระว่ายน้ำนี้คืนไปยังกรมกีฬาระดับสูงสนามกีฬาแห่งชาติลาวให้เป็นผู้บริหารจัดการดั้งเดิม และในปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2558 ได้มีการเปิดให้บริการสระว่ายน้ำทุกวันจันทร์-วันอาทิตย์ เริ่มตั้งแต่ 7:00น-20:00น โดยมีอัตราค่าบริการคนละ 30 บาท ต่อครั้ง ซึ่งมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการเฉลี่ยประมาณ 20 คนต่อวัน ที่ผ่านมา การเปิดให้บริการยังไม่มีคำตอบเนื่องเท่าที่ควรและยังขาดการนำเอาหลักทฤษฎีในการบริหารจัดการมาใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ โดยเฉพาะหลักทฤษฎีการตลาดบริการ และทฤษฎีส่วนประสมทางการตลาด (7 P's)² ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญเพื่อตอบสนองความพึงพอใจให้กับกลุ่มเป้าหมาย อันประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ (Product and service) ราคา (Price) ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) และการส่งเสริมทางการตลาด (Promotion) บุคลากร/ผู้ให้บริการ (People) กระบวนการ (Process) และสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical evidence) ซึ่ง เสรี วงษ์มณฑา³ กล่าวว่า สินค้าต้องสามารถตอบสนองความต้องการต่อกลุ่มเป้าหมายได้ และมีราคาที่ผู้บริโภคยอมรับได้และยินดีจ่ายเพราะคุ้มค่า รวมถึงการจัดจำหน่ายและการกระจายสินค้าต้องให้สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภคเพื่อให้ความสะดวกแก่ลูกค้า โดยการพยายามสร้างแรงจูงใจให้ลูกค้าเกิดความชอบและเกิดพฤติกรรมที่ต้องการเลือกซื้อสินค้านั้นๆ อย่างถูกต้องตรงตามเป้าหมาย ดังนั้น สระว่ายน้ำจึงได้มีการเปิดให้บริการชั่วคราว และในปี พ.ศ. 2561 ได้มีการเปิดให้บริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาคุณภาพที่คาดหวังและคุณภาพที่เป็นจริงของผู้ใช้บริการต่อการให้บริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว โดยนำหลักการด้านส่วนประสมทางการตลาด บริการ ผสมผสานกับ คุณภาพการบริการ SERVQUAL โดยคุณภาพการบริการ คือ สิ่งที่ลูกค้าจะรับรู้ได้จากการบริการและเป็นสิ่งที่ลูกค้าจะตัดสินใจตัดสินเมื่อได้รับบริการ ด้วยการนำสิ่งที่ได้รับการบริการไปเปรียบเทียบกับสิ่งที่ลูกค้าคาดหวัง มาปรับใช้ เพื่อสำรวจและนำข้อบกพร่องในด้านการให้บริการมาปรับปรุงและแก้ไขให้การบริการมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการศึกษาของ Parasuraman, Zeithaml and Berry⁴ กล่าวว่าในมุมมองของผู้บริโภค คุณภาพบริการเกิดจากการเปรียบเทียบระหว่างความคาดหวังและการรับรู้ที่ได้รับจากการบริการ ดังนั้นจึงพัฒนาเครื่องมือในการประเมินคุณภาพบริการ เรียกว่า SERVQUAL โดยเริ่มต้นศึกษาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของคุณภาพบริการที่เหมาะสมจำนวน 10 ด้าน แล้วพัฒนาจนเหลือเพียง 5 ด้าน ได้แก่ 1) สภาพแวดล้อมทางกายภาพและสิ่งที่มีมองเห็น 2) การตอบสนองการบริการ 3) ความเอาใจใส่และเอื้ออาทรต่อผู้รับบริการ 4) ความเชื่อมั่นในคุณภาพและมาตรฐาน 5) การประกันคุณภาพบริการ ซึ่งมีผู้นำแนวคิดนี้ไปใช้ในการจัดการสถานบริการหลายรูปแบบ เช่น ห้องสมุด โรงพยาบาลและสนามกีฬา ซึ่ง

นภาพร ทศนัยนา⁵ ได้นำมาเป็นเครื่องมือวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพบริการสนามแบดมินตัน พบว่า ความคาดหวังในคุณภาพบริการสูงกว่าคุณภาพบริการที่ปรากฏความทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย สภาพแวดล้อมทางกายภาพ ความเชื่อมั่นในระบบบริการ ด้านสวัสดิการ ด้านความเชื่อมั่นในความสามารถของเจ้าหน้าที่ และด้านอรรถาธิบายไมตรีของเจ้าหน้าที่ แล้วนำมาสร้างกลยุทธ์ในการพัฒนาการบริการเพื่อสนองตามความคาดหวังของผู้ใช้บริการ

สระว่ายน้ำเป็นสมบัติของชาติที่ใช้งบประมาณสูงในการก่อสร้าง จึงควรได้รับการใช้ประโยชน์อย่างสูงสุด โดยเฉพาะในด้านการสร้างเสริมสุขภาพให้แก่ประชาชนทั่วไปให้มีสุขภาพที่แข็งแรง สอดคล้องกับเป้าหมายในแผนพัฒนากีฬาแห่งชาติฉบับปัจจุบันปี พ.ศ. 2563¹ ในข้อ 9 หน้า 16 ที่ระบุให้มีการเปิดใช้สนามกีฬาต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยเหตุผลดังกล่าว การศึกษาคุณภาพการให้บริการของสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นเพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการให้บริการให้มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาระดับคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริง ในการให้บริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ใช้บริการจำนวน 400 คน โดยใช้การเลือกสุ่มแบบง่าย (Sample random sampling) โดยคำนวณกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ทราบกลุ่มตัวอย่างที่แน่นอนของ W.G. Cochran⁶ โดยใช้การกำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5⁷

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบ 2) แบบสอบถามมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ เกี่ยวกับการบริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว โดยใช้กรอบทฤษฎี ส่วนประสมทางการตลาดบริการ 7Ps³ 3) แบบประเมินคุณภาพการบริการ SERVQUAL⁴ และ 3 คือ ข้อเสนอแนะแบบปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถให้ความคิดเห็นโดยอิสระ

นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงก่อนนำไปตรวจสอบเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน วิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ในแบบสอบถามได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity Indices: CVI=1.00) ซึ่งค่า CVI ที่ยอมรับได้คือ 0.8 ขึ้นไป⁸

วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรม ของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา รหัส Hu 061/2561 แล้วแปลแบบสอบถามเป็นภาษาลาว

2. ผู้วิจัยขอหนังสือจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงหัวหน้าและผู้บริหารที่เกี่ยวข้องในสระว่ายน้ำสนามกีฬา แห่งชาติลาวเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และขออนุญาตในการเก็บข้อมูล

3. ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บข้อมูล จำนวน และคุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ โดยติดต่อประสานงานหัวหน้าและผู้บริหารที่เกี่ยวข้องในสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว พร้อมเค้าโครงย่อการวิจัย 1 ชุด

3.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดและประโยชน์ในการทำวิจัยให้ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียทราบ ซึ่งการตอบแบบสอบถามนั้นต้องขึ้นอยู่ด้วยความสมัครใจว่าจะยินยอมเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาหรือไม่

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแจกแบบสอบถามเกี่ยวกับการให้บริการสระว่ายน้ำน้ำสนามกีฬา แห่งชาติลาว ให้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยด้วยตัวเอง

3.3 ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามแต่ละชุดด้วยตัวเองแล้วทำรหัสไม่ให้เกิดการบันทึกข้อมูลซ้ำ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจากแบบสอบถามทั้งหมด เพื่อวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลเริ่มตั้งแต่ 9 ตุลาคม 2561 ถึง 5 ธันวาคม 2561 และเก็บในช่วงเวลาที่เปิดให้บริการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล ด้านประชากร ข้อมูลด้านคุณภาพที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่ปรากฏ ผู้วิจัยจะนำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและแปลผลโดยอาศัยหลักตามโอกาสที่ควรจะเป็น⁹ ตามแนวคิดของ Best¹⁰ ซึ่งทำให้ได้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 แสดงว่า ประเมินในระดับมากที่สุด

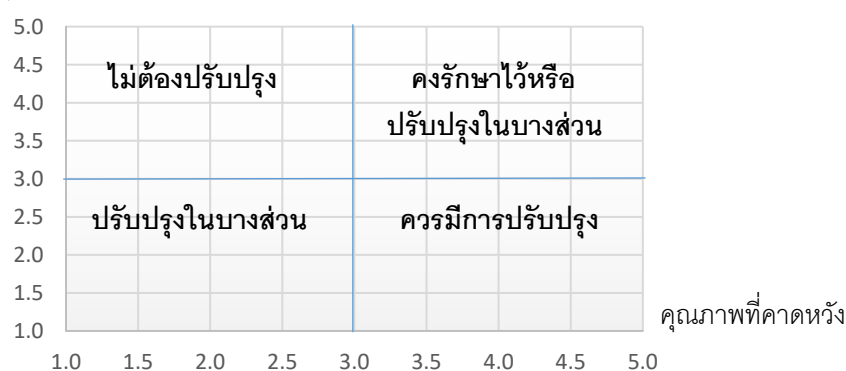
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 แสดงว่า ประเมินในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 แสดงว่า ประเมินในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 แสดงว่า ประเมินในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 แสดงว่า ประเมินในระดับน้อยที่สุด

คุณภาพที่เป็นจริง



ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบระหว่างระดับคุณภาพที่คาดหวังและระดับคุณภาพที่เป็นจริง

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับคุณภาพที่คาดหวังและคุณภาพที่เป็นจริงในการให้บริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว ที่ได้นำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียงดังนี้

ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกเพศ ความถี่ของผู้ใช้บริการ

ลักษณะส่วนบุคคล	กลุ่มตัวอย่าง (n = 400)	
	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	245	61.3
หญิง	155	38.8
2. ความถี่ในการเข้าใช้บริการ		
สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง	198	49.5
2-3 สัปดาห์/ครั้ง	162	40.5
สัปดาห์ละ 3 ครั้งหรือมากกว่า	40	10.0

จากตารางที่ 1 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้ามาใช้บริการจำนวน 400 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 61.3 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 38.8 ส่วนใหญ่ใช้บริการ สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 49.5

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และ ช่องว่างระหว่างคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริง

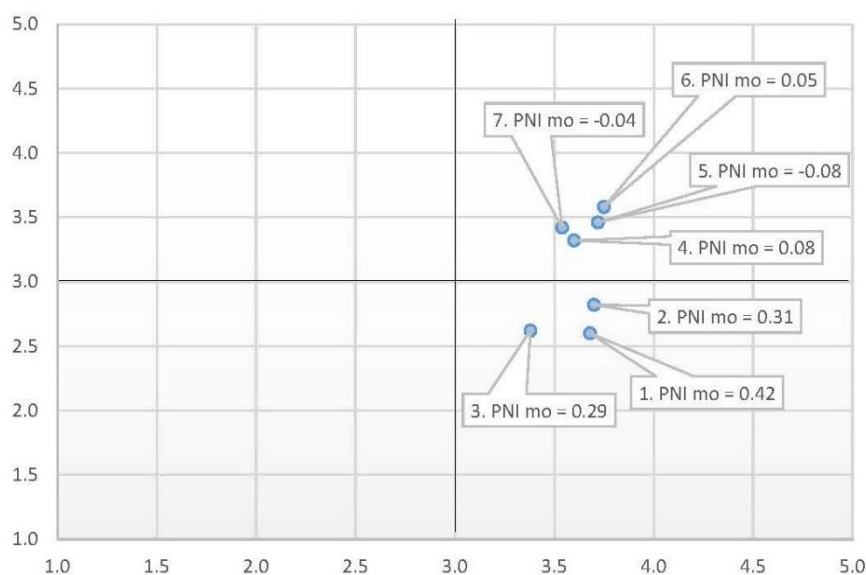
ลำดับ	คุณภาพด้านการให้บริการ	คุณภาพที่คาดหวัง			คุณภาพที่เป็นจริง			Gap	PNImo
		$\bar{X}$	SD	ระดับ	$\bar{X}$	SD	ระดับ		
1	ด้านการส่งเสริมกิจกรรมในสระว่ายน้ำ	3.68	0.41	มาก	2.60	0.54	ปานกลาง	1.08	0.42
2	ราคาและกิจกรรมที่ได้รับ	3.70	0.42	มาก	2.82	0.85	ปานกลาง	0.88	0.31
3	ด้านการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวก	3.38	0.47	ปานกลาง	2.62	0.48	ปานกลาง	0.76	0.29

ตารางที่ 2(ต่อ)

ลำดับ	คุณภาพด้านการให้บริการ	คุณภาพที่คาดหวัง			คุณภาพที่เป็นจริง			Gap	PNImo
4	ด้านความเชื่อมั่นในความสามารถและการให้บริการของเจ้าหน้าที่	3.60	0.39	มาก	3.32	0.55	ปานกลาง	0.28	0.08
5	ด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสระว่ายน้ำ	3.72	0.45	มาก	3.46	0.44	ปานกลาง	0.26	0.08
6	ด้านความสะดวกในการเข้าถึง	3.75	0.51	มาก	3.58	0.56	มาก	0.17	0.05
7	ด้านความเชื่อถือ/ความไว้วางใจในการจัดระบบการจัดการสระว่ายน้ำ	3.54	0.42	มาก	3.42	0.39	ปานกลาง	0.12	0.04
	รวม	3.62	0.44	มาก	3.12	0.55	ปานกลาง	0.50	0.16

Note: Gap=ช่องว่างระหว่างคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริง

PNImo=ดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น



ภาพที่ 2 ภาพแสดงคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริงในการให้บริการสระว่ายน้ำ สนามกีฬาแห่งชาติลาวที่ต้องปรับปรุง

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างที่มาใช้บริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว มีค่าเฉลี่ยของคุณภาพที่คาดหวังสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคุณภาพที่เป็นจริงจำนวน 3 ด้าน ที่ควรปรับปรุงเป็นอันดับแรก คือ ด้านการส่งเสริมกิจกรรมในสระว่ายน้ำ มีระดับค่าความต้องการจำเป็น (PNI=0.42) ด้านราคาและกิจกรรมที่ได้รับ (PNI=31) ด้านการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวก (PNI=29)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และ ช่องว่างระหว่างคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริงในด้านการส่งเสริมกิจกรรมในสระว่ายน้ำ

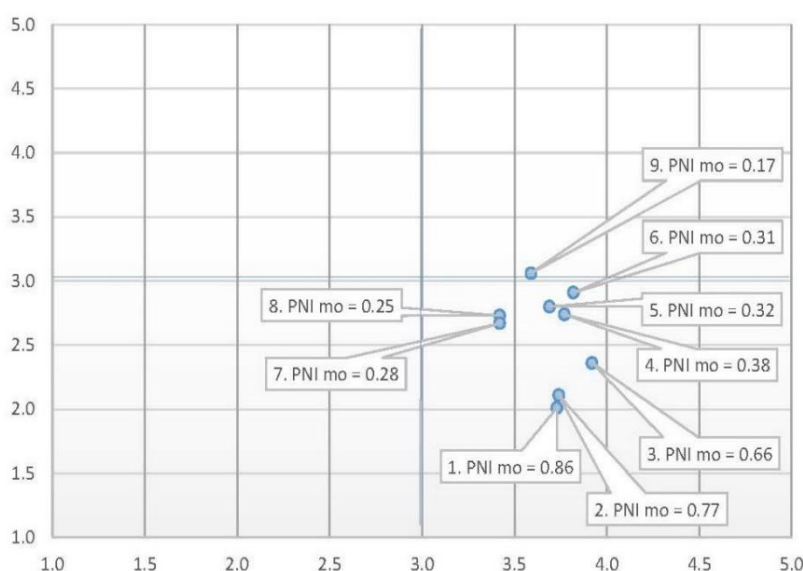
ลำดับ	ด้านการส่งเสริมกิจกรรมในสระว่ายน้ำ	คุณภาพที่คาดหวัง			คุณภาพที่เป็นจริง			Gap	PNI _{mo}
		$\bar{X}$	SD	ระดับ	$\bar{X}$	SD	ระดับ		
1	มีการจัดแข่งขันว่ายน้ำจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เข้าร่วม	3.73	0.85	มาก	2.01	0.93	น้อย	1.72	0.86
2	มีการจัดตั้งชมรมกีฬาว่ายน้ำ	3.74	1.11	มาก	2.11	0.95	น้อย	1.63	0.77
3	มีเจ้าหน้าที่ ผู้ฝึก คอยให้คำแนะนำหรือสอนว่ายน้ำ	3.92	1.06	มาก	2.36	1.21	น้อย	1.56	0.66
4	มีการแจกเอกสารประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการว่ายน้ำเพื่อสุขภาพและเล่นกีฬา	3.77	1.75	มาก	2.74	1.16	ปานกลาง	1.03	0.38
5	มีการประชาสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ลงเว็บไซต์อย่างต่อเนื่อง เช่น การส่งเสริมการว่ายน้ำ การแข่งขัน การเรียนการสอน เป็นต้น	3.69	0.88	มาก	2.80	1.14	ปานกลาง	0.89	0.32
6	มีการจัดกลุ่มเรียนว่ายน้ำที่หลากหลายในทุกระดับ	3.82	0.78	มาก	2.91	1.16	ปานกลาง	0.91	0.31
7	มีกิจกรรมสอนว่ายน้ำแก่นักเรียนนิสิตในสถาบันการศึกษา	3.42	0.82	ปานกลาง	2.67	0.91	ปานกลาง	0.75	0.28
8	มีการจัดอบรมความรู้ทางวิชาการด้านการว่ายน้ำแก่บุคลากรและประชาชนทั่วไปที่มีความสนใจ	3.42	0.82	ปานกลาง	2.73	0.95	ปานกลาง	0.69	0.25

ตารางที่ 3(ต่อ)

ลำดับ	ด้านการส่งเสริมกิจกรรมในสระว่ายน้ำ	คุณภาพที่คาดหวัง			คุณภาพที่เป็นจริง			Gap	PNImo
9	มีการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการว่ายน้ำเพื่อออกกำลังกายและเล่นกีฬาอย่างต่อเนื่อง	3.59	0.86	มาก	3.06	1.86	ปานกลาง	0.53	0.17
	รวม	3.68	0.99	มาก	2.60	1.14	ปานกลาง	1.08	0.44

Note: Gap=ช่องว่างระหว่างคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริง

PNImo=ดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น



ภาพที่ 3 ภาพแสดงคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริงด้านการส่งเสริมกิจกรรมในสระว่ายน้ำที่ควรปรับปรุง

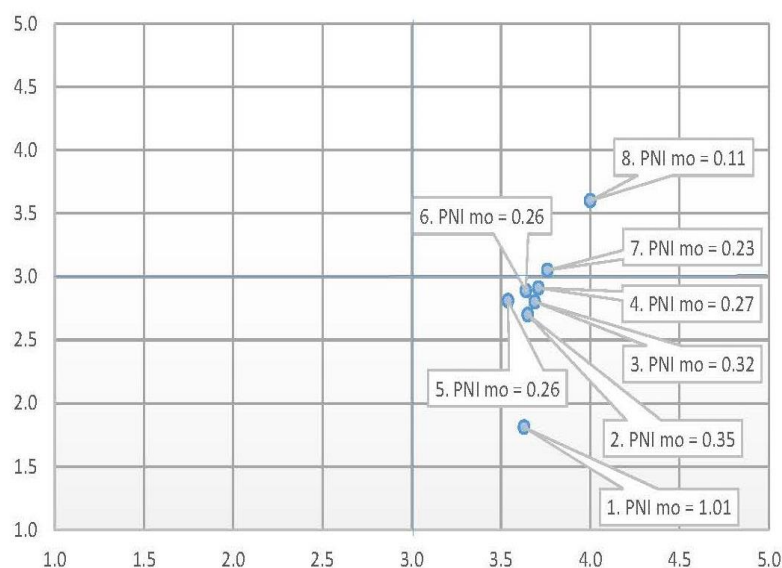
จากตารางที่ 3 เมื่อนำค่าเฉลี่ยคุณภาพที่คาดหวังและค่าเฉลี่ยคุณภาพที่เป็นจริงด้านการส่งเสริมกิจกรรมในสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว พบว่ามี 8 ประเด็นที่ควรปรับปรุงเป็นอันดับแรกได้แก่ 1) การจัดแข่งขันว่ายน้ำจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เข้าร่วม (PNI=0.86) 2) การจัดตั้งชมรมกีฬาว่ายน้ำ (PNI=0.77) 3) จัดให้มีเจ้าหน้าที่ ผู้ฝึกสอนคอยให้คำแนะนำหรือสอนว่ายน้ำ (PNI=0.66) 4) มีการแจกเอกสารประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการว่ายน้ำเพื่อสุขภาพและเล่นกีฬา (PNI=0.38) 5) มีความสม่ำเสมอในการประชาสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ลงเว็บไซต์อย่างต่อเนื่อง เช่น การส่งเสริมการว่ายน้ำ การแข่งขัน การเรียนการสอน เป็นต้น (PNI=0.32) 6) มีการจัดกลุ่มเรียนว่ายน้ำที่หลากหลายในทุกระดับ (PNI=0.31) 7) มีกิจกรรมสอนว่ายน้ำแก่นักเรียน นิสิตในสถาบันการศึกษา (PNI=0.28) และ 8) มีการจัดอบรมความรู้ทางวิชาการด้านการว่ายน้ำแก่บุคลากรและประชาชนทั่วไปที่มีความสนใจ (PNI=0.25)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และ ช่องว่างระหว่างคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริงในด้านราคาและกิจกรรมที่ได้รับ

ลำดับ	ด้านอัตราค่าบริการ	คุณภาพที่คาดหวัง			คุณภาพที่เป็นจริง			Gap	PNImo
		$\bar{X}$	SD	ระดับ	$\bar{X}$	SD	ระดับ		
1	มีการกำหนดอัตราค่าบริการที่ต่ำกว่าปกติเพื่อให้ครูฝึกสอนว่ายน้ำหรือให้บริการแบบเป็นกลุ่ม	3.63	0.88	มาก	1.81	1.08	น้อย	1.82	1.01
2	ความเหมาะสมในการกำหนดอัตราค่าบริการที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มสมาชิก/พนักงาน/นักศึกษา/บุคคลภายนอก	3.65	0.98	มาก	2.70	1.15	ปานกลาง	0.95	0.35
3	ความหลากหลายของรูปแบบการชำระเงินเพื่อใช้บริการ	3.69	0.84	มาก	2.80	1.24	ปานกลาง	0.89	0.32
4	ความเหมาะสมของอัตราค่าบริการการเข้าใช้บริการแต่ละกิจกรรม	3.71	0.89	มาก	2.91	1.23	ปานกลาง	0.80	0.27
5	ความเหมาะสมระหว่างอัตราค่าบริการกับระยะเวลาในการใช้บริการ	3.54	0.94	มาก	2.81	1.11	ปานกลาง	0.73	0.26
6	ความหลากหลายของกิจกรรมการว่ายน้ำที่ได้รับกับอัตราค่าบริการ	3.64	0.83	มาก	2.89	1.22	ปานกลาง	0.75	0.26
7	ความคุ้มค่าของอัตราค่าใช้บริการ กับบริการที่ได้รับ	3.76	0.87	มาก	3.05	1.36	ปานกลาง	0.71	0.23
8	มีป้ายบอกราคา/อัตราค่าบริการที่ชัดเจน	4.00	0.89	มาก	3.60	1.08	มาก	0.40	0.11
	รวม	3.70	0.89	มาก	2.82	1.18	ปานกลาง	0.88	0.35

Note: Gap=ช่องว่างระหว่างคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริง

PNImo=ดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น



ภาพที่ 4 ภาพแสดงคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริงด้านด้านราคาและกิจกรรมที่ได้รับในสระว่ายน้ำ
น้ำที่ควรปรับปรุง

จากตารางที่ 4 เมื่อนำค่าเฉลี่ยคุณภาพบริการที่คาดหวังและค่าเฉลี่ยคุณภาพบริการที่เป็นจริงด้านราคาและกิจกรรมที่ได้รับในสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว พบว่ามี 6 ประเด็นที่ควรปรับปรุง ได้แก่ 1) มีการกำหนดอัตราค่าบริการที่ต่ำกว่าปกติเพื่อให้ครูฝึกสอนว่ายน้ำน้ำ หรือให้บริการแบบเป็นกลุ่ม (PNI=1.01) 2) พิจารณาการกำหนดอัตราค่าบริการที่แตกต่างกันของกลุ่มผู้ให้บริการ (PNI=0.35) 3) ความหลากหลายของรูปแบบการชำระเงินเพื่อให้บริการ (PNI=0.32) 4) ความเหมาะสมของอัตราค่า บริการการเข้าใช้บริการแต่ละกิจกรรม (PNI=0.27) 5) ความเหมาะสมระหว่างอัตราค่า บริการกับระยะเวลาในการใช้บริการ (kPNI=0.26) และ 6) ความหลากหลายของกิจกรรมการว่ายน้ำที่ได้รับกับอัตราค่าบริการ (PNI=0.26)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และ ช่องว่างระหว่างคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริงในด้านการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวก

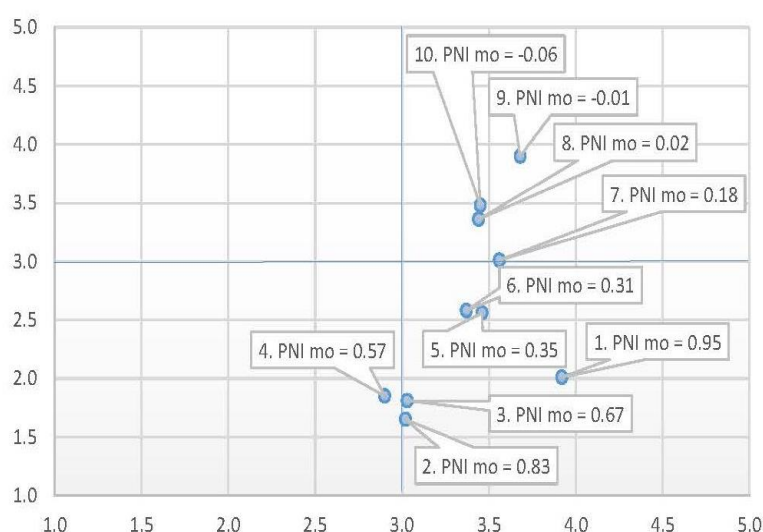
ลำดับ	ด้านการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวก	คุณภาพที่คาดหวัง			คุณภาพที่เป็นจริง			Gap	PNI mo
		$\bar{X}$	SD	ระดับ	$\bar{X}$	SD	ระดับ		
1	มีเจ้าหน้าที่ช่วยชีวิตประจำสระในช่วงเวลาให้บริการ	3.92	1.06	มาก	2.01	0.93	น้อย	1.91	0.95
2	มีบริการระบบสัญญาณ Wifi ที่ครอบคลุมทุกพื้นที่ภายในสระ	3.02	1.26	ปานกลาง	1.65	1.05	น้อย	1.37	0.83
3	มีกล้องวงจรปิดเพื่อบันทึกเหตุการณ์ในสระว่ายน้ำ	3.03	1.21	ปานกลาง	1.81	1.08	น้อย	1.22	0.67

ตารางที่ 5(ต่อ)

ลำดับ	ด้านการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวก	คุณภาพที่คาดหวัง			คุณภาพที่เป็นจริง			Gap	PNImo
		$\bar{X}$	SD	ระดับ	$\bar{X}$	SD	ระดับ		
4	มีบริการรถรับ-ส่งสาธารณะในบริเวณที่ใกล้เคียง	2.90	1.19	ปานกลาง	1.85	1.00	น้อย	1.05	0.57
5	บริการเช่า-ยืม อุปกรณ์/ชุดว่ายน้ำ	3.46	0.85	ปานกลาง	2.56	1.27	ปานกลาง	0.90	0.35
6	มี ยา อุปกรณ์ปฐมพยาบาล อุปกรณ์ AED (เครื่องกระตุ้นหัวใจ) และ อุปกรณ์ชีพจรประจำสระว่ายน้ำ	3.37	0.78	ปานกลาง	2.58	1.04	ปานกลาง	0.79	0.31
7	มีบริการจัดการเรียนการสอน ว่ายน้ำเบื้องต้น	3.56	0.82	มาก	3.01	1.00	ปานกลาง	0.55	0.18
8	มีการแบ่งสัดส่วนช่องว่ายน้ำหรือพื้นที่ในสระว่ายน้ำ สำหรับให้บริการทั่วไป การเรียน และการสอนว่ายน้ำ เพื่อให้เพียงพอและเหมาะสมกับผู้ใช้บริการ	3.44	0.76	ปานกลาง	3.36	0.69	ปานกลาง	0.08	0.02
9	มีการจัดจำหน่ายเครื่องดื่ม และอาหารว่างบริเวณสระว่ายน้ำหรือบริเวณใกล้เคียง	3.45	0.84	ปานกลาง	3.48	0.78	ปานกลาง	-0.03	-0.01
10	มีการบริการน้ำดื่มในบริเวณสระว่ายน้ำ หรือพื้นที่ใกล้เคียง	3.68	0.87	มาก	3.90	0.76	มาก	-0.22	-0.06
	รวม	3.38	0.96	ปานกลาง	2.62	0.96	ปานกลาง	0.76	0.38

Note: Gap=ช่องว่างระหว่างคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริง

PNImo=ดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น



ภาพที่ 5 ภาพแสดงคุณภาพบริการที่คาดหวังและคุณภาพบริการที่เป็นจริงด้านการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวกในสระว่ายน้ำที่ควรปรับปรุง

จากตารางที่ 4 เมื่อนำค่าเฉลี่ยคุณภาพบริการที่คาดหวังและค่าเฉลี่ยคุณภาพบริการที่เป็นจริงด้านการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวกในสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว พบว่ามี 7 ประเด็นที่ควรปรับปรุงเป็นอันดับแรก ได้แก่ 1) จัดให้มีเจ้าหน้าที่ช่วยชีวิตประจำสระในช่วงเวลาให้บริการ (PNI=0.95) 2) จัดให้มีบริการระบบสัญญาณ Wi-Fi ที่ครอบคลุมทุกพื้นที่ภายในสระ (PNI=0.88) 3) จัดให้มีกล้องวงจรปิดเพื่อบันทึกเหตุการณ์ในสระว่ายน้ำ (PNI=0.67) 4) มีบริการรถ รับ/ส่งสาธารณะในบริเวณที่ใกล้เคียง (PNI=0.57) 5) บริการเช่า/ยืม อุปกรณ์/ชุดว่ายน้ำ (PNI=0.35) 6) มี ยา อุปกรณ์ปฐมพยาบาล อุปกรณ์ AED (เครื่อง กระตุ้นหัวใจ) และอุปกรณ์ชูชีพประจำสระว่ายน้ำ (PNI=0.31) และ 7) มี บริการจัดการเรียนการสอน ว่ายน้ำเบื้องต้น (PNI=0.18)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าคุณภาพบริการที่คาดหวังมีระดับสูงกว่าระดับคุณภาพบริการที่เป็นจริงในการให้บริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาว ซึ่งแสดงว่าด้านคุณภาพบริการยังไม่เป็นที่พอใจของผู้ใช้บริการ โดยเฉพาะประเด็นที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเร่งด่วน จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการส่งเสริมกิจกรรมในสระว่ายน้ำ ด้านราคาและกิจกรรมที่ได้รับ ด้านการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งสอดคล้องกับ นภาพร ทศนัยนา⁶ กล่าวว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคาดหวังในคุณภาพบริการสูงกว่าคุณภาพบริการที่ปรากฏ หรือ อีกนัยหนึ่ง คือ การให้บริการที่ปรากฏในสภาพปัจจุบันยังไม่เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้บริการนั่นเอง และสอดคล้องกับข้อค้นพบของ อภิญา ศรีมหาพรหม¹¹ ที่ศึกษาคุณภาพบริการของสถานกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่าผู้ใช้บริการมีความต้องการให้มีการปรับปรุงคุณภาพบริการให้ดีกว่าที่เป็นอยู่

ด้านการส่งเสริมกิจกรรม ผลการวิจัย พบว่า ผู้ใช้บริการต้องการให้มีการจัดแบ่งกลุ่มเรียนว่ายน้ำที่หลากหลาย ในทุกระดับ มีกิจกรรมสอนว่ายน้ำแก่นักเรียน นิสิตในสถาบันการศึกษา มีเจ้าหน้าที่ ผู้ฝึกสอนคอยให้คำแนะนำหรือสอนว่ายน้ำประจำในช่วงเวลาเปิดให้บริการ มีการจัดแข่งขันว่ายน้ำ โดยจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เข้าร่วม และ

จัดตั้งสโมสรว่ายน้ำประจำสระเพื่อเปิดโอกาสให้คนที่มีความสนใจ และมีความสามารถทางด้านกีฬาว่ายน้ำเข้ามาร่วมเป็นสมาชิก เช่นเดียวกับ วาสนา นูตร์โพธิ์¹² ได้ศึกษาความคาดหวัง การรับรู้และความพึงพอใจในกลยุทธ์ด้านส่วนประสมทางการตลาดบริการของผู้รับบริการในสถานบริการร่างกายจังหวัดชลบุรี พบว่า ผู้รับบริการในสถานออกกำลังกายต้องการ/คาดหวังที่จะมีพนักงานบริการที่ดี เอาใจใส่ลูกค้าและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่ดีต่อผู้มาใช้บริการ การเปิดให้บริการสระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาวควรมีการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการว่ายน้ำ กิจกรรมและความรู้ใหม่ๆ ลงเว็บไซต์อย่างต่อเนื่อง ควรจัดทำบอร์ดประชาสัมพันธ์ข่าวสารที่เด่นชัด เพื่อให้ผู้ใช้บริการได้ติดตามข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว อภิญา ศรีมหาพรหม¹¹ ระบุว่าควรเพิ่มช่องทางเผยแพร่ข่าวสาร ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จัดทำทางเว็บไซต์ หรือการอบรมให้ความรู้ผู้ที่มาใช้บริการ จัดเจ้าหน้าที่ทำหน้าที่ประชาสัมพันธ์ แจ้งข้อมูลข่าวสาร นำเสนอกิจกรรมต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ กระจายข่าวสารให้รับรู้โดยทั่วกันทุกช่องทางการสื่อสาร

ด้านอัตราค่าบริการในสระว่ายน้ำ ผลการวิจัยพบว่า ควรกำหนดอัตราค่าบริการแบบพิเศษให้ครูฝึกสอนว่ายน้ำ หรือให้กับกลุ่มที่เข้ามาใช้บริการเพื่อจัดกิจกรรมต่าง ๆ เช่น สมาชิก/พนักงาน/นักศึกษา/บุคคลภายนอก และปรับลดอัตราค่าบริการให้มีความเหมาะสมในแต่ละกิจกรรมเพื่อดึงดูดผู้ใช้บริการจากหลายพื้นที่ สอดคล้องกับ กฤษดา ตามประดิษฐ์¹³ กล่าวว่า ผู้ใช้บริการมีความคาดหวังในการจ่ายอัตราค่าสมาชิกที่มีความเหมาะสมกับคุณภาพที่ได้รับเมื่อเทียบกับระดับของความคุ้มค่าระหว่างอัตราค่าสมาชิกกับระยะเวลาในการใช้บริการ และความถี่ของอัตราค่าสมาชิก โดยอัตราค่าสมาชิกที่จ่ายไปมีความคุ้มค่ากับบริการที่ได้รับ และมีความเหมาะสมกับระยะเวลาการเป็นสมาชิกรวมถึงความคงที่ของอัตราค่าสมาชิก มีผลมาจากการประเมินสิ่งที่ได้รู้ว่าการจ่ายเงินค่าสมาชิกคุ้มค่ากับบริการที่ได้รับอยู่ในอัตราส่วนที่ไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับ นกพร ทศนัยนา¹⁴ เสนอว่า ควรกำหนดอัตราค่าเช่าสนามให้ใกล้เคียงกับสนามอื่น ๆ อัตราค่าเรียนชั้นพื้นฐานกำหนดไว้ตามจำนวนเวลาเรียน และอัตราค่าสอนสำหรับนักกีฬาจะแตกต่างกัน ตามระดับความสามารถและชั่วโมงในการเรียน มีการลดราคาสำหรับผู้ฝึกสอนที่มาเช่าสนามเพื่อฝึกสอนและสมาชิกที่มาเช่าเป็นรายปี นอกจากนี้สระว่ายน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาวควรจัดให้มีความหลากหลายของรูปแบบในการชำระอัตราค่าบริการต่าง ๆ ก่อนเข้าใช้

ด้านการจัดสิ่งอำนวยความสะดวกในสระว่ายน้ำ พบว่า ควรจัดเจ้าหน้าที่ช่วยชีวิตประจำสระเพื่อดูแลความปลอดภัยในช่วงเวลาเปิดให้บริการ ติดตั้งกล้องวงจรปิดเพื่อบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสระและบริเวณรอบ ๆ สระว่ายน้ำและควรติดตั้งระบบสัญญาณ Wi-Fi ภายในสระเพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจและจัดให้มีบริการรถรับ/ส่งสาธารณะในบริเวณที่ใกล้เคียงเพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้ามาใช้บริการ เพิ่มจำนวนอุปกรณ์ว่ายน้ำสำหรับเช่า/ยืม และควรมียา อุปกรณ์ปฐมพยาบาล อุปกรณ์ AED (เครื่อง กระตุกหัวใจ) และอุปกรณ์ชุดชีพายน้ำไว้คอยบริการในยามฉุกเฉิน เช่นเดียวกับ รักชนก มณีรัตน์¹⁵ ได้กล่าวว่า สิ่งอำนวยความสะดวก ทำให้การประกอบกิจกรรมทำได้ง่ายขึ้นและเพื่อรองรับกิจกรรมของผู้ใช้บริการ สอดคล้องกับ จิตตินันท์ เดชะคุปต์¹⁶ ที่กล่าวว่า สภาพแวดล้อมและบรรยากาศของการบริการมีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของลูกค้า เช่น การออกแบบอาคารสถานที่ การตกแต่ง การจัดแบ่งพื้นที่เป็นสัดส่วนและการให้บริการวัสดุอุปกรณ์ เช่นเดียวกับ Gronroos¹⁷ กล่าวว่า สิ่งที่ใช้บริการได้รับจากการบริการหลักที่มีความสะดวกสบาย หรือสิ่งที่เพิ่มเติมในกระบวนการบริการ เช่น วัสดุอุปกรณ์ ที่จัดเสริมขึ้นมาในการบริการเพื่ออำนวยความสะดวกสบายนั้น มีความสนใจให้เข้ามาใช้บริการ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเรื่องคุณภาพการบริการสระว่ายน้ำน้ำสนามกีฬาแห่งชาติลาวทำให้ทราบถึงความต้องการจำเป็นของผู้ใช้บริการ ดังนั้น ผู้บริหารและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสระว่ายน้ำน้ำควร ศึกษาและหาแนวทางนำสิ่งที่ค้นพบจากวิจัยนี้ไปปรับใช้เพื่อให้สอดคล้อง กับระดับคุณภาพบริการที่คาดหวังของผู้ใช้บริการ และควรสำรวจความเห็นของผู้ใช้บริการเป็นระยะ ตลอดปี เพื่อปรับปรุงและสร้างกลยุทธ์ในการบริการให้เป็นที่พึงพอใจแก่ผู้บริการ

เอกสารอ้างอิง

1. Ministry of Education and Sports. A guideline on the operations of the Lao National Stadium 2015-2016. Vientiane Capital. Lao National Stadium Department of Advanced Sports, Ministry of Education and Sports 2015:16.
2. Kotler, P., & Armstrong, G. Principles of marketing. New Jersey: Prentice-Hall; 1997.
3. Seri Wong Monta. Analysis on consumer behavior. Bangkok: Diamond in Business World; 1999.
4. Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. Servqual: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. J Retailing. 1988; 64(1):12-40.
5. Napaporn Tassanaiana. Research on the strategy management of commercial badminton courts, Faculty of Sport Science Burapha University. Chon Buri; 2013.
6. Cochran, W.G. Sampling Techniques. New York: John Wiley and Sons Inc; 1963.
7. Kalaya Wanichbancha. Statistics for Research. Bangkok: Chulalongkorn University 2006:74.
8. National Research Council of Thailand. Textbook on training course. "Researcher". Bangkok: Research Training Group. National Research Council of Thailand (WG.) 2004:131.
9. Luan Saiyot and Angkana Saiyot. Educational Research Techniques. Bangkok: Suviriyasan; 1995.
10. Best, J. W. I. Research in Education. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall; 1977.
11. Apinya Sri Mahaprom. Guidelines on improving the quality of Sport Facilities and Health. Suranaree University of Technology. Master Thesis of Science. Exercise Science and Sports. Faculty of Sport Science, Burapha University 2018:124-128.
12. Wasana Boudpho. Expectation on cognitive and satisfaction in the mixed strategy of marketing service for the customer in body exercise administrative, Chonburi. Master Thesis of Science. Exercise Science and Sports. Faculty of Sport Science. College Burapha University 2006:145.
13. Krisada Thampadit. The Expectation and Reality of services for members. Chulalongkorn University Sports Center. Master Thesis of Science. Exercise Science and Sports. Faculty of Sport Sciences. Burapha University 2008:80.
14. Napaporn Tassanaiana. Research on the strategy management of commercial badminton courts. Chon Buri: Faculty of Sport Science Burapha University 2016:61.

15. Rakchanok Manirat. Tourists' views on the facilities management services and Services at Thung Salaeng Luang National Park, Phitsanulok and Phetchaboon. Master Thesis on Public Administration. Master Program on Public Administration. College, Phranakhon Rajabhat University; 2007.
16. Chittinan Dekupta. Psychology Services. Nonthaburi: Press of University Sukhothai Thammathirat 2002:29.
17. Gronroos, C. Service quality: The six criteria of good service quality. Review of Business 1988; 8(3):10-12.

THE EFFECTS OF COMBINED DRY-LAND STRENGTH TRAINING AND SWIMMING TRAINING ON BODY COMPOSITION, MUSCLE STRENGTH AND AEROBIC SWIMMING PERFORMANCE
IN YOUNG SWIMMERS : A PILOT STUDY

Natthida BANGMEK^{1*} and Kanok PANTHONG²

¹*Faculty of Education, Rajabhat Mahasarakham University, Mahasarakham, THAILAND, 44000*

²*College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University, Chonburi, THAILAND, 20131*

Abstract

This study aims to determine the effects of combined dry-land strength training and swimming training on body composition, muscle strength, and aerobic swimming performance in young swimmers. The participants consisted of 6 male swimmers the Assumption College Sriracha swimming club, aged 9-15 years old, experienced in swimming 1-5 years. The participants performed a dry-land strength training, 2 days/week, 1 hour per day, and swimming training, 6 days/week, 2 hour per day for 12 weeks. The data about body composition, muscle strength, and aerobic swimming performance, were collected before and after training at weeks 4th, 8th, and 12th. The data were analyzed by using the Friedman test, Wilcoxon signed ranks test.

The results showed that the young swimmers had significantly increased weight, the fat-free mass, and muscle strength after the combined dry-land strength training and swimming training. The percentage of body fat, fat mass, and critical swimming speed before training, after training weeks 4th, 8th, and 12th were not different significantly. In conclusion, combined dry-land strength training and swimming training increase muscle strength and fat-free mass in young swimmers. The athletes can use the combined dry-land strength training and swimming training could be a favorable training program for improving swimming performance in young swimmers.

(Journal of Sports Science and Technology 2020; 20(1): 36-50)

(Received: 5 August 2019, Revised: 16 March 2020, Accepted: 9 April 2020)

KEYWORDS: Body Composition/ Muscle Strength/ Young Swimmers/ Aerobic Swimming Performance/
Dry-Land Strength Training

*Corresponding author: Natthida BANGMEK

Faculty of Education, Rajabhat Mahasarakham University, Mahasarakham, THAILAND, 44000

E-mail: bee_bangmek@hotmail.com

ผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน : การศึกษานำร่อง

ณัฐริดา บังเมฆ^{1*} และ กนก พานทอง²

¹คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, จังหวัดมหาสารคาม, ประเทศไทย, 44000

²วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, มหาวิทยาลัยบูรพา, จังหวัดชลบุรี, ประเทศไทย, 20131

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็น นักกีฬาว่ายน้ำสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา อายุ 9-15 ปี เพศชายและมีประสบการณ์แข่งขัน 1-5 ปี จำนวน 6 คน ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกบนบกสัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 ชั่วโมง และฝึกว่ายน้ำ สัปดาห์ละ 6 วัน วันละ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ เก็บข้อมูล องค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ก่อน และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Friedman test และสถิติ Wilcoxon signed ranks test

ผลการวิจัยพบว่า นักกีฬาว่ายน้ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว มวลไร้ไขมัน และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เพิ่มขึ้น ภายหลังการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และความเร็ว วิกฤตอล สวิมสปีด (critical swimming speed) ระยะก่อนฝึก และ หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 8 และ 12 ไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า การฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มวลไร้ไขมัน ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนได้ นักกีฬาสามารถนำโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำ ไปใช้ในการวางแผนการฝึกซ้อมว่ายน้ำให้เหมาะสมกับเยาวชนต่อไป

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2563; 20(1): 36-50)

คำสำคัญ: องค์ประกอบร่างกาย/ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ/ นักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน/ ความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก/ การฝึกความแข็งแรงบนบก

บทนำ

กีฬาวัยน้ำต้องมีเทคนิคและทักษะการว่ายน้ำรวมถึงการสร้างสมรรถภาพร่างกายให้มีความสมบูรณ์เพื่อการแข่งขันและการพัฒนาการฝึกซ้อมของนักกีฬา โดยสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทยได้แบ่งระยะเวลาการวางแผนการฝึกซ้อม (Periodization) ของนักกีฬาวัยน้ำเป็น 4 ช่วง ประกอบด้วย ช่วงการปรับตัวพื้นฐานของร่างกาย (General Phase) ใช้ระยะเวลา 4-8 สัปดาห์ ช่วงการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจง (Specific Phase) ใช้ระยะเวลา 2-4 สัปดาห์ ช่วงการลดปริมาณและเพิ่มคุณภาพของการฝึกซ้อม/การแข่งขัน (Taper/Competition Phase) ใช้ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์ และช่วงการพักจากการฝึกซ้อมเพื่อการฟื้นคืนสภาพทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ (Recovery Phase/Off-season) ใช้ระยะเวลา 1-4 สัปดาห์ ซึ่งในการฝึกซ้อมที่เสริมสร้างสมรรถภาพพื้นฐานสำหรับพัฒนาร่างกายของนักกีฬาวัยน้ำให้มีความพร้อมและสามารถรับการฝึกซ้อมกีฬาในระดับต่อไปจึงฝึกในช่วงGeneral/Specific/Taper ซึ่งอาจใช้ระยะเวลา 8-12 สัปดาห์¹ ดังนั้นจึงมีการฝึกว่ายน้ำที่แตกต่างกันเพื่อพัฒนาสมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจงเพื่อให้เกิดการพัฒนาในระยะยาว

การพัฒนานักว่ายน้ำสู่ความเป็นเลิศ มีการฝึกว่ายน้ำที่มีระยะทางแตกต่างกัน ทั้งระยะสั้นและระยะไกลโดยทำการฝึกแบบแอโรบิกที่เน้นการฝึกซ้อมว่ายน้ำระยะไกล เพื่อการพัฒนาความสามารถในการยืนระยะเชิงแอโรบิก (Aerobic Capacity) และค่อย ๆ เพิ่มความหนักในการฝึกแบบแอนแอโรบิกเพื่อพัฒนาความสามารถในการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic Capacity)² ที่ส่งผลให้การทำงานของระบบหายใจ และไหลเวียนเลือด ทำงานได้ดีขึ้น ร่างกายสามารถขนส่งออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการฟื้นสภาพในระหว่างการฝึกซ้อมและแข่งขันได้อย่างรวดเร็ว³ โดยเฉพาะนักกีฬาวัยน้ำเยาวชนที่เริ่มมีการฝึกซ้อมตั้งเด็ก ใช้เวลาในการฝึกซ้อม 20-30 ชั่วโมง/สัปดาห์ มีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง และใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน เพื่อให้ประสบความสำเร็จจะเริ่มมีการฝึกซ้อมทักษะการเคลื่อนไหวควบคู่กับการฝึกทักษะในการว่ายน้ำ (Learn to Train) ในช่วงอายุ 9 ปี รวมถึงการพัฒนาทักษะกลไกสูงสุด โดยเน้นการฝึกความมั่นคงของข้อต่อซึ่งจะทำให้ให้นักกีฬาวัยน้ำทำการฝึกซ้อมและแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ⁴ มีความสามารถในการตอบสนองต่อการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการยืนระยะเชิงแอโรบิกได้ดีและสามารถพัฒนาได้จากการฝึกบนบกและการฝึกในน้ำ

การฝึกบนบก (Dry Land) เป็นการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายของนักว่ายน้ำที่อยู่นอกเหนือจากการฝึกซ้อมในสระว่ายน้ำ¹ มีรูปแบบการซ้อมที่หลากหลาย เช่น การฝึกความแข็งแรง (Strength) การฝึกเสริมสร้างสภาพร่างกาย (Conditioning) เป็นต้น⁵ การฝึกบนบกสำหรับการเสริมสร้างความแข็งแรงและความสามารถในการว่ายน้ำ ในนักกีฬาเยาวชนที่มีอายุตั้งแต่ 9 ปีขึ้นไปจะใช้การฝึกความแข็งแรงด้วยการใช้น้ำหนักตัว (Body weight) ในกลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ลำตัวส่วนบน และลำตัวส่วนล่าง ซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อหลักในการว่ายน้ำ⁶ โดยพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกาย จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วในการว่ายน้ำ⁷ และจากการศึกษาของ Morouco, Keskinen, Vilas-Boas, and Fernandes⁸ พบว่ากำลังของกล้ามเนื้อแขนจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความเร็วในการว่ายน้ำระยะสั้นในท่าฟรีสไตล์ จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการฝึกบนบกของนักกีฬาวัยน้ำส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายโดยเฉพาะองค์ประกอบร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดย Grant และ Kavaliauskas⁹ ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกบนบกที่เน้นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาวัยน้ำอายุ 13 ปี เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าการฝึกบนบกสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน และขา ให้มีค่าเพิ่มมากขึ้น และช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บบริเวณเข่าและหัวไหล่อีกด้วย นอกจากนี้การฝึกบนบกส่งผลต่อองค์ประกอบร่างกาย จากการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อจากการเสริมสร้างองค์ประกอบของระบบประสาท (Neural Component) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อและการเพิ่มขนาดและความหนาแน่นของเส้นใยกล้ามเนื้อ¹⁰ เกิดการสังเคราะห์โครงสร้างทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นและทำงานมีประสิทธิภาพ

มากขึ้น¹¹ จึงใช้การฝึกบนบกควบคู่กับการฝึกซ้อมว่ายน้ำเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและเพิ่มองค์ประกอบร่างกาย แต่ในขณะเดียวกันยังมียังงานวิจัยอีกมากที่พบว่า การฝึกความแข็งแรงบนบกไม่ได้ส่งผลต่อความสามารถในการว่ายน้ำโดยเฉพาะความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกที่เป็นสมรรถภาพที่สำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาเยาวชนเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝึกซ้อมว่ายน้ำเพียงอย่างเดียว¹² ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน โดยผลการวิจัยสามารถเป็นข้อมูลในการวางแผนการฝึกซ้อมว่ายน้ำให้เหมาะสมกับเยาวชนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำสำหรับการเพิ่มองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างขององค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

สมมุติฐานการวิจัย

การฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน ส่งผลให้ องค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก เพิ่มขึ้นจากก่อนการฝึก

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีการดำเนินการวิจัยแบบ Repeated Measures Design และผ่านการพิจารณาจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยบูรพา (Sci 084/2561)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรเป็นนักกีฬาว่ายน้ำสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน 40 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา เพศชาย อายุระหว่าง 9-15 ปี การ

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณมาจากสมการ¹¹
$$n = \left[\frac{(z_\alpha / 2 + z_\beta) \sigma}{\mu - \mu_0} \right]^2$$
 จากค่า Mean and SD ของ Grant and Kavaliauskas⁹ กำหนดระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ($\alpha = .05$) อำนาจการทดสอบ (power of test) = 0.80 และ effect size = 1.40 จากการคำนวณได้กลุ่มทดลองจำนวน 6 คน และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ (Inclusion Criteria) คัดเลือกจากมีประสบการณ์แข่งขันว่ายน้ำ 1-5 ปี ไม่ได้รับฮอร์โมน ยาหรืออาหารเสริมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2561 ผ่านการตรวจร่างกายจากแพทย์ ผ่านการประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (The Physical Activity Readiness Questionnaire: PAR-Q) และไม่มีประวัติการบาดเจ็บก่อนจะเข้าร่วมการวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน ในการเข้าร่วมการวิจัยได้ขอความร่วมมือในการทำวิจัยทุกขั้นตอนแบบเต็มความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบก พัฒนาขึ้นมาโดยใช้สัดส่วนของการฝึกกล้ามเนื้อที่ใช้ในการฝึกบนบกของกีฬายูเอชเอ กลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 33.33% กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวส่วนบน 33.33% และกลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวส่วนล่าง 33.33% พัฒนาจากงานวิจัยก่อนหน้านี้⁶ ใช้หลักการปรับเพิ่มความหนักในการฝึก (Progressive) 5%¹³ การกำหนดความถี่ จำนวนครั้ง และจำนวนเซต พัฒนาจาก National Strength and Conditioning Association¹⁴ และผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) เท่ากับ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบก 12 สัปดาห์

สัปดาห์ที่ 1-4				สัปดาห์ที่ 5-8				สัปดาห์ที่ 9-12			
ท่า	ครั้ง	พัก (นาที)	เซต	ท่า	ครั้ง	พัก (นาที)	เซต	ท่า	ครั้ง	พัก (นาที)	เซต
1. Overhead squat	10	1	3	1. Overhead squat	12	1	3	1. Overhead squat	14	1	3
2. Lunges	10	1	3	2. Lunges	12	1	3	2. Lunges with twist	14	1	3
3. Tricep dips	10	1	3	3. Tricep dips	12	1	3	3. Tricep dips	14	1	3
4. Sit up	10	1	3	4. Alternating leg V Up	12	1	3	4. V-Ups	14	1	3
5. Plank	10 s	1	3	5. Plank	12 s	1	3	5. Plank	14 s	1	3
6. Knee push-up	10	1	3	6. Push-up	12	1	3	6. Push-up with feet	14	1	3

2. การวัดองค์ประกอบร่างกาย ใช้การชั่งน้ำหนักตัว (Weight) วัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percentage of body fat) มวลไขมัน (Fat mass) และมวลไร้ไขมัน (Fat-free mass)

2.1 การชั่งน้ำหนักตัวใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ TANITA รุ่น UM-075

2.2 การหาเปอร์เซ็นต์ไขมันใช้เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ยี่ห้อ Lange ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา ปี 1985 โดยทำการวัด 2 ตำแหน่ง คือ บริเวณต้นแขนด้านหลัง (Triceps) และบริเวณสะบัก (Subscapular) ตามวิธีการและสูตรของ Slaughter และคณะ¹⁵ ใช้การวัด 2 ครั้ง (3% Accuracy) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ถ้าผลรวมของค่าที่วัด มีมากกว่า 35 จะใช้สูตร $\%BF = 0.783 (TSF + SSSF) + 1.6$

ถ้าผลรวมของค่าที่วัดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 จะใช้สูตร $\%BF = 1.21(TSF + SSSF) - 0.008(TSF + SSSF)^2 - 1.7$

เมื่อ $\%BF$ หมายถึง เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat percentage)

TSF หมายถึง ความหนาของไขมันตำแหน่ง ต้นแขนด้านหลัง (Triceps Skinfold)

SSSF หมายถึง ความหนาของไขมันตำแหน่ง สะบัก (Subscapular Skinfold)

2.3 มวลไขมัน (Fat Mass) และ มวลไร้ไขมัน (Fat Free Mass) ใช้วิธีการหาจากสูตรของ Siri¹⁶

$$\text{Fat Mass (kg)} = (\%BF \times Wt)/100$$

$$\text{และ Fat Free Mass (kg)} = Wt - \text{Fat Mass}$$

เมื่อ $\%BF$ หมายถึง เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat percentage)

Wt หมายถึง น้ำหนักตัว (Weight)

3. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ใช้เครื่องวัดแรงบีบมือ (Hand-grip dynamometer) ยี่ห้อ T.K.K. รุ่น 5401 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น โดยใช้วิธีการและแบบทดสอบแรงบีบมือของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬา

แห่งประเทศไทย¹⁷ ทำการทดสอบ 2 ครั้งโดยใช้ค่าที่มากที่สุด บันทึกผลการวัดเป็นกิโลกรัม นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัวของผู้ถูกวัด

4. การทดสอบความสามารถในว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ใช้แบบทดสอบ คริติคอล สวิมสปีด (Critical Swim Speed) ตามวิธีการของ Zarieczny และคณะ¹⁸ โดยทำการทดสอบการว่ายน้ำในท่าฟรีสไตล์ให้เร็วที่สุด 2 ระยะทางคือ 400 และ 50 เมตร บันทึกเวลาหลังนักกีฬาว่ายแต่ละรอบสระทั้ง 2 ระยะทางทันทีหลังจากนั้นนำเวลาที่ได้จากการทดสอบทั้ง 2 ระยะทาง มาแทนค่าในสมการ

$$\text{Critical Swim Speed} = (D2 - D1) \div (T2 - T1)$$

เมื่อ D1 คือ ระยะทาง 50 เมตร

D2 คือ ระยะทาง 400 เมตร

T1 คือ ระยะเวลาที่ว่ายน้ำ 50 เมตร หน่วยเป็นวินาที

T2 คือ ระยะเวลาที่ว่ายน้ำ 400 เมตร หน่วยเป็นวินาที

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกและการฝึกว่ายน้ำ
2. ดำเนินการคัดเลือกนักกีฬาว่ายน้ำที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด
3. ชี้แจงรายละเอียดและนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับวัน เวลา และสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบและฝึกตามโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบก ร่วมกับการฝึกว่ายน้ำ
4. ก่อนการวิจัย 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการวัดองค์ประกอบร่างกาย แรงบีบมือ และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด กับกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบว่า จะมีการวัดองค์ประกอบร่างกาย แรงบีบมือ และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 (ดังแผนภาพที่ 1)



แผนภาพที่ 1 แผนการเก็บข้อมูลการวิจัย

5. กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (ตารางที่ 1) โดยทำการฝึกในช่วงเวลา 17.00-18.00 น. สัปดาห์ละ 2 วัน คือวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ครั้งละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยทำการฝึกความแข็งแรงบนบกก่อนการฝึกซ้อมว่ายน้ำตามโปรแกรมของสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา
6. โปรแกรมการฝึกซ้อมว่ายน้ำของสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา ทำการฝึกว่ายน้ำ 2 ชั่วโมง/ครั้ง ในช่วงเวลา 18.00-20.00 น. สัปดาห์ละ 6 วัน โดยในช่วง 12 สัปดาห์ที่ผู้วิจัยทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกความแข็งแรง

บนบกนั้น ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 เป็นการฝึกว่ายน้ำในช่วง Taper Phase เนื่องจากสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา มีรายการแข่งขันในช่วงวันหยุดของสัปดาห์ที่ 2

สัปดาห์ที่ 3-8 เป็นการฝึกว่ายน้ำในช่วง General Phase เน้นการฝึกซ้อมว่ายน้ำระยะไกล

ในสัปดาห์ที่ 9-10 เป็นการฝึกว่ายน้ำในช่วง Specific Phase เพิ่มการฝึกเทคนิคในการว่ายน้ำ ร่วมกับการฝึกว่ายน้ำระยะไกล และ ในสัปดาห์ที่ 11-12 เป็นการฝึกว่ายน้ำในช่วง General Phase เน้นการฝึกว่ายน้ำระยะไกล ซึ่งทั้ง 12 สัปดาห์เน้นการฝึกว่ายน้ำเพื่อพัฒนาระบบแอโรบิกโดยมีระยะทางในการฝึกซ้อมแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระยะทางการฝึกซ้อมว่ายน้ำทั้ง 12 สัปดาห์ของกลุ่มตัวอย่าง

ระบบพลังงาน/ ระยะทาง (เมตร)		สัปดาห์ ที่ 1	สัปดาห์ ที่ 2	สัปดาห์ ที่ 3	สัปดาห์ ที่ 4	สัปดาห์ ที่ 5	สัปดาห์ ที่ 6	สัปดาห์ ที่ 7	สัปดาห์ ที่ 8	สัปดาห์ ที่ 9	สัปดาห์ ที่ 10	สัปดาห์ ที่ 11	สัปดาห์ ที่ 12	ค่าเฉลี่ย (เมตร)
แอโรบิก	En1	2,817	2,583	2,833	2,667	3,000	3,000	2,833	2,583	2,833	2,867	2,917	2,833	2,813.89
แบบผสม	En2	1,167	1,183	900	933	1,017	1,183	800	1,175	1,233	1,417	1,233	1,333	1,895.83
	En3	567	583	867	800	567	650	1,067	1,025	667	767	750	867	
แอนแอโรบิก	SP1	67	67	33	17	67	83	75	83	83	17	83	50	122.22
	SP2	50	83	50	67	33	67	108	100	33	50	33	67	
สปรินต์	Sprint	250	233	183	283	167	283	250	300	250	100	117	117	211.11
รวม		29,500	28,600	29,200	28,600	28,100	31,100	30,800	31,600	30,600	31,300	30,900	31,600	
ช่วงการฝึก		Taper phase		General phase						Specific phase		General phase		

7. ทำการวัดองค์ประกอบร่างกาย แรงบีบมือ และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 กับกลุ่มตัวอย่าง

8. นำข้อมูลผลการทดสอบที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลตามขั้นตอนทางสถิติต่อไป

สถานที่ในการเก็บข้อมูล โรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ระยะเวลาในการวิจัย เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2562 เป็นเวลา 12 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (*Mean*) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าต่ำสุด (*Min*) และค่าสูงสุด (*Max*) ของตัวแปรแต่ละตัว เพื่อให้ทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล โดยใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk test

3. วิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ภายหลังจากฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำด้วยสถิติวิเคราะห์นอนพาราเมตริก แบบวัดซ้ำ Friedman test และ ทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยสถิติ Wilcoxon signed ranks test

ผลการวิจัย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าต่ำสุด (Min) และค่าสูงสุด (Max) ของลักษณะกายภาพของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

ตัวแปร	นักกีฬาว่ายน้ำ (n=6)			
	Mean	SD	Min	Max
อายุ (ปี)	11.9	2.3	9.0	15.4
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	155.3	19.1	130	175
ความกว้างช่วงแขน (เซนติเมตร)	156.3	20.8	123.5	178.3
ประสบการณ์การแข่งขัน (ปี)	3.4	1.6	1.3	5.0
ชีพจรขณะพัก (bpm)	83.3	13.3	64.0	96.0
ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ml/kg/min)	37.5	6.2	31.7	47.3
การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร (วินาที)	80.9	18.7	65.7	115.6

จากตารางที่ 3 พบว่า นักกีฬาว่ายน้ำมีอายุ 11.9 ± 2.3 ปี ส่วนสูง 155.3 ± 19.1 เซนติเมตร ความกว้างช่วงแขน 156.3 ± 20.8 เซนติเมตร ประสบการณ์การแข่งขัน 3.4 ± 1.6 ปี มีชีพจรขณะพัก 83.3 ± 13.3 ครั้งต่อนาที มีปริมาณการใช้ ออกซิเจนสูงสุด 37.5 ± 6.2 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และมีเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร 80.9 ± 18.7 วินาที

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน ระยะก่อนฝึก (T0) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T4) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T8) และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 (T12) โดยใช้สถิติ Friedman test

ตัวแปร	Mean±SD				χ ²	p
	T ₀	T ₄	T ₈	T ₁₂		
องค์ประกอบร่างกาย						
น้ำหนักตัว (kg)	50.1±17.5	50.6±17.2	51.4±17.8	52.1±17.9	12.7*	.00
เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)	24.2±10.8	24.1±10.7	25.3±11.3	22.6±11.5	4.9	.17
มวลไขมัน (kg)	12.5±7.9	12.8±8.0	13.8±8.8	12.4±8.5	4.2	.24
มวลไร้ไขมัน (kg)	37.5±13.6	37.8±12.8	37.6±12.3	39.7±13.6	11.0*	.01
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ						
แรงบีบมือ (kg)	0.5±0.1	0.5±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	18.0*	.00
ความสามารถในการว่ายน้ำ						
น้ำเชิงแอโรบิก						
ความเร็ว	1.1±0.2	1.1±0.2	1.1±0.1	1.1±0.1	7.7	.05
Critical Swim Speed(m/s)						

*p < .05

จากตารางที่ 4 ผลของการวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปรโดยใช้สถิติ Friedman test พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว มวลไร้มัน และแรงบีบมือ ระยะก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 ของการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน มีค่า p เท่ากับ .00 .01 และ .00 จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว มวลไร้มัน และแรงบีบมือ ทั้ง 4 ระยะของการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

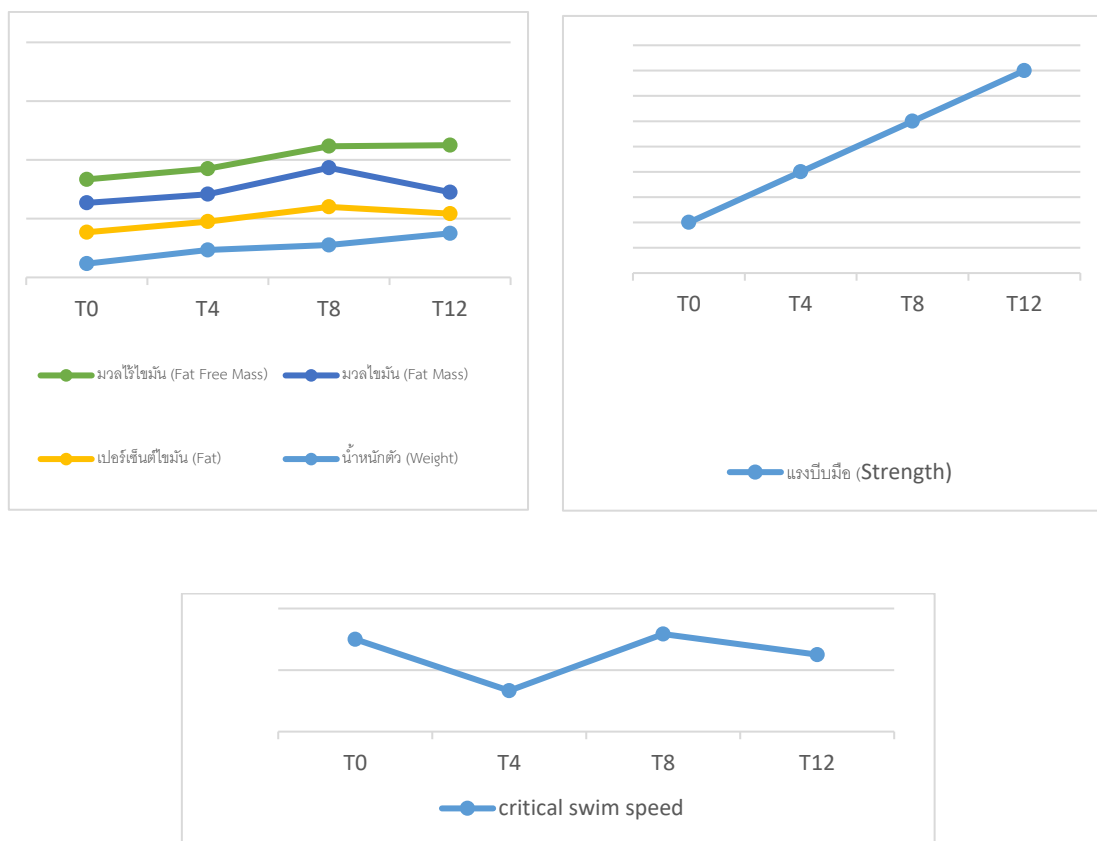
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด มีค่า p เท่ากับ .17 .24 และ .05 ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน และมวลไขมัน และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด ทั้ง 4 ระยะของการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว มวลไร้มัน และแรงบีบมือ ระยะก่อนฝึก (T0) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T4) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T8) และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 (T12) ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน โดยใช้วิธี Wilcoxon signed ranks test

ระยะเวลาการทดสอบ		องค์ประกอบร่างกาย				ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	
		น้ำหนักตัว		มวลไร้มัน		แรงบีบมือ	
		Z	p	Z	p	Z	p
T ₀	T ₄	-1.2	.25	-0.7	.46	-2.2*	.03
T ₀	T ₈	-2.2*	.03	-0.1	.92	-2.2*	.03
T ₀	T ₁₂	-2.2*	.03	-2.2*	.03	-2.2*	.03
T ₄	T ₈	-1.6	.12	-.3	.75	-2.2*	.03
T ₄	T ₁₂	-1.9	.05	-2.2*	.03	-2.2*	.03
T ₈	T ₁₂	-2.0*	.04	-2.2*	.03	-2.2*	.03

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยองค์ประกอบร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในแต่ละระยะการฝึกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน โดยใช้วิธี Wilcoxon signed ranks test พบว่าน้ำหนักตัวก่อนฝึกมีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มวลไร้มันก่อนฝึกมีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แรงบีบมือพบว่ามีค่าแตกต่างกันทุกระยะของการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภาพที่ 2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน ระยะก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12

อภิปรายผล

การศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนมีการอภิปรายผลดังนี้

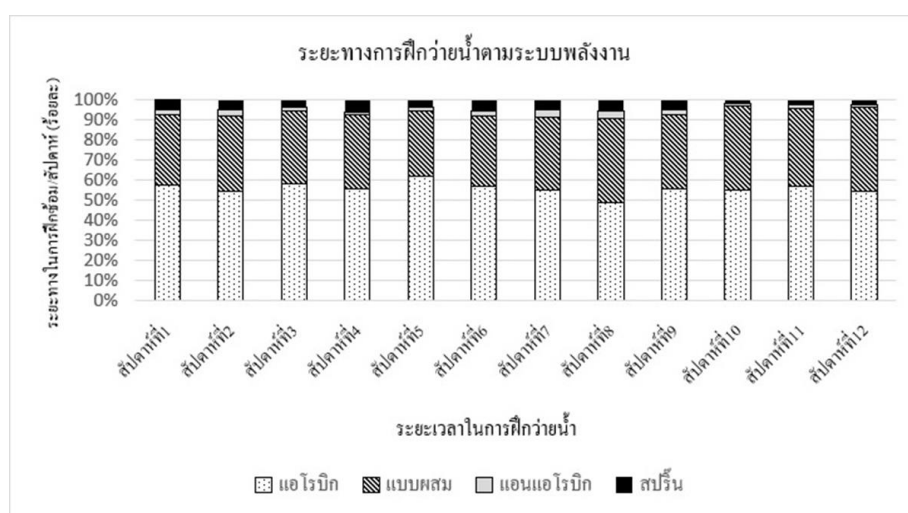
จากการวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบร่างกายภายหลังการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำ พบว่านักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว และมวลไร้ไขมัน หลังการฝึก เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน และมวลไขมัน ระยะก่อนฝึก และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 8 และ 12 ไม่แตกต่างกัน โดยสาเหตุที่ทำให้องค์ประกอบร่างกาย ได้แก่ น้ำหนักตัว และมวลไร้ไขมัน มีการพัฒนาขึ้นภายหลังการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำ อาจจะเป็นผลมาจาก กลุ่มตัวอย่างมีอายุอยู่ในช่วงของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Growth Spurt) ซึ่งถือเป็นวัยที่อยู่ในช่วงของการเจริญเติบโตทั้งด้านโครงสร้าง สรีรวิทยาการทำงานของร่างกาย โดยมีอายุเฉลี่ย 11.95 ± 2.69 ปี ดังที่ MacKelvie, Khan, and McKay¹⁹ กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในช่วง Growth Spurt จะมีการหลั่ง GH มาก โดยจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกระดูก และมีค่ามากที่สุดเมื่ออยู่ในช่วง Tanner stage 3-4 หรืออายุประมาณ 12 ปี หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดระดับลง ส่วน IGF-I จะค่อย ๆ สูงขึ้นและมีค่าสูงสุดเมื่ออยู่ในช่วง Tanner stage 4-5 หรืออายุประมาณ 13 ปี หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดระดับลง ทำให้ทั้ง GH และ IGF-I ที่เกี่ยวข้องกัน

การเจริญเติบโตกระตุ้นพัฒนาการของเซลล์และการเจริญเติบโตของร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน การแบ่งเซลล์ของกระดูกบริเวณแผ่นการเจริญเติบโตของกระดูก (Growth Plate) ทำให้เนื้อเยื่อและกระดูกในร่างกายเจริญเติบโต โดยกลุ่มตัวอย่างมีเปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลไขมันที่มากถึงแม้ว่าจะมีการฝึกความแข็งแรงบนบกและฝึกซ้อมว่ายน้ำ อาจจะเป็นเนื่องจากในช่วงที่ร่างกายเจริญเติบโตเร็วร่างกายมีการหลั่งฮอร์โมนการเจริญเติบโตและฮอร์โมนเพศที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและมวลไขมัน รวมถึงจำนวนและขนาดของเซลล์ไขมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเข้าสู่วัยรุ่น โดยการเพิ่มจำนวนเซลล์ไขมันจะสูงสุดที่อายุประมาณ 7 ปี จากนั้นจะคงที่เมื่อเป็นผู้ใหญ่²⁰ ดังนั้นการป้องกันตั้งแต่การพัฒนาเซลล์ไขมันในวัยเด็กซึ่งกำลังเจริญเติบโตทั้งจำนวนและขนาดจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเด็กอ้วนมีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการเพิ่มทั้งขนาด และจำนวนเซลล์ไขมันและพัฒนาไปเป็นผู้ใหญ่ที่อ้วนและส่งผลต่อความสามารถในการว่ายน้ำ ถึงแม้ว่าการมีปริมาณไขมันที่มากจะสามารถช่วยในการพยุงตัวลอยในน้ำของนักกีฬา แต่ก็เกิดแรงต้านในการว่ายน้ำและส่งผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำด้วยเช่นกัน

และจากผลการวิจัยพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อภายหลังการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำ มีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น แตกต่างกันทุกระยะของการฝึก แสดงว่าการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำ สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนได้ ซึ่ง Balyi, Way and Higgs⁴ ได้กล่าวว่าก่อนเข้าสู่วัยรุ่นจะมีการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนการเจริญเติบโตและฮอร์โมนเพศจึงเห็นผลจากการเปลี่ยนแปลงในขนาดของกล้ามเนื้อ (ส่วนใหญ่จะพบในเพศชาย) และจากขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้มีการเพิ่มความแข็งแรงในนักกีฬาเยาวชน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อเชิงปริมาณอาจเกิดขึ้นได้เมื่อได้รับการฝึกที่เหมาะสม โดยโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกความแข็งแรงโดยให้กล้ามเนื้อออกแรงต้านกับน้ำหนักตัว เน้นที่กล้ามเนื้อหัวไหล่ ลำตัว และต้นขา ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดหลักที่ใช้ในการว่ายน้ำ⁶ ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อรับรู้สภาวะของแรงต้านที่ปฏิบัติอยู่ และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) โดยโปรแกรมได้มีการปรับความหนักในการฝึกทุก 4 สัปดาห์เพื่อการปรับตัวสูงสุดของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ที่มีการใช้ Motor unit เพิ่มขึ้น การระดมเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีจำนวนมากขึ้นช่วยให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฮอร์โมนและเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อมากขึ้นเกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ²¹ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีการพัฒนา สอดคล้องกับ Girolid และคณะ²² ได้ทำการฝึกความแข็งแรงบนบกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนจำนวน 21 คน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะมีค่าเพิ่มขึ้น

จากการทดสอบความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกด้วยการทดสอบการว่ายน้ำ 2 ระยะทางคือ 400 และ 50 เมตร เพื่อหาความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด พบว่าก่อนฝึกและหลังฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำสัปดาห์ที่ 12 นักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ซึ่งความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกจะเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักว่ายน้ำเยาวชนที่ต้องมีการพัฒนาการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนส่งผลให้ร่างกายสามารถทำกิจกรรมที่ต่อเนื่องและยาวนานได้ รวมทั้งยังเป็นการสะท้อนความอดทนของร่างกายได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับธรรมชาติของกีฬาว่ายน้ำที่ร่างกายจะมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาย่อมส่งผลต่อปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน เนื่องจากเซลล์กล้ามเนื้อจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนเพื่อนำไปผลิตเป็นพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของร่างกายจึงต้องอาศัยการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนโดยตรง ซึ่งหากนักกีฬามีประสิทธิภาพการทำงานของระบบนี้สูงจะทำให้ร่างกายของนักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างต่อเนื่อง ยาวนานในทางตรงกันข้ามหากนักกีฬามีประสิทธิภาพการทำงานของระบบนี้ต่ำ ก็จะส่งผลให้ร่างกายมีการทำงานที่ลดย่อยลงไปรวมไปถึงจะทำให้เกิดความเมื่อยล้าขึ้นกับร่างกายได้ง่าย และ

ไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่ง Zarzecny และคณะ¹⁸ กล่าวว่า การทดสอบ คริติคอล สวิมสปีด เป็นวิธีการซึ่งเป็นที่ยอมรับในการประเมินความสามารถในการย่นระยะเชิงแอโรบิกของนักว่ายน้ำ จากการทดสอบว่ายน้ำ ด้วยความเร็วสูงสุดและโดยปราศจากการหมดแรง โดยความเร็วในการว่ายน้ำจะมีความสัมพันธ์กับค่ากรดแลคติกสูงสุด ที่เกิดขึ้นในขณะว่ายน้ำ เมื่อทำการว่ายน้ำ 2 ระยะทางและนำมาคำนวณจนได้ความเร็ว Critical velocity จะทำให้ได้จุด เริ่มล้าของนักกีฬาวว่ายน้ำ ซึ่งเมื่อนำค่านี้มาใช้ในการออกแบบการฝึกซ้อมว่ายน้ำจะทำให้ นักกีฬา มีการพัฒนา ความสามารถในการย่นระยะเชิงแอโรบิกได้และเมื่อพิจารณาถึงระยะทางการฝึกว่ายน้ำทั้ง 12 สัปดาห์ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีระยะทางรวม 28,100 – 31,600 เมตรต่อสัปดาห์ เมื่อแบ่งตามระบบพลังงานแบบแอโรบิก คิดเป็น 56 เปอร์เซ็นต์ ระบบพลังงานแบบผสม คิดเป็น 38 เปอร์เซ็นต์ และระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก 2 เปอร์เซ็นต์ และฝึกความเร็ว 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการกำหนดการฝึกซ้อมว่ายน้ำสำหรับเยาวชน สมาคมว่ายน้ำประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ให้ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการกำหนดปริมาณการฝึกซ้อมในช่วงอายุ 10-16 ปี ควรทำการฝึกว่ายน้ำในระยะทาง 20,000-40,000 เมตรต่อ สัปดาห์ โดยสามารถแบ่งระยะทางตามการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงาน แบบแอโรบิก คิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ ระบบ พลังงานแบบผสม คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ และระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก 8 เปอร์เซ็นต์ และฝึกความเร็ว 2 เปอร์เซ็นต์ จากระยะทางทั้งหมด²³



ภาพที่ 3 ระยะทางการฝึกว่ายน้ำตามระบบพลังงานของกลุ่มตัวอย่าง

จึงจะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีระยะทางการฝึกซ้อมว่ายน้ำเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกที่ใกล้เคียง กับคำแนะนำของสมาคมว่ายน้ำประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด ซึ่ง Zarzecny และคณะ¹⁸ กล่าวว่า เป็นความเร็วที่ใช้ประเมินความสามารถในการย่นระยะเชิงแอโรบิกของนักว่ายน้ำ อาจจะ มีสาเหตุมาจากการฝึกซ้อมว่ายน้ำของกลุ่มตัวอย่าง ไม่ได้ใช้ความเร็ว Critical velocity เป็นตัวควบคุมความหนักของ การฝึกซ้อม ทำให้ในขณะฝึกว่ายน้ำระยะไกลยังไม่สามารถกระตุ้นระบบพลังงานแบบแอโรบิกได้

นอกจากนี้สาเหตุที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพเชิงแอโรบิกอาจจะมีสาเหตุมาจากการฝึกซ้อม ร่วมกันระหว่างการฝึกว่ายน้ำและการฝึกความแข็งแรงบนบก ซึ่งเป็นการฝึกความอดทนร่วมกับการฝึกความแข็งแรง โดย การฝึกความแข็งแรง ของร่างกายจะเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีนในเส้นใยกล้ามเนื้อจากการกระตุ้นระบบการส่งและการรับรู้ วิธีการส่งสัญญาณของ Mammalian Target of Rapamycin (mTOR) ในขณะที่การฝึกความอดทนโดยการว่ายน้ำจะเพิ่ม

กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในไมโทคอนเดรียจากการกระตุ้นวิถีการส่งสัญญาณของ Adenosine monophosphate activated protein kinase (AMPK) และ Ca^{2+} /calmodulin-dependent kinase II (CaMKII) ซึ่งเมื่อทำการฝึกความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกความอดทน AMPK อาจเกิดการยับยั้งหรือลดวิถีการส่งสัญญาณซึ่งกันและกัน จึงทำให้บางครั้งอาจพบการเปลี่ยนแปลง ของความแข็งแรงและสมรรถภาพเชิงแอโรบิก และบางครั้งอาจไม่พบการเปลี่ยนแปลงจากการฝึกควบคู่กันระหว่างความอดทนและความแข็งแรง²⁴

ผลการศึกษานำร่องครั้งนี้เป็นข้อมูลของการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนที่ทำการฝึกซ้อมที่สโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา และเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปต่อยอดระยะยาวโดยติดตามการฝึกซ้อมไปข้างหน้า เพื่อให้ทราบถึงสมรรถภาพที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละระยะของแผนการฝึกซ้อม (Periodized plan) ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของนักกีฬา

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือการศึกษานำร่องที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยที่มีเพียงกลุ่มเดียว ไม่มีกลุ่มควบคุม และไม่สามารถใช้นักกีฬาจากหลายทีมมาฝึกซ้อมร่วมกันได้เนื่องจากโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำของแต่ละทีมจะแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับวางแผนการฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอน นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำที่ยังไม่มีการแบ่งทำการว่ายน้ำ และระยะของการว่ายน้ำที่ชัดเจน จึงทำให้ไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่า ผลที่ได้นั้นมาจากการฝึกบนบกเพียงอย่างเดียว หรือมาจากการฝึกในน้ำ และเหมาะสมสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำประเภทใด แต่ผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้สนใจที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ต่อไปได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนพบว่า น้ำหนักตัว มวลไขมัน และแรงบีบมือ ก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 มีการเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ซึ่งผลจากการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและองค์ประกอบร่างกาย ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนได้ ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาสามารถนำไปปรับโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำไปใช้ในการฝึกซ้อมเพื่อให้ นักกีฬาสามารถแสดงศักยภาพในการฝึกซ้อมได้อย่างเต็มที่ต่อไป

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำสามารถพัฒนาองค์ประกอบร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ จึงควรนำโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำฝึกควบคู่กับการฝึกทักษะว่ายน้ำโดยใช้ความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด กับนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนทั้งในเพศชายและเพศหญิงเพื่อพัฒนาองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกให้เหมาะสมกับการปรับตัวจากการฝึกซ้อมและพัฒนาการของการเจริญเติบโต

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อความระดับฮอร์โมน IGF-I และสภาพโภชนาการในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน
2. ควรเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มีกลุ่มควบคุม

เอกสารอ้างอิง

1. Riewald S. Periodization and Planning. Science of swimming faster. Champaign (IL): Human Kinetics; 2015.
2. Balyi I, Cardinal C, Higgs C, Norris S, Way R. Canadian sport for life: Long term athlete development. Vancouver (BC): Canadian Sport Centres; 2005.
3. Ruiz RJ, Ortega FB, Gutierrez A, Meusel D, Sjöström MM, Castillo MJ. Health-related fitness assessment in childhood and adolescence. J Public Health, 2006; 14(5): 269–277.
4. Balyi I, Way R, Higgs C. Long term athlete development. Champaign (IL): Human Kinetics; 2013.
5. Morais JE, Silva AJ, Marinho DA, Marques MC, Barbosa TM. Effect of a specific concurrent water and dry-land training over a season in young swimmers' performance. Int J Perf Anal Spor, 2016; 16(3): 760-775.
6. Krabak BJ, Hancock KJ, Drake S. Comparison of dry-land training programs between age groups of swimmers. PM R, 2013; 5(4): 303-309.
7. Aspenes S, Kjendlie PL, Hoff J, Helgerud J. Combined strength and endurance training in competitive swimmers. J Sport Sci Med, 2009; 8: 357-365.
8. Morouco P, Keskinen KL, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. J Appl Biomech, 2011; 27(2): 161-169.
9. Grant MC, Kavaliuskas M. Land based resistance training and youth swimming performance. Int. J. Sports Med, 2017; 3(4): 1-11.
10. Sighamoney R, Bilwa J, Kachare B, Yeole U, Tendulkar S. Effectiveness of dry land strength training in competitive swimmers. Int J Acad Res Dev, 2018; 3(1): 415-419.
11. Viru A, Viru M. Biochemical monitoring of sport training. Champaign (IL): Human Kinetics; 2001.
12. Haycraft JA, Robertson S. The effects of concurrent aerobic training and maximal strength, power and swim-specific dry-land training methods on swim performance: a review. J Aust Strength & Cond, 2015; 23(2): 91-99.
13. Westcott WL, Baechle TR. Strength training past 50. Third ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 2015.
14. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, et al. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. J Strength Cond Res, 2009; 23: S60-S79.
15. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Am J Hum Biol, 1988; 60: 709-23.
16. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A, editors. Techniques for Measuring Body Composition. Washington D.C.: Nat Acad Sci N.R.C.; 1961. p. 223-44.
17. Bureau of Sports Science. The manual of sports science for improve young athlete performance. Bureau of Sports Science, Office of Sports and Recreation Development; 2006.

18. Zarzecny R, Kuberski M, Deska A, Zarieczna D, Rydz K. The evaluation of critical swimming speed in 12 year old boys. *Human Movement*, 2013; 14(1): 35-40.
19. MacKelvie KJ, Khan KM, McKay H A. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? a systematic review. *Br J Sports Med*, 2002; 36: 250-257.
20. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. 2nded. Champaign (IL): Human Kinetics; 2004.
21. Kraemer W, Ratamess N. Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. *Sports Med*, 2005; 35(4): 339-361.
22. Girolid S, Maurin D, Dugue B, Chatard JC, Millet G. Effects of dry-land vs. Resisted- and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *J Strength Condit Res*, 2007; 21: 599-605.
23. United State Swimming. Training categories and training design guidelines. Colorado: Colorado Springs; 1995.
24. Nelson AG, Arnall DA, Loy SF, Silvester LJ, Conlee RK. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Phys Ther*, 1990; 70(5): 287-294.

THE EFFECT OF AEROBIC DANCE EXERCISE AND BIKE EXERCISE ON MAXIMAL OXYGEN CONSUMPTION

Surachet KWANNAI

*Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University Suphan Buri Campus,**Mueang Suphan Buri, Suphan Buri, THAILAND, 72000***ABSTRACT**

The purposes of this study were to investigate and compare the results of aerobic dance exercise and bike exercise affecting maximal oxygen consumption (VO_{2max}). The samples comprised 40 males aged between 20-30 years old by a purposive sampling method. They were divided into two groups, each of which consisted of twenty subjects. The first group exercised with aerobic dance program and the second group exercised with bike training program. Both groups exercised at 70-80 of their maximal heart rates for eight weeks, three days a week, thirty minutes each time. The VO_{2max} was examined with an Astrand-Rhyming test at the pre-exercise, after the fourth and the eighth weeks. The data were analyzed by mean, standard deviation, t-test independent, one-way analysis of variance in repeated measure design, and LSD multiple comparison analysis at the significance level of .05.

The findings revealed that the mean scores of VO_{2max} in the first and the second groups were found at 2.66 ± 0.45 , 2.57 ± 0.52 ml./kg./min. at the pre-exercise; 2.83 ± 0.50 , 2.64 ± 0.50 ml./kg./min. after the fourth week; and 2.95 ± 0.47 , 2.84 ± 0.57 ml./kg./min. after the eighth week respectively. Significant time differences of VO_{2max} mean scores were found in the both groups. No significant differences between groups of VO_{2max} mean scores were found at the pre-exercise, after the fourth and the eighth weeks. In conclusion, the programs of aerobic dance exercise and bike exercise can be similarly used for exercise program arrangement for development in respiratory and circulatory systems.

(Journal of Sports Science and Technology 2020; 20(1): 51-61)

(Received: 22 October 2019, Revised: 28 April 2020, Accepted: 29 April 2020)

Keywords: Aerobic dance exercise / Bike exercise / Maximal oxygen consumption*** Corresponding author:** Surachet KWANNAI

Faculty of Sports and Health Science,

Thailand National Sports University Suphan Buri Campus,

Mueng Suphan Buri, Suphan Buri, THAILAND 72000

E-mail: skwannai@hotmail.com

ผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยจักรยานที่มีต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

สุรเชษฐ ขวัญโน

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุพรรณบุรี

เมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี ประเทศไทย 72000

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยจักรยานที่ส่งผลต่อ $VO_2\max$ กลุ่มตัวอย่างเพศชายมีอายุระหว่าง 20-30 ปี จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง โดยแบ่งกลุ่มแบบสุ่มออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน กลุ่มที่ 1 โปรแกรมการเดินแอโรบิก และกลุ่มที่ 2 โปรแกรมจักรยาน ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มออกกำลังกายที่ระดับความหนัก 70-80% ของ max HR เป็นเวลา 30 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน 8 สัปดาห์ และทดสอบ $VO_2\max$ ด้วยวิธีออสตรานด์-ไรห์มิง ก่อนและหลังการออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 4, 8 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยการหาค่าที่วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีแอลเอสดี โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย พบว่า $VO_2\max$ ของกลุ่มที่ 1 และ 2 ก่อนการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ย 2.66 ± 0.45 , 2.57 ± 0.52 ml./kg./min. ภายหลังสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 2.83 ± 0.50 , 2.64 ± 0.50 ml./kg./min. และภายหลังสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ย 2.95 ± 0.47 , 2.84 ± 0.57 ml./kg./min. ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของ $VO_2\max$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนการเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกกับจักรยานที่ส่งผลต่อ $VO_2\max$ ระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ก่อนการออกกำลังกาย และภายหลังสัปดาห์ที่ 4, 8 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ $VO_2\max$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากผลการวิจัยพิสูจน์ให้เห็นว่าโปรแกรมการเดินแอโรบิกกับโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยจักรยานสามารถนำไปจัดโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาระบบหายใจไหลเวียนโลหิตได้เป็นอย่างดี

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2563; 20(1): 51-61)

คำสำคัญ : การเดินแอโรบิก / จักรยาน / อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

บทนำ

พระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลที่ 9 ความว่า ธรรมชาติสร้างมนุษย์เพื่อให้ออกแรงใช้งาน ปฏิบัติกิจวัตรในชีวิตประจำวันเพื่อการดำรงชีพได้อย่างปกติสุขในทุกๆ วัน ซึ่งถ้ามีการออกแรงน้อยลงก็จะทำให้ร่างกายเสื่อมโทรมลงอีกด้วย ดังนั้นจะต้องมีการชดเชยหรือเสริมสร้างด้วยการออกกำลังกายเพื่อกระตุ้นให้ร่างกายได้ออกแรงเคลื่อนไหวในรูปแบบต่างๆ การออกกำลังกายมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสุขภาพและสมรรถภาพทางกายทำให้ประกอบกิจการงานได้อย่างมีประสิทธิภาพของทุกกลุ่มคนเนื่องจากการออกกำลังกาย มีประโยชน์อย่างแน่นอนต่อการพัฒนาสุขภาพและสมรรถภาพทางกายในทุกด้าน หากแต่มีการออกกำลังกายอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ จึงทำให้ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกายถูกพัฒนาและทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของอวัยวะต่างๆ มีการทำงานดีขึ้น เช่น ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบโครงสร้างและกล้ามเนื้อ ซึ่งย่อมส่งผลต่อการพัฒนาสุขภาพและสมรรถภาพทางกาย เพราะการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ จะส่งผลให้ร่างกายแข็งแรงช่วยให้ปอดและหัวใจรวมถึงระบบต่างๆ ในร่างกายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น¹ ในการออกกำลังกายที่ใช้ระยะเวลาเวลานานผู้ที่มิระดับความสามารถการทำงานของระบบหายใจ และมีการหายใจดีกว่าจะสามารถนำออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อหัวใจได้ดีกว่า² สมาคมเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา³ ได้แนะนำถึงระดับความเข้มข้นในการออกกำลังกายไว้ว่าควรอยู่ในช่วง 60-90% ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ หรือ 50-85% ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดด้วยระยะเวลาตั้งแต่ 20-60 นาที ที่ความบ่อย 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์ การออกกำลังกายอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอนั้นทำให้การไหลเวียนของเลือดมาที่บริเวณของข้อต่อ เอ็นหุ้มข้อ และกล้ามเนื้อที่อยู่รอบๆ ข้อมากขึ้น จึงทำให้นเนื้อเยื่อต่างๆ รอบๆ ข้อมีความยืดหยุ่นและความอ่อนตัวมากขึ้น โดยลักษณะของการออกกำลังกาย คือ การแยกใยกล้ามเนื้อออกจากกัน เพื่อให้จุดเกาะต้นของกล้ามเนื้อห่างจากจุดเกาะปลายให้มากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ โดยไม่เกิดความเจ็บปวดร่างกายจึงมีความยืดหยุ่นที่มากขึ้น⁴

การที่จะพัฒนาอัตราการใช้ออกซิเจนให้มีประสิทธิภาพสามารถทำได้โดยการออกกำลังกายที่เน้นการทำงานของระบบหัวใจไหลเวียนโลหิต คือ การออกกำลังกายในระดับเบาถึงปานกลางแต่ใช้เวลาค่อนข้างนานและออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เช่น การออกกำลังกายด้วยวิ่งมาราธอน เดิน วิ่ง ปั่นจักรยาน หรือเดินเอโรบิก เป็นต้น^{5,6} อัตราการใช้ออกซิเจนที่ดีจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้ชีวิตประจำวันและการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับบุคคลทั่วไป และถ้าเป็นนักกีฬาชนิดที่ต้องใช้เวลาในการแข่งขันค่อนข้างนานอัตราการใช้ออกซิเจนที่ดีถือเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการแข่งขันครั้งนั้น ในขณะที่สมรรถภาพการทำงานของระบบหายใจ และไหลเวียนโลหิตเป็นปัจจัยสำคัญที่บอกระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกาย ซึ่งการมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนที่ดี แสดงถึงความสมบูรณ์ของหัวใจในการสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพเซลล์ต่างๆ ของกล้ามเนื้อสามารถนำออกซิเจนไปสร้างพลังงานได้ดี ร่างกายมีการประสานงานกันเป็นอย่างดีของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต จึงส่งผลให้สุขภาพดีและมีสมรรถภาพทางกายที่ดีตามมาด้วย⁷

วิธีการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายในด้านความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ได้แก่ การปั่นจักรยาน และการเดินเอโรบิก ซึ่งเป็นการออกกำลังกายภายในศูนย์การออกกำลังกายหรือฟิตเนสเซ็นเตอร์ โดยการออกกำลังกายด้วยการมีเสียงเพลงประกอบเป็นกิจกรรมหนึ่งซึ่งมีการยอมรับในวงการแพทย์ และนักวิทยาศาสตร์การกีฬาว่าเป็นกิจกรรมการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่างๆ ของร่างกายได้เป็นอย่างดี⁸ ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายในรูปแบบการพัฒนาสมรรถภาพหัวใจไหลเวียนโลหิตโดยการใช้สนามหรือสวนสาธารณะ ซึ่งเป็นสถานที่ทดลองที่ไม่สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ อาทิเช่น อุณหภูมิ สภาพอากาศของสถานที่ขณะออกกำลังกายในแต่ละวันที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ อัตราการออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ อันเนื่องมาจากการควบคุมช่วงระยะเวลาในการออกกำลังกาย ความหนัก ความเร็ว ไม่เป็นไปตามเป้าหมายหรือโปรแกรมที่กำหนดไว้ ซึ่งการออกกำลังกายในในท้องออกกำลังกาย และการควบคุมการอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจในประเทศยังมีไม่มากนัก ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจว่าการออกกำลังกายด้วยการ

เดินแอโรบิกกับการปั่นจักรยาน มีความแตกต่างกันหรือไม่ อีกทั้งวิธีการการออกกำลังกายในรูปแบบดังกล่าวยังไม่มีข้อมูลที่สามารถยืนยันได้อย่างชัดเจนถึงการพัฒนาระบบหายใจไหลเวียนโลหิตได้ดีกว่ากันระหว่างการเดินแอโรบิก กับการปั่นจักรยาน และทดสอบด้วยวิธีการทดสอบของออสตรานด์ และไรห์มิง (Astrand-Ryhming Test)³ ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบด้วยจักรยานวัดงานเพื่อวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้เวลาเพียง 6 นาที เป็นการใช้เวลาอันน้อยคุ้มค่าและลดค่าใช้จ่ายในการทดสอบได้มากที่สุด อีกทั้งยังเป็นที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างยิ่งในการใช้ทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต

จากเหตุผลที่กล่าวมาเกี่ยวกับการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยจักรยานที่ส่งผลต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าผลที่จะได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการพัฒนาอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของบุคคลทั่วไป และสามารถนำไปใช้ในกาสร้างโปรแกรมการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาและเสริมสร้างสมรรถภาพของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาให้มีศักยภาพที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยจักรยานที่ส่งผลต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

สมมติฐาน

การออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยจักรยานส่งผลต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยจักรยานที่ส่งผลต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และงานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันการพลศึกษา เลขที่ 038/2562

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาและประชาชนทั่วไปผู้ที่ใช้บริการศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี เพศชาย อายุระหว่าง 20-30 ปี จำนวน 200 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาและประชาชนทั่วไปผู้ที่ใช้บริการศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี เพศชาย อายุระหว่าง 20-30 ปี จำนวน 40 คน โดยมาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จากการทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของ Astrand-Ryhming Test³ โดยเลือกอันดับ 1-40 มาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ การแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม (Randomly Assignment) ออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิก โดยเป็นกลุ่มที่เป็นอันดับเลขคู่จากอันดับ 1-40 และกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยาน โดยเป็นกลุ่มที่เป็นอันดับเลขคี่จากอันดับ 1-40 โดยทั้งสองกลุ่มฝึกที่ระดับความ

หนักของงาน 70-80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระยะเวลา 30 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน คือวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ถูกคัดเลือกจะต้องผ่านเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

1. เกณฑ์การคัดเข้า

- 1.1 เป็นผู้ที่ยินยอมเข้าร่วมและออกกำลังกายเป็นประจำเฉลี่ยอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์
- 1.2 มีสุขภาพดี ไม่มีอาการบาดเจ็บใดๆ และไม่มีโรคประจำตัว
- 1.3 ไม่มีข้อห้ามทางการแพทย์ และสามารถทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

2. เกณฑ์การคัดออก

- 2.1 ผู้ที่ขาดการเข้าร่วมออกกำลังกายตามโปรแกรมต่อเนื่องกันตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป
- 2.2 ผู้ที่มีอาการเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บขึ้นระหว่างการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการออกกำลังกาย 2 โปรแกรม คือ

1.1 โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการเต้นแอโรบิก (Aerobic dance exercise) ที่ระดับความหนัก 70-80 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 30 นาที ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

1.2 โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยจักรยาน (Bike training) ที่ระดับความหนัก 70-80 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 30 นาที ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ใช้แบบทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของ Astrand - Ryhming Test³

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การออกกำลังกายตามโปรแกรมการออกกำลังกาย โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

1. กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการเต้นแอโรบิก โดยให้กลุ่มตัวอย่างมีการออกกำลังกายประกอบเสียงเพลง ที่ระดับความหนัก 70-80 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นระยะเวลา 30 นาที ไม่รวมระยะเวลาในการอบอุ่นร่างกายและการคลายอุ่น

2. กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยาน โดยให้กลุ่มตัวอย่างมีการออกกำลังกายประกอบเสียงเพลง ที่ระดับความหนัก 70-80 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นระยะเวลา 30 นาที ไม่รวมระยะเวลาในการอบอุ่นร่างกายและการคลายอุ่น

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for Window คำนวณค่าสถิติดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และผลของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มโดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Independent)

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองวัดซ้ำแบบมิติเดียว (repeated measures in one-dimensional design) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way analysis of variance with repeated measure)

4. เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของ LSD เมื่อพบว่าผลการทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way analysis of variance with repeated measure)

5. ทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยจักรยานที่มีต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยแสดงผลในรูปแบบตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

กลุ่ม	กลุ่มที่ 1 (n = 20)		กลุ่มที่ 2 (n = 20)	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
อายุ (ปี)	21.15	0.99	21.35	1.46
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	73.65	2.68	68.30	9.11
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	171.60	9.13	171.15	7.17

จากตารางที่ 1 จะพบว่า ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ประกอบไปด้วย อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน แต่สังเกตได้ว่า กลุ่มที่ 1 ส่วนสูงจะมีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างมาก ขณะที่กลุ่มที่ 2 จะมีการกระจายของข้อมูลของน้ำหนักและส่วนสูงค่อนข้างมาก

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

	อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ml./kg./min.)		
	ก่อน	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
กลุ่มที่ 1			
$\bar{x}$	2.66	2.83	2.95
S.D.	0.45	0.50	0.47
กลุ่มที่ 2			
$\bar{x}$	2.57	2.64	2.84
S.D.	0.52	0.50	0.57

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 1 ก่อนการออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 2.66 ± 0.45 ml./kg./min. หลังสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 2.83 ± 0.50 ml./kg./min. และหลังสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 2.95 ± 0.47 ml./kg./min.

กลุ่มที่ 2 ก่อนการออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 2.57 ± 0.52 ml./kg./min. หลังสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 2.64 ± 0.50 ml./kg./min. และหลังสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 2.84 ± 0.57 ml./kg./min.

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

	$\bar{X}$	SD	t	P
ก่อนการออกกำลังกาย				
กลุ่ม 1	2.66	0.45	0.60	0.47
กลุ่ม 2	2.57	0.52		
หลังสัปดาห์ที่ 4				
กลุ่ม 1	2.83	0.50	1.17	0.78
กลุ่ม 2	2.64	0.50		
หลังสัปดาห์ที่ 8				
กลุ่ม 1	2.95	0.47	0.64	0.65
กลุ่ม 2	2.84	0.57		

จากตาราง 3 แสดงการทดสอบค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่าก่อนการออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
กลุ่มที่ 1					
ระหว่างกลุ่มสมาชิก	2	0.82	0.41	15.12	0.00*
ภายในสมาชิก	38	1.03	0.03		
รวม	40	1.85			
กลุ่มที่ 2					
ระหว่างกลุ่มสมาชิก	2	0.80	0.40	6.36	0.00*
ภายในสมาชิก	38	2.38	0.06		
รวม	40	3.18			

*P < .05

จากตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการออกกำลังกายหลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มที่ 1 ก่อนการออกกำลังกายหลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มที่ 2 ก่อนการออกกำลังกายหลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

ระยะเวลา	$\bar{x}$	ก่อน	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8	P
กลุ่มที่ 1		2.66	2.83	2.95	
ก่อน	2.66	-	0.17*	0.29*	0.02, 0.00
หลังสัปดาห์ที่ 4	2.83		-	0.12*	0.00
หลังสัปดาห์ที่ 8	2.95			-	
กลุ่มที่ 2		2.57	2.64	2.84	
ก่อน	2.57	-	0.07	0.27*	0.40, 0.01
หลังสัปดาห์ที่ 4	2.64		-	0.20*	0.01
หลังสัปดาห์ที่ 8	2.84			-	

* (แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05)

จากตาราง 5 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ LSD พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดภายในกลุ่มที่ 1 ก่อนการออกกำลังกายแตกต่างกับหลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 และค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดหลังสัปดาห์ที่ 4 แตกต่างกับหลังสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดภายในกลุ่มที่ 2 ก่อนการออกกำลังกายแตกต่างกับหลังสัปดาห์ที่ 8 และค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดหลังสัปดาห์ที่ 4 แตกต่างกับหลังสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

จากการวิจัยในครั้งนี้ ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยจักรยานที่มีต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระยะเวลา 8 สัปดาห์ และทำการทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า 1) อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม โดยค่า $VO_2\max$ ของกลุ่มที่ 1 และ 2 ก่อนการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ย 2.66 ± 0.45 , 2.57 ± 0.52 ml/kg/min. ภายหลังสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 2.83 ± 0.50 , 2.64 ± 0.50 ml/kg/min. และภายหลังสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ย 2.95 ± 0.47 , 2.84 ± 0.57 ml/kg/min. เพิ่มขึ้นตามลำดับ 2) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม แสดงว่าทั้งการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิก และจักรยานสามารถเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ไม่แตกต่างกัน

การที่โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิกและจักรยานสามารถเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังฝึก 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะระดับความหนักของการเดินแอโรบิกและจักรยานเริ่มที่ร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หลังจากนั้นจึงเพิ่มระดับความหนักเป็นร้อยละ 80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งการเพิ่มระดับความหนักส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกายอย่างค่อยเป็นค่อยไป ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีแนวโน้มที่ดีขึ้นและไม่เกิดการบาดเจ็บต่อกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับโปรแกรมการฝึก ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับความหนักที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงกับระบบหัวใจและ

ไหลเวียนเลือด ดังที่ ACSM³ กล่าวว่า การออกกำลังกายที่ความหนักร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดโดยยึดหลักการสร้างความก้าวหน้าซึ่งจะกำหนดความหนักในช่วงแรกไม่สูงมาก และเปลี่ยนแปลงปริมาณงานให้มีความหนักเพิ่มมากขึ้น การฝึกในช่วงแรกงานจะมีขนาดเบา และค่อยๆ เพิ่มความหนักของงานขึ้นอย่างช้าๆ เพื่อให้ร่างกายมีการปรับตัวแบบขั้นก้าวหน้า อย่างไรก็ตาม การเต้นแอโรบิกจะมีแรงกระแทกต่อข้อต่อต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งในบุคคลทั่วไปสามารถที่จะใช้โปรแกรมการเต้นแอโรบิกได้ แต่หากเป็นผู้ที่มีปัญหาในเรื่องของข้อต่อ เช่น ข้อเข่าอักเสบ ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายในรูปแบบที่มีแรงกระแทกกับข้อต่อ โดยให้หันมาออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการปั่นจักรยานแทน

การที่โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการเต้นแอโรบิกและจักรยานสามารถเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ไม่แตกต่างกันนั้นที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าการเต้นแอโรบิกและจักรยานเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ระดับความหนักของงานเท่ากันคือ 70-80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระยะเวลา 30 นาที จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าทั้งสองโปรแกรมนั้นให้ผลต่อการพัฒนาระบบหายใจไหลเวียนโลหิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายหลังจากการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เป็นไปตามที่กรมพลศึกษา⁴ ได้กล่าวไว้ว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นการออกกำลังกายที่กล้ามเนื้อใช้พลังงานจากการใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญสารอาหาร การออกกำลังกายรูปแบบนี้ กล้ามเนื้อจะมีการหดตัวและคลายตัวตลอดเวลาเราจึงควรออกกำลังกายให้ร่างกายทำงานประมาณ 65-85% ของความสามารถสูงสุดของหัวใจ เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 20 นาที จะส่งผลดีต่อการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพื่อสุขภาพที่นิยม ได้แก่ การเต้นแอโรบิก การวิ่ง การเดิน การขี่จักรยาน และการว่ายน้ำ เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาการออกกำลังกาย (exercise) ทั้งสองโปรแกรมดังกล่าวมีผลต่อการพัฒนาสุขภาพทางกายในทางที่ดีขึ้น สอดคล้องกับธีระศักดิ์ อามาวัดมานาสกุล¹⁰ กล่าวว่า การออกกำลังกายที่ต้องใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ในการทำงานโดยเฉพาะการเคลื่อนไหวแบบยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อตลอดเวลาจะทำให้เพิ่มแรงดันส่วนปลายทำให้การไหลเวียนเลือดกลับสู่หัวใจดีขึ้นจึงทำให้เลือดในหัวใจมีปริมาณมากขึ้นส่งผลให้การบีบตัวของหัวใจส่งเลือดออกไปได้มากขึ้น คือ Stroke Volume เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดได้พัฒนาขึ้น และส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ผลที่ได้จากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีต่อระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด คือ อัตราการเต้นของหัวใจลดลงและอัตราการใช้ออกซิเจนดีขึ้น ซึ่งในงานวิจัยต่างประเทศ Bellew และคณะ⁴ ระบุว่า การออกกำลังกายอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอจะทำให้การไหลเวียนของเลือด มาเลี้ยงที่บริเวณของข้อต่อ เส้นเอ็นข้อ และกล้ามเนื้อที่อยู่รอบๆ ข้อต่อมากขึ้น จึงทำให้เนื้อเยื่อต่างๆ รอบๆ ข้อต่อมีความยืดหยุ่นและความอ่อนตัวมากขึ้น โดยลักษณะของการออกกำลังกาย คือ การแยกใยกล้ามเนื้อออกจากกัน เพื่อให้จุดเกาะต้นของกล้ามเนื้อห่างจากจุดเกาะปลายให้มากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ โดยไม่เกิดความเจ็บปวดต่อร่างกายจึงทำให้มีความยืดหยุ่นที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับชนัมพร ทองลง และคณะ⁶ กล่าวว่า การออกกำลังกายด้วยวิธีมาตรฐานสามารถช่วยพัฒนาอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เนื่องจากการออกกำลังกายประเภทแอโรบิกใช้ท่าวิ่งที่มีการเคลื่อนไหว ระยะเวลาที่มีความต่อเนื่องและช่วยให้ร่างกายสามารถพัฒนาระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจได้ดีขึ้น และปริญญาพัชญ์ บุญหาญ¹¹ กล่าวว่า การออกกำลังกายที่มีความบ่อยและสม่ำเสมอเหมาะสมกับเพศและวัยนั้นสามารถที่จะเพิ่มปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ อีกทั้ง Storen และคณะ¹² ยังกล่าวไว้ว่าการฝึกในรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีความเข้มข้นสูง สามารถที่จะเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นได้ 9-13% ดังเช่นการศึกษาของ Tomoaki และคณะ¹³ กล่าวว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในรูปแบบหนักสลับเบา ดีกว่าการฝึกแอโรบิกแบบต่อเนื่องถึงแม้ว่าจะฝึกในปริมาณที่น้อยกว่าและใช้เวลาน้อยกว่าก็สามารถพัฒนา VO_{2max} ในกลุ่มคนวัยทำงานได้

ผลการศึกษานี้พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายทั้งสองโปรแกรมนี้นำไปเป็นรูปแบบการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้และเป็นแนวทางการออกกำลังกายที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถนำไปส่งเสริมให้ประชาชนหันมาออกกำลังกายเพื่อสร้างเสริมสุขภาพให้มีความสมบูรณ์แข็งแรงและดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการเต้นแอโรบิกกับโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยจักรยานสามารถนำไปจัดโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาระบบหายใจและหลอดเลือดได้เป็นอย่างดี และส่งผลต่อความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากการออกกำลังกายทั้งสองโปรแกรมเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ที่ระดับความหนักร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยมีความต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 30 นาที ทำให้สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวกับระบบหายใจและหลอดเลือดพัฒนาได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาในนักกีฬาที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุพรรณบุรี และผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกคน

เอกสารอ้างอิง

1. Rueangthai R. Teaching documents 183122 Basic Physiology in Sports Science. Bangkok: Faculty of Sports Science Kasetsart University; 2005.
2. Hoeger WK, Hoeger WS, Principles and Laps for Fitness and Wellness. Canada: Transcontinental Printing; 2002.
3. American College of Sports Medicine [Internet]. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 10th ed. 2018 [cited 2019 Jan 18]. Available form <https://www.acsm.org/readresearch/books/acsmguidelines-for-exercise-testing-and-prescription>.
4. Bellew JW, Symons TB, Vandervoort AA. Geriatric fitness: Effects of aging and recommend - dations for exercise in older adults. Cardiopulm Phys Ther J. 2005;16(1):4-42.
5. Wongthap S. Danve: Thai dance for elementary and middle school. Bangkok: Thai dance for elementary and middleschool; 1998.
6. Thonglong T, Rattanathantong K, Chaisri P. The Effect of Rum Wong Matraton Program on Maximal Oxygen Consumption in Female Students in Udon Thani Rajabhat University. J Sports Sci Technol. 2019;19(1): 58-68.
7. Chaunchaiyakul R, Chentanez T, Aramsri N, Pholpramool C, Cherdrungsi P. Effects of warm-up intensity on explosive performance in swimmers. J Sports Sci Technol. 2009;9(1-2):95-135.
8. Chanida M. Effects of water aerobics on physiological changes. M. Thesis (Sports Science). Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University; 2011.
9. Department of Physical Education. Aerobic Dance. Bangkok: Printing house, Agricultural Cooperative of Thailand Ltd; 2012.
10. .Arpawattanasakun T. Scientific Principle of Sports Training. Bangkok: Chulalongkorn university press; 2009.

11. Boonhan P. Level of Maximal Oxygen Consumption of Students From Institute of Physical Education, Yala Campus. *journal IPE*. 2018;10(3):127-142.
12. Storen O, Helgerud J, Saebo M, Stoa E, Bratland S S, Unhjem R J, et al. The Effect of Age on the VO_2 max Response to High-Intensity Interval Training. *Med Sci Sports Exercis*. 2017;49(1):78-85.
13. Tomoaki M, Kousaku S, Satoshi S, Nobutake S, Akira M, Motoyuki I, et al. Effect of a Low-Volume Aerobic-Type Interval Exercise on VO_2 max and Cardiac Mass. *Med Sci Sports Exercis*. 2014;46(1):42-50.

THE ASSOCIATION BETWEEN MUSCLE LENGTH AND STRENGTH OF QUADRICEPS AND HAMSTRINGS MUSCLES IN PATIENTS WITH UNILATERAL KNEE PAIN

Noochjaree SIRI¹, Tippawan SITT^{1*}, Peemongkon WATTANANON¹ and Chutiporn THAMMAJAREE¹

¹*Faculty of physical Therapy, Mahidol University, NaKhon Pathom, THAILAND 73170*

Abstract

Knee pain is a symptom commonly found in the clinic. Although several evidences support the effectiveness of Physical Therapy treatment, patients still have recurrent knee pain. This recurrence could be resulted from intervention focusing merely on muscle strength. Research evidences suggest restoration of balance between anterior and posterior muscle groups of the knee. However, those correlation findings came from lab-based studies, which would limit clinical application. Thus, the correlation between muscle length and muscle strength of these 2 muscle groups need to be clinically investigated. This study aims to determine the correlation among quadriceps and hamstrings muscle length (QFL and HTL, respectively), and their strength (QFS and HTS, respectively) in patients with unilateral knee pain. One-hundred and seventy-seven unilateral knee pain patient data from Physical Therapy Center, Mahidol University were reviewed. 60 patients were recruited. Chi-square test was used to determine the association. For ipsilateral side, result demonstrated significant associations between QFL and QFS ($p=0.010$), QFL and HTS ($p=0.001$), and between HTL and QFS ($p=0.004$), HTL and HTS ($p=0.035$). For contralateral side, finding showed significant associations between QFL and QFS ($p<0.001$), and QFL and HTS ($p=0.002$). There was no significant associations between HTL and QFS ($p=0.110$), and HTL and HTS ($p=0.168$). These results suggest that quadriceps and hamstrings muscle length could have an effect on their strength in patients with unilateral knee pain. The results from clinical assessment are consistent with lab-based assessment. In addition, the association between muscle length and muscle strength of quadriceps and hamstrings muscles should be taken into consideration for treating patients with unilateral knee pain.

(Journal of Sports Science and Technology 2020; 20(1): 62-75)

(Received: 22 February 2020, Revised: 25 February 2020, Accepted: 26 February 2020)

Key words: Clinical assessment/ Anterior knee pain/ Physical therapy/ Muscle strength/ Muscle length

*Corresponding author: Tippawan SITT

Faculty of physical Therapy, Mahidol University, NaKhon Pathom, THAILAND 73170

E-mail: Tippawan.sit@mahidol.ac.th

ความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังกับระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง ในผู้ป่วยปวดเข่าข้างใดข้างหนึ่ง

นุชจรี ศิริ¹ ทิพวรรณ ลิทธิ^{1*} พีรมงคล วัฒนานนท์¹ และ จุติพร ธรรมจรี¹

¹คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล, จังหวัดนครปฐม, ประเทศไทย 73170

บทคัดย่อ

อาการปวดข้อเข่าเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยทางคลินิก ถึงแม้ว่าจะมีหลักฐานสนับสนุนประสิทธิภาพในการรักษาทางกายภาพบำบัด แต่ผู้ป่วยกลับมีอาการปวดเข่าซ้ำได้อีก ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการมุ่งเน้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพียงอย่างเดียว หลักฐานงานวิจัยเสนอแนะในเรื่องความสมดุลในการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง แต่หลักฐานเหล่านั้นเกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการจึงอาจจะยังไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางคลินิกได้ ดังนั้นข้อมูลความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังในทางคลินิกจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFL) และด้านหลัง (HTL) กับระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFS) และด้านหลัง (HTS) ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่า 1 ข้าง ข้อมูลเวชระเบียนผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่า 1 ข้าง ของศูนย์กายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 177 ราย ผ่านเกณฑ์คัดเข้าจำนวน 60 คน นำข้อมูลที่ได้มาหาความเกี่ยวข้อง โดยใช้สถิติ Chi-square test ผลจากการหาความเกี่ยวข้องพบว่า ความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFL) ของขาข้างที่มีอาการปวดเข่า มีความเกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFS) ($p < 0.010$) และด้านหลัง (HTS) ($p = 0.001$) ความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (HTL) ของขาข้างที่มีอาการปวดเข่า มีความเกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFS) ($p = 0.004$) และด้านหลัง (HTS) ($p = 0.035$) ในขาข้างที่ไม่มีอาการปวดเข่า ความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFL) มีความเกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFS) ($p < 0.001$) และด้านหลัง (HTS) ($p = 0.002$) แต่ความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (HTL) ไม่มีความเกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFS) ($p = 0.110$) และด้านหลัง (HTS) ($p = 0.168$). ผลการศึกษาพบว่า ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าหนึ่งข้าง ความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังมีผลต่อความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังของขาข้างที่มีอาการปวดเข่า ซึ่งผลการศึกษานี้ สนับสนุนว่าการตรวจร่างกายทางคลินิกในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าด้านหน้าได้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้เครื่องมือทางห้องปฏิบัติการ และการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าด้านหน้าควรพิจารณาความเกี่ยวข้องของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังไปพร้อม ๆ กัน

(วารสารวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการกีฬา 2563; 20(1): 62-75)

คำสำคัญ : Clinical assessment/ Anterior knee pain/ Physical therapy/ Muscle strength/ Muscle length

บทนำ

โรคทางด้านกระดูกและกล้ามเนื้อ เป็นกลุ่มโรคที่เกิดขึ้นมากในหลากหลายอาชีพ ที่เกิดจากการทำงานไม่ว่าจะเป็นงานหนักหรือเบา จากสถิติอุบัติการณ์ของโรคในคนไทยในปี 2553 พบว่า โรคกระดูกและข้อมีอุบัติการณ์ของโรคประมาณ 6 ล้านคน โดยข้อที่เสื่อมมากที่สุด คือ ข้อเข่า เพราะเป็นข้อที่รับน้ำหนักของร่างกายขณะทำกิจวัตรประจำวัน เช่น ยืน เดิน นั่ง ขึ้นลงบันได ทำให้มีโอกาสเกิดข้อเข่าเสื่อมได้ง่ายกว่าข้อต่ออื่น ๆ ของร่างกาย¹ โดยกลุ่มอาการปวดเข่าพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย 2 เท่า² อาการปวดเข่าเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น เกิดจากการใช้งานที่มากเกินไป ข้อเข่าไม่มั่นคง ความเสื่อมของข้อเข่า อุบัติเหตุ กล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อเข่าไม่แข็งแรง เป็นต้น และกลุ่มอาการปวดเข่ายังเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในทางคลินิก ซึ่งร้อยละ 40 ของผู้ที่มีอาการปวดเข่า จะมีอาการปวดเข่าด้านหน้า (Anterior knee pain)³

อาการปวดเข่าด้านหน้า (Anterior knee pain) คือ กลุ่มอาการปวดกระจายรอบ ๆ ข้อเข่าทางด้านหน้า และปวดมากขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนไหว⁴ ประกอบไปด้วยหลาย ๆ กลุ่มอาการ เช่น Patellofemoral pain syndrome, Chondromalacia of the patella, Osgood-Schlatter's disease, Plica synovitis syndrome, Lateral compression syndrome, Quadriceps tendinitis, Knee bursitis, Patella maltracking เป็นต้น⁵ ซึ่งอาการปวดข้อเข่าทางด้านหน้าของผู้ป่วย ทำให้เกิดข้อจำกัดในการดำเนินชีวิตประจำวัน และรู้สึกทรมาน ส่งผลต่อสุขภาพจิต⁶ ผู้ป่วยจึงตัดสินใจเข้ารับการรักษาในรูปแบบต่าง ๆ และการรักษาทางกายภาพบำบัดเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง นักกายภาพบำบัดต้องตรวจประเมินหาสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการปวดเข่า และรักษาอาการปวดที่เกิดขึ้น

กล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อเข่ามีความสำคัญต่อข้อเข่า เพื่อให้เกิดความมั่นคงของข้อเข่า กล้ามเนื้อข้อเข่าประกอบไปด้วย กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle) เป็นกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ ประกอบด้วยสี่กล้ามเนื้อย่อยดังนี้ Rectus femoris muscle, Vastus lateralis muscle, Vastus medialis muscle, Vastus intermedius muscle ทำหน้าที่ในการเหยียดข้อเข่า หรือยืดขา (Knee extension) มีส่วนช่วยในการเดิน, วิ่ง, กระโดด, และย่อข้อเข่า และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings muscle) ประกอบด้วยสามกล้ามเนื้อย่อยดังนี้ Biceps femoris muscle, Semitendinosus muscle, Semimembranosus muscle ซึ่งทำหน้าที่ในการงอข้อเข่า (Knee flexion). กล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อเข่าทั้งสองมัดใหญ่ (กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง) ต้องทำงานอย่างสมดุลกันเพื่อให้เกิดความมั่นคง กระชับของข้อเข่า ความสมดุลของกล้ามเนื้อได้จากความยาวของกล้ามเนื้อ (Muscle length) และ/หรือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) ทั้งด้าน Agonist และ Antagonist ซึ่งปัจจัยทั้งสองตัวนี้เป็นตัวบ่งบอกว่ากล้ามเนื้อมีการทำงานที่ปกติหรือไม่

โดยปกติแล้วนักกายภาพบำบัดเน้นการตรวจความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และการออกกำลังกายของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ในภาวะปกติ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าที่มีความแข็งแรงสามารถทำงานแบบยัดออก (Eccentric contraction) เพื่อรักษาความมั่นคงของข้อเข่าเวลาเคลื่อนไหว (Dynamic stability) ไม่ให้เกิดแรงเฉือน (Shear force) ที่ข้อเข่า เช่น เวลาลงบันได ถ้าหากกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าลดลงทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานแบบยัดออกในการรับแรงกระแทกเวลาทำกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง ส่งผลให้เกิดความไม่มั่นคงของข้อเข่า เกิดแรงเฉือนที่ข้อเข่ามากขึ้น และการรับน้ำหนักที่มากเกินไป (Overload) ของข้อเข่า และเกิดการบาดเจ็บได้มากที่สุด⁷ ดังนั้น นักกายภาพบำบัดจึงเน้นการรักษาไปที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าเป็นหลัก ถึงแม้ว่าการออกกำลังกายจะมีประสิทธิภาพในช่วงแรก แต่ผู้ป่วย 2 ใน 3 ก็ยังมีอาการปวดเข่ากลับมาภายใน 1 ปี หลังจากได้รับการวินิจฉัยครั้งแรก⁸ ปัญหานี้อาจเกิด

จากการรักษาที่มุ่งเน้นเฉพาะความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ดังนั้น การรักษาที่ครอบคลุมกล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อเข่าจึงมีความจำเป็น เพื่อป้องกันการเกิดซ้ำของอาการปวดเข่าในอนาคต

มีการศึกษาหลายการศึกษาที่สนับสนุนความสำคัญของกล้ามเนื้ออื่นของข้อเข่า^{5, 9-11} การศึกษาหนึ่งรายงานว่า กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังหดสั้นมีความเกี่ยวข้องกับอาการปวดเข่าทางด้านหน้า และอีกการศึกษาหนึ่งพบว่า กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้านนอกถูกกระตุ้นให้หดตัวเร็วกว่าด้านในขณะให้เกร็งขาค้างไว้ ในท่านั่งงอสะโพก 90 องศาและ งอเข่า 45 องศา สันเท้าวางที่พื้น โดยให้ผู้เข้าร่วมทำการหดเกร็งกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังโดยพยายามดึงเท้าเข้าหาตัวให้แรงที่สุดเท่าที่จะทำได้^{9, 10} ความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อด้านหน้าและด้านหลังโดยความตึงตัวของกล้ามเนื้อด้านหลังที่เพิ่มขึ้นอาจทำให้ความยาวของกล้ามเนื้อด้านหน้าเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอาจทำให้ความสามารถในการออกแรงของกล้ามเนื้อลดลง⁵ การอ่อนแรงและความตึงตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังจะส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลในแนว sagittal plane อาจจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไปทางด้านหลังของกระดูกขาที่อ่อนลง ซึ่งจะไปเพิ่มแรงกดที่ลูกสะบ้าในขณะที่เดินและวิ่ง⁵ การศึกษาเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า การตรวจรักษาผู้ป่วยปวดเข่าควรให้ครอบคลุมกล้ามเนื้อทั้งด้านหน้าและด้านหลัง และคำนึงถึงความแข็งแรงและความยาวของกล้ามเนื้อด้วย

อาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อเข่าทางด้านหน้าและด้านหลังที่เกิดขึ้นนั้น อาจจะเป็นผลมาจากกลไกที่ไปจำกัดความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรง (Arthrogenic muscle inhibition)¹² ซึ่งกลไกนี้เริ่มมาจากการบาดเจ็บของข้อเข่า อาจทำให้เกิดการอักเสบ บวม การหย่อนของข้อต่อ และการบาดเจ็บของเส้นประสาท ส่งผลให้ตัวรับสัญญาณในข้อต่อไม่สามารถส่งสัญญาณระบบประสาทได้อย่างมีประสิทธิภาพ^{11, 13} ผลก็คือ การลดการสั่งการของระบบประสาททำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถหดตัวได้เต็มที่ และเกิดการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อเข่า^{11, 13}

อย่างไรก็ตามงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ ต้องใช้เครื่องมือทางห้องปฏิบัติการที่มีราคาสูงอาจไม่เหมาะสมกับการใช้งานทางคลินิก โดยปกติแล้ว ในทางคลินิก นักกายภาพบำบัดทำการตรวจความยาวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการตรวจประเมินผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าด้านหน้า แต่การรักษายังคงมุ่งเน้นเพื่อแก้ไขความบกพร่องเฉพาะด้านเท่านั้น เช่น กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าอ่อนแรง ก็ให้ออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง โดยไม่คำนึงถึงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังว่าจะมีปัญหาด้วยหรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจการศึกษาความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง กับ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง เพื่อให้การรักษามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นแบบการศึกษาย้อนหลัง (Retrospective study) เพื่อหาความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle length) และด้านหลัง (Hamstrings muscle length) กับระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle strength) และด้านหลัง (Hamstrings muscle strength) ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่า 1 ข้าง โดยการศึกษาได้รับการยกเว้นการรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน (COE No. MU-CIRB 2016/023.1710).

ผู้เข้าร่วมการศึกษา

ข้อมูลเวชระเบียนผู้ป่วยระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่มารับการรักษาอาการปวดข้อเข่าที่ศูนย์กายภาพบำบัดของมหาวิทยาลัยมหิดล ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ ถึง สิงหาคม พ.ศ.2559 จำนวนผู้ป่วยทั้งหมด 177 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า

(Inclusion criteria) เป็นผู้ป่วยที่มีอาการปวดข้อเข่า 1 ข้าง บริเวณด้านหน้าเป็นอาการสำคัญ (Chief complaint) หรือ มี การทำสัญลักษณ์ไว้ที่บริเวณด้านหน้าข้อเข่าในแผนภาพ (Body chart) เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ประกอบด้วย ข้อมูลการตรวจประเมินทางกายภาพบ่งชี้ว่าไม่ใช่ปัญหาจากระบบกระดูกและกล้ามเนื้อบริเวณข้อ เข่า ข้อมูลการรักษาทางกายภาพบำบัดที่ระบุว่าผู้ป่วยไม่ได้รับการรักษาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ หรือผู้ป่วยถูกส่ง ต่อไปพบแพทย์หรือนักกายภาพบำบัดระบบอื่น ผู้ป่วยที่เคยได้รับอุบัติเหตุที่ข้อเข่า ผ่าตัดใส่เหล็ก หรือซ่อมแซมเปลี่ยนเอ็น บริเวณข้อเข่า หรือได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า มีอาการชาหรือการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อที่มีสาเหตุจากระบบประสาท ส่วนกลาง โรคหลอดเลือดสมอง โรคพาร์กินสัน แบบการตรวจประเมินที่บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน หลังจากการตรวจเกณฑ์ การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออก มีข้อมูลเวชระเบียนของผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 60 คน ข้อมูลจากการประเมินความ ยาวของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเข่า จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษานี้

การประเมินความยาวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเข่า

ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่ศูนย์กายภาพบำบัดได้รับการตรวจประเมินความยาวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ข้อเข่าโดยนักกายภาพบำบัดทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่ผ่านการฝึกการตรวจประเมินเพื่อให้การตรวจร่างกายเป็นไป ตามมาตรฐานเดียวกัน การตรวจประเมินมีดังนี้

1. การตรวจความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle)¹⁴ ผู้ป่วยนอนคว่ำ งอเข่าข้างที่ต้องการ ตรวจ 90 องศา ผู้ตรวจงอเข่าผู้ป่วยเข้าหาสะโพกซ้าย ๆ โดยท่าเริ่มต้นให้ข้อสะโพกผู้ป่วยอยู่ในองศาที่เหยียดตรง (รูปที่ 1) ถ้าองศา/มุมของการงอเข่าน้อยกว่า 135 องศา แสดงว่ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า มีความตึงตัวมากกว่าปกติ (tightness) การศึกษาเกี่ยวกับความแม่นยำในการวินิจฉัยโดยใช้การตรวจนี้ พบว่ามีค่า Sensitivity อยู่ในช่วง 56% ถึง 59% และ Specificity อยู่ในช่วง 64% ถึง 85%¹⁴



ภาพที่ 1 แสดงท่าเริ่มต้นของการตรวจความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของขาซ้าย โดยสะโพกอยู่ในท่าเหยียดตรง (Neutral position) และเข่าอยู่ที่ 90 องศา (ก) และท่าสุดท้ายของการตรวจ (ข) หากองศา/มุมของการงอเข่าน้อยกว่า 135 องศาและสะโพกยังคงอยู่ในท่าเหยียดตรง แสดงว่ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของขาซ้าย มีความตึงตัวมากกว่าปกติ

2. การตรวจความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings muscle)^{15, 16} (รูปที่ 2) ผู้ป่วยนอนหงายโดยให้บริเวณหลังส่วนล่างและก้นบราบกับพื้นเตียง ขาข้างที่ต้องการตรวจอยู่ในท่าข้อสะโพกและข้อเข่า 90 องศา ขาข้างตรงข้ามเหยียดตรงวางราบกับพื้นเตียง ผู้ตรวจเหยียดขาข้างที่ต้องการตรวจขึ้นช้า ๆ (เหยียดเข่าให้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว) โดยคงให้ข้อสะโพก 90 องศา ขณะทำการตรวจ (รูปที่ 2) ถ้าข้อเข่าไม่สามารถเหยียดตรงได้ขณะข้อสะโพก 90 องศา แสดงว่า กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีความตึงตัวมากกว่าปกติ (Tightness) การศึกษาความเที่ยงตรงในการวัดระหว่างผู้วัด 2 คนพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ (ICC = 0.77, SEM = 7.6 องศา)^{15, 16} แสดงให้เห็นว่าการทดสอบนี้สามารถนำมาใช้ในการตรวจความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังได้

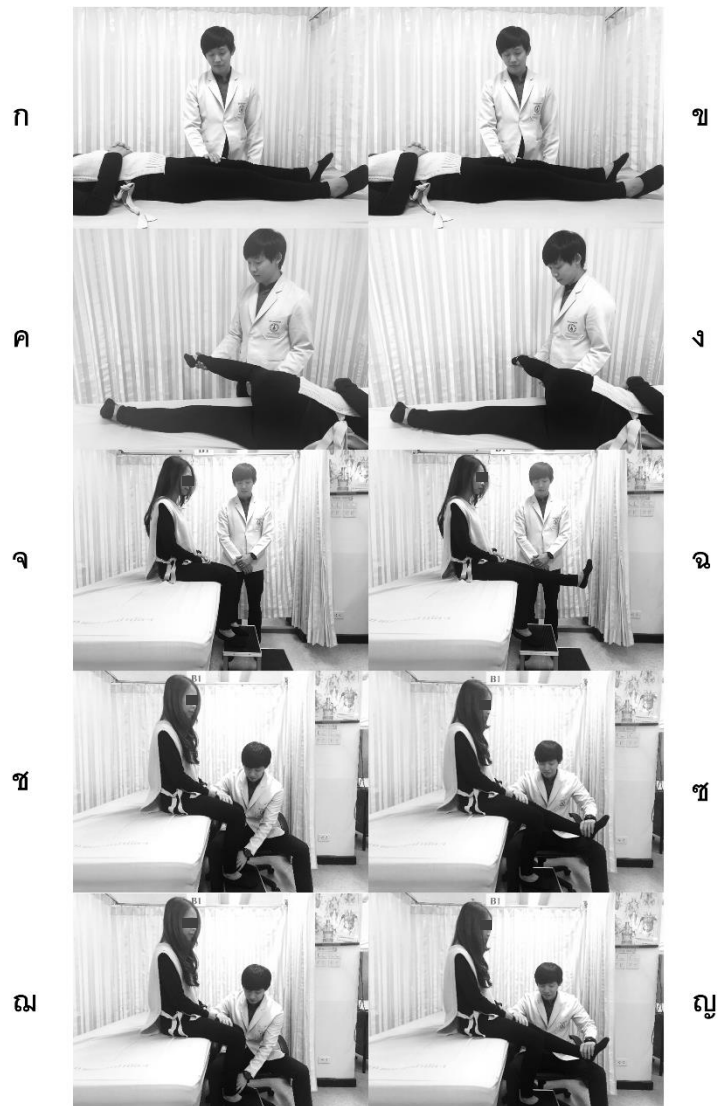


ก

ข

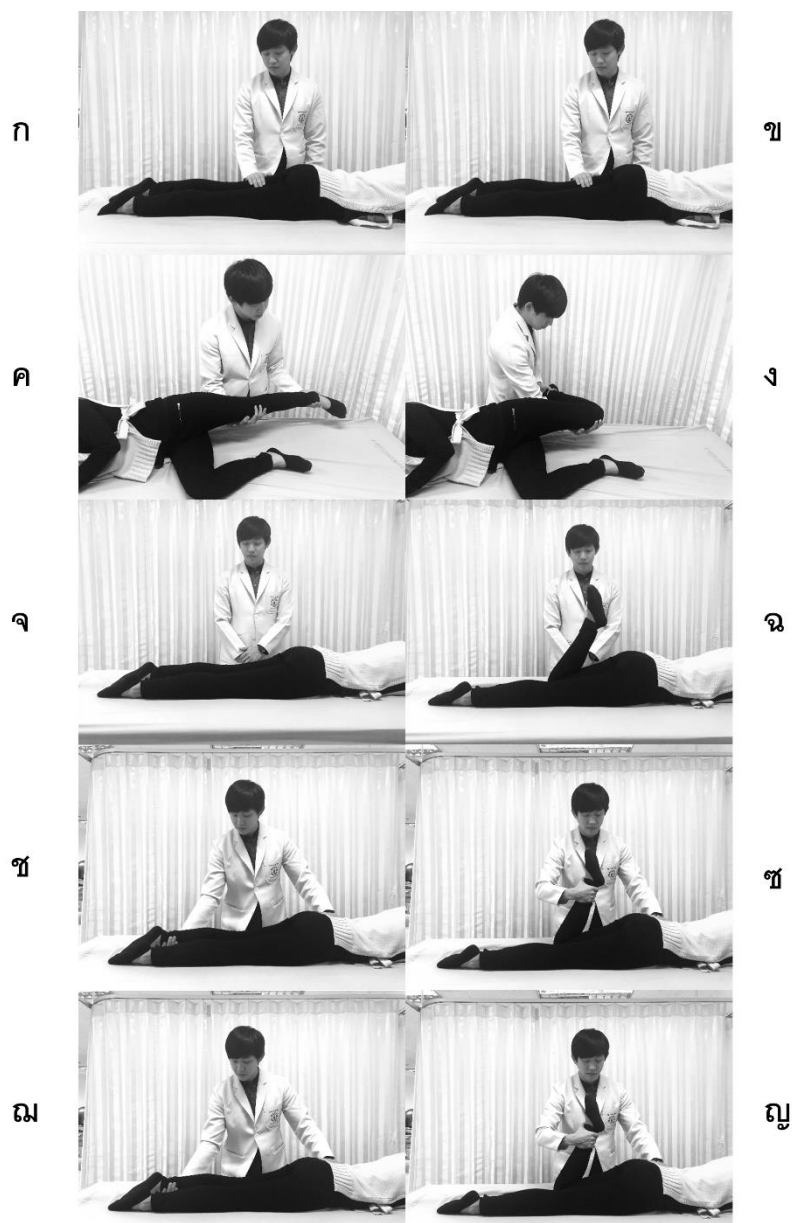
ภาพที่ 2 แสดงท่าเริ่มต้นของการตรวจความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังของขาข้างซ้าย ขณะข้อสะโพก 90 องศาและเข่างออยู่ที่ 90 องศา (ก) และท่าสุดท้ายของการตรวจ (ข) หากข้อเข่าไม่สามารถเหยียดตรงได้ขณะข้อสะโพก 90 องศา แสดงว่า กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังของขาซ้าย มีความตึงตัวมากกว่าปกติ

3. การตรวจความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle strength)¹⁷ การศึกษานี้ใช้การตรวจประเมินจากเกรด 0 ถึงเกรด 5 ผู้ตรวจจัดทำผู้ป่วยในท่าเริ่มต้นตามระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (รูปที่ 3) จากนั้นผู้ตรวจออกคำสั่งให้ผู้ป่วยเหยียดเข่าให้สุดเท่าที่จะทำได้ โดยผู้ตรวจจะเริ่มประเมินความแข็งแรงจากระดับ 3 ถ้าผู้ป่วยสามารถเหยียดเข่าได้สุด ผู้ตรวจจะทำการประเมินในระดับ 4 และ 5 ตามลำดับ หากผู้ป่วยไม่สามารถเหยียดเข่าได้สุด ผู้ตรวจจะทำการประเมินในระดับ 2 และ 1 ตามลำดับ โดยระดับ 1 ผู้ตรวจคลำเจอการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อแต่ไม่มีการเคลื่อนไหว ระดับ 2 เหยียดเข่าได้เต็มการเคลื่อนไหวในท่าที่ไม่ต้านแรงโน้มถ่วงโลก ระดับ 4 กับ 5 เหยียดเข่าต้านแรงโน้มถ่วงโลก โดยระดับที่ 4 ผู้ป่วยออกแรงต้านกับผู้ตรวจได้ปานกลาง ระดับที่ 5 ต้านแรงกับผู้ตรวจได้เต็มที่ จากการศึกษาเกี่ยวกับความแม่นยำในการตรวจประเมินเมื่อเทียบกับเครื่องวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ (Hand-held dynamometer) พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ($r = 0.77$)¹⁸ ดังนั้นการตรวจความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามีความน่าเชื่อถือ ทำให้ผู้วิจัยมีความมั่นใจในการแปลผลจากการศึกษานี้



ภาพที่ 3 แสดงการตรวจความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของขาซ้าย ด้านซ้ายเป็นท่าเริ่มต้น (ก, ค, จ, ช, และ ณ) และด้านขวาเป็นท่าสุดท้าย (ข, ง, ฉ, ซ, และ ญ) จากระดับ 1 (บน) ถึงระดับ 5 (ล่าง) โดยเรียงลำดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าจากน้อยไปมาก

4. การตรวจกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings muscle strength)¹⁷ ผู้ตรวจจัดทำผู้ป่วยในท่าเริ่มต้นตามระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (รูปที่ 4) จากนั้นผู้ตรวจทำการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหลัง เช่นเดียวกับการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ตามลำดับ โดยระดับ 1 ผู้ตรวจคลำเจอการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อแต่ไม่มีการเคลื่อนไหว ระดับ 2 งอเข้าได้เต็มการเคลื่อนไหวในท่าที่ไม่ต้านแรงโน้มถ่วงโลก ระดับ 4 กับ 5 งอเข้าต้านแรงโน้มถ่วงโลก โดยระดับที่ 4 ผู้ป่วยออกแรงต้านกับผู้ตรวจได้ปานกลาง ระดับที่ 5 ต้านแรงกับผู้ตรวจได้เต็มที่จากการศึกษาเกี่ยวกับความเที่ยงตรงและแม่นยำในการตรวจประเมินความแข็งแรงกล้ามเนื้อพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี¹⁹ ดังนั้นผู้ตรวจสามารถใช้การทดสอบดังกล่าวในการตรวจประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการศึกษานี้



ภาพที่ 4 แสดงการตรวจความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังของขาซ้าย ด้านซ้ายเป็นท่าเริ่มต้น (ก, ค, จ, ช, และ ฅ) และด้านขวาเป็นท่าสุดท้าย (ข, ง, ฉ, ซ, และ ญ) จากระดับ 1 (บน) ถึงระดับ 5 (ล่าง) โดยเรียงลำดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าจากน้อยไปมาก

ขั้นตอนการศึกษา

ผู้วิจัยเลือกแฟ้มข้อมูลเวชระเบียนของผู้ป่วยระบบกระดูกและกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออก จำนวน 60 คน และป้อนข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการตรวจร่างกายลงเครื่องประมวลผล/คอมพิวเตอร์ โดยทำการปกปิดชื่อผู้ป่วยและใส่รหัสแทน อย่างไรก็ตามผู้ป่วยในการศึกษานี้มีอาการปวดเข่าเพียงข้างใดข้างหนึ่ง (ข้างซ้ายหรือข้างขวา) การเปรียบเทียบโดยใช้ข้างซ้ายและขวาไม่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้น เพื่อให้ข้อมูลจากการประเมินความยาวของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเข่าของผู้ป่วยสามารถเปรียบเทียบกันได้ ผู้วิจัยทำการแปลงข้อมูลจากข้างซ้ายและข้างขวาเป็นข้างที่ปวดเข่า (Ipsilateral side) และข้างที่ไม่มีอาการปวด (Contralateral side)

ตามลำดับ ข้อมูลการประเมินความยาวกล้ามเนื้อเข้าจะเป็นแบบ 2 ทาง (Dichotomous outcome) คือ ปกติหรือมีความตึงตัว (Normal or Tightness) ส่วนระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะถูกนำไปแปลงเป็นข้อมูลแบบ 2 ทาง เช่นเดียวกัน คือ ปกติหรืออ่อนแรง (Normal or Weakness) โดยในทางคลินิกนักกายภาพบำบัดจะจัดความแข็งแรงระดับ 5 เป็นความแข็งแรงปกติ ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่น้อยกว่าระดับ 5 จะถือว่ามึกล้ามเนื้ออ่อนแรง ข้อมูลความยาวกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษานี้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป (SPSS version 21, IBM, Armonk, NY) สถิติเชิงพรรณนาใช้วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ ดัชนีมวลกาย การวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องทางสถิติโดยใช้ Chi-square test เพื่อหาความเกี่ยวข้องระหว่าง 1) ความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle length; QFL) และระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle strength; QFS) และด้านหลัง (Hamstrings muscle strength; HTS) และ 2) ความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings muscle length; HTL) และระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFS) และด้านหลัง (HTS) ในข้างที่มีอาการปวด (Ipsilateral side) และข้างที่ไม่มีอาการปวด (Contralateral side) ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่า 1 ข้าง โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา พบว่า ผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษานี้อยู่ในช่วงวัยกลางคน มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 55.1 ± 15.0 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 75 ของกลุ่มตัวอย่าง ดัชนีมวลกายเฉลี่ยของผู้ป่วยเท่ากับ 24.6 ± 3.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร แสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยอยู่ในกลุ่มที่มีน้ำหนักเกินค่าปกติ (22.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร)

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ต่ำสุด - สูงสุด
อายุ (ปี)	55.1 ± 15.0	20 - 82
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	62.1 ± 10.1	42 - 88
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	158.9 ± 8.2	145 - 184
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	24.6 ± 3.9	17.5 - 35.1

ผลการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องระหว่าง 1) ความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFL) และระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFS) และด้านหลัง (HTS) และ 2) ความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (HTL) และระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFS) และด้านหลัง (HTS) ในข้างที่มีอาการปวดเข่า (Ipsilateral side) และข้างที่ไม่มีอาการปวดเข่า (Contralateral side) แสดงอยู่ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหน้าและด้านหลังข้อเข่า

ข้าง	พารามิเตอร์	ความยาวกล้ามเนื้อ	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหน้า (QFS)					ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหลัง (HTS)				
			ปกติ	อ่อนแรง	Chi-square	p-value	Effect size V	ปกติ	อ่อนแรง	Chi-square	p-value	Effect size V
ข้างที่ปวดเข่า	ความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFL)	ปกติ	19	9	6.70	0.010*	0.33	22	6	11.79	0.001**	0.44
		ตึงตัว	11	21				11	21			
	ความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (HTL)	ปกติ	20	9	8.08	0.004**	0.37	20	9	4.42	0.035*	0.27
		ตึงตัว	10	21				13	18			
ข้างที่ไม่ปวดเข่า	ความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (QFL)	ปกติ	42	7	12.23	<0.001***	0.45	40	9	9.41	0.002**	0.40
		ตึงตัว	4	7				4	7			
	ความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (HTL)	ปกติ	34	9	2.55	0.110	0.21	35	8	1.90	0.168	0.18
		ตึงตัว	10	7				11	6			

QFS=Quadriceps femoris muscle strength; HTS=Hamstrings muscle strength; QFL=Quadriceps femoris muscle length; HTL= Hamstrings muscle length.

* = p value < 0.05, ** = p value < 0.01 และ *** = p value < 0.001.

Effect size V: 0.10 = small; 0.30 = medium; 0.50 = large.

Cohen J. Statistical power and analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hisdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988. pp. 79–80

อภิปรายผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และด้านหลัง และระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่า 1 ข้าง ผลการศึกษาพบว่า ความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามีความเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังทั้งในข้างที่มีอาการปวดและข้างที่ไม่มีอาการปวด นอกจากนี้ยังพบว่าความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีความเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังเฉพาะในข้างที่มีอาการปวดเข่า แต่ไม่พบความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังในข้างที่ไม่มีอาการปวดเข่า

ความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ทั้งข้างที่มีและไม่มีอาการปวดเข่าสามารถอธิบายได้ตามแนวคิดของ Levy และคณะ²⁰ ที่ว่า การหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดจากการเคลื่อนที่เข้าหากันของ Actin และ Myosin ที่อยู่ใน Sarcomere ซึ่งความยาวปกติของ Sarcomere ที่ประมาณ 2 ไมโครเมตร ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้แรงถึงสูงสุด หาก Sarcomere มีความยาวที่เปลี่ยนแปลงไปจาก 2 ไมโครเมตร เช่น มีความยาวสั้นลงมากกว่า 2 ไมโครเมตร ปฏิกริยาการเคลื่อนไหวของ Actin และ Myosin จะถูกรบกวน ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับแนวคิดของ Berne และคณะ²¹ ที่กล่าวถึงความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวกล้ามเนื้อและแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ หากกล้ามเนื้อมีความยาวที่สั้นลง จะส่งผลให้แรงในการหดตัวลดลงไปด้วย ตามทฤษฎี Sliding filament theory of muscle contraction นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวความคิดของ Janda²² ที่พบว่ากล้ามเนื้อที่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวในลักษณะที่มีความตึงตัวสูงหรือกล้ามเนื้อที่มีการหดสั้นนานเกินกว่าปกติ จะส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นลดลง

ความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในข้างที่มีอาการปวด สามารถอธิบายได้โดยใช้ทฤษฎีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่พบความเกี่ยวข้องระหว่างความยาวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังของเข่าข้างที่ไม่มีอาการ ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากธรรมชาติของกล้ามเนื้อมัดนี้ที่ไม่ต้องออกแรงมากในการใช้ชีวิตประจำวันทำให้กล้ามเนื้อมัดดังกล่าว²³ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่น้อยอยู่แล้ว จึงทำให้ไม่พบความเกี่ยวข้องดังกล่าว

จากผลการศึกษาพบว่าความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามีความเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง รวมถึงความยาวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีความเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังในข้างที่มีอาการปวด สามารถอธิบายได้ว่า การหดสั้นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าหรือด้านหลัง ส่งผลให้ข้อเข่าอยู่ในแนวการเคลื่อนไหวที่ผิดไปจากปกติ ซึ่งทำให้เกิด Stress ในเนื้อเยื่อรอบข้อเข่าและเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าในที่สุด ซึ่งทำให้เกิดกลไก Arthrogenic muscle inhibition ส่งผลให้เกิดการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง¹¹⁻¹³ Rice ได้อธิบายกระบวนการ Arthrogenic muscle inhibition ว่ามีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาทในตัวรับความรู้สึกของข้อเข่าข้างที่มีการบาดเจ็บ^{11, 12}

ผลการศึกษาสนับสนุนแนวคิดที่ว่า การตรวจรักษาผู้ป่วยปวดเข่าควรมีการตรวจที่ครอบคลุมกล้ามเนื้อทั้งด้านหน้าและด้านหลัง และควรคำนึงถึงความแข็งแรงและความยาวของกล้ามเนื้อดังกล่าวด้วย เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดซ้ำของอาการปวดเข่าในอนาคต ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับหลาย ๆ การศึกษาที่ผ่านมา^{5, 9-11} การศึกษาของ Patil et al และ White et al¹⁰ พบว่ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่หดสั้น มีความเกี่ยวข้องกับอาการเอ็นหน้าเข่าอักเสบ (Patellofemoral Pain Syndrome) และจากการศึกษาของ Waryasz et al²⁴ และ Harvi et al²⁵ พบว่าการยืดกล้ามเนื้อ

ต้นขาด้านหลังช่วยอาการเอ็นหน้าเข่าอักเสบ (Patellofemoral Pain Syndrome) เนื่องจากแนวการวางตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังทางด้านในทำหน้าที่ในการหมุนข้อสะโพกมาทางด้านใน เมื่อมีการหดสั้นของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังทางด้านในจึงทำให้ข้อสะโพกเกิดการยึดติดในท่าหมุนเข้าด้านใน ทำให้กระดูกขาท่อนล่างหมุนตัวเข้าด้านในเช่นกัน ส่งผลให้เกิดมุม valgus ของข้อเข่าและลูกสะบ้าเคลื่อนไปทางด้านนอก ด้วยเหตุนี้ข้อเข่าจึงไม่อยู่ในสภาพสมดุล เกิดแรงตึงเครียดต่อเอ็นยึดข้อต่อ เมื่อมีการเคลื่อนไหวที่ไม่สมดุลซ้ำ ๆ อาจทำให้เนื้อเยื่อรอบ ๆ ข้อเข่าเกิดการบาดเจ็บได้ นอกจากนี้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังหดสั้นจะทำให้ข้อเข่าอยู่ในมุมงอเล็กน้อยและกระดูกขาท่อนล่างเคลื่อนตัวมาด้านหลังอาจเกิดการหดสั้นของเยื่อหุ้มข้อเข่าด้านหลัง เอ็นเข่าด้านหน้ายึดมากกว่าปกติ ส่งผลให้เกิดแรงตึงเครียดต่อข้อเข่าได้เช่นกัน ซึ่งมีหลักฐานงานวิจัยที่พบว่ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังที่หดสั้น มีความเกี่ยวข้องกับอาการเอ็นหน้าเข่าอักเสบ (Patellofemoral Pain Syndrome) ซึ่งเป็นกลุ่มอาการที่พบได้มากในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าทั้งข้างปกติและข้างที่มีอาการปวด เพื่อช่วยในการวางแผนการรักษาให้มีประสิทธิภาพ เช่น การออกกำลังกายในลักษณะ Opened chain ในแบบที่ให้การออกกำลังกายทางคลินิกเป็นประจำนั้น อาจทำให้เกิด Posterior translations ของข้อเข่า หากเปลี่ยนเป็นการออกกำลังกายแบบ Closed chain จะส่งผลให้เกิด Anterior translation ของ Tibia ไปพร้อม ๆ กับ เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดบางประการ คือ เป็นการศึกษาที่มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการตรวจร่างกายข้อเข่าของผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าที่ศูนย์กายภาพบำบัด แต่ไม่ได้มาจากการออกแบบการวิจัยที่มีการควบคุม ซึ่งอาจทำให้ผลการศึกษานี้มีความหลากหลายจากการตรวจประเมิน และการวินิจฉัยของนักกายภาพบำบัดจำนวนหลายคน แต่ทั้งนี้ทั้งนักกายภาพบำบัดได้ถูกให้ความรู้และทำข้อตกลงการตรวจประเมิน อีกทั้งมีการจัดทำคู่มือการตรวจประเมิน และวินิจฉัยข้อเข่า ในส่วนของแบบประเมินที่ไม่สมบูรณ์ได้ถูกคัดออกจากรายงานวิจัยนี้ และการศึกษานี้ไม่รวมถึงพยาธิสภาพอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น ภาวะการอักเสบของข้อเข่าที่มาจากระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง และอุบัติเหตุต่าง ๆ

สรุปผลการศึกษา

ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าทั้งข้าง ความยาวกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังมีผลต่อความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังในข้างที่มีอาการปวดเข่า ซึ่งผลงานวิจัยนี้สนับสนุนว่าการตรวจร่างกายทางคลินิกในผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าด้านหน้าได้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้เครื่องมือทางห้องปฏิบัติการ และการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการปวดเข่าด้านหน้าควรพิจารณาความเกี่ยวข้องของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลังไปพร้อม ๆ กัน

เอกสารอ้างอิง

1. Nimit-arnun N. Epidemiological situation and risk assessment of knee osteoarthritis among Thai people. JRTAN 2014;15(3):185-94.
2. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. J Orthop Sports Phys Ther 2012;42(2):81-94.
3. Bizzini M, Childs JD, Piva SR, Delitto A. Systematic review of the quality of randomized controlled trials for patellofemoral pain syndrome. J Orthop Sports Phys Ther 2003;33(1):4-20.
4. Wilson T. The measurement of patellar alignment in patellofemoral pain syndrome: are we confusing assumptions with evidence? J Orthop Sports Phys Ther 2007;37(6):330-41.
5. Petersen W, Ellermann A, Gosele-Koppenburg A, Best R, Rembitzki IV, Bruggemann GP, et al. Patellofemoral pain syndrome. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2014;22(10):2264-74.
6. Piva SR, Fitzgerald GK, Irrgang JJ, Fritz JM, Wisniewski S, McGinty GT, et al. Associates of physical function and pain in patients with patellofemoral pain syndrome. Arch. Phys. Med. Rehabil 2009;90(2): 285-95.
7. Hurley MV. The role of muscle weakness in the pathogenesis of osteoarthritis. Rheum Dis Clin North Am. 1999;25(2):283-98
8. Pappas E, Wong-Tom WM. Prospective Predictors of Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review with Meta-analysis. Sports health 2012;4(2):115-20.
9. Patil S, Dixon J, White LC, Jones AP, Hui AC. An electromyographic exploratory study comparing the difference in the onset of hamstring and quadriceps contraction in patients with anterior knee pain. The Knee 2011;18(5):329-32.
10. Patil S, White L, Jones A, Hui AC. Idiopathic anterior knee pain in the young. A prospective controlled trial. Acta orthopaedica Belgica 2010;76(3):356-9.
11. Rice DA, McNair PJ, Lewis GN, Dalbeth N. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: the effects of experimental knee joint effusion on motor cortex excitability. Arthritis Res. Ther. 2014;16(6):502.
12. Rice DA, McNair PJ. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives. Seminars in arthritis and rheumatism 2010;40(3):250-66.
13. Palmieri RM, Ingersoll CD, Hoffman MA, Cordova ML, Porter DA, Edwards JE, et al. Arthrogenic muscle response to a simulated ankle joint effusion. Br J Sports Med 2004;38(1):26-30.
14. Marks MC, Alexander J, Sutherland DH, Chambers HG. Clinical utility of the Duncan-Ely test for rectus femoris dysfunction during the swing phase of gait. DEV MED CHILD NEUROL 2003;45(11): 763-8.
15. Gajdosik RL, Rieck MA, Sullivan DK, Wightman SE. Comparison of four clinical tests for assessing hamstring muscle length. J Orthop Sports Phys Ther 1993;18(5):614-8.

16. Reurink G, Goudswaard GJ, Oomen HG, Moen MH, Tol JL, Verhaar JA, et al. Reliability of the active and passive knee extension test in acute hamstring injuries. *Am. J. Sports Med.* 2013;41(8): 1757-61.
17. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Muscles testing and function with posture and pain.* 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
18. Bohannon RW. Measuring knee extensor muscle strength. *Am J Phys Med Rehabil.* 2001;80(1):13-8.
19. Cuthbert SC, Goodheart GJ, Jr. On the reliability and validity of manual muscle testing: a literature review. *Chiropr Osteopat.* 2007;15:4.
20. Levy MN, Stanton BA, Koeppen BM. *Skeletal muscle. Principle of physiology.* 4th ed. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2006. p. 175.
21. Berne RM, Levy MN, Koeppen BM, Stanton AS. *Skeletal muscle physiology. Physiology.* 5th ed. Missouri: Elsevier Mosby; 2004. p. 242-243.
22. Page P, Frank C, Lardner R. *Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda approach.* Champaign: Human Kinetics Publishers; 2010. p. 50-51.
23. Petersen W, Ellermann A, Gösele-Koppenburg A, Best R, Rembitzki IV, Brüggemann GP, Liebau C. Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014 Oct 1;22(10): 2264-74.
24. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dyn Med* 2008 Dec;7(1):9.
25. Harvie D, O'Leary T, Kumar S. A systematic review of randomized controlled trials on exercise parameters in the treatment of patellofemoral pain: what works?. *J Multidiscip Healthc* 2011;4:383.

การส่งบทความ

วารสารออก 2 ฉบับต่อปี ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน และเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม

ส่งบทความในรูปแบบของ electronic file (.doc) ผ่านระบบวารสารออนไลน์เท่านั้น

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/JSST>

บทความที่จะได้รับตีพิมพ์ต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิในกองบรรณาธิการของวารสาร

ผู้เขียนที่อ้างอิงเรื่องในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ฉบับที่ผ่านๆ มา จะได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ และจะได้รับความขอบคุณเป็นอย่างสูง

Instructions to Authors

Revised July 14, 2016

1. Article types accepted are research article (either full paper or short communication) and review article.
2. Original papers submitted to the journal should deal with significant areas of sports and exercise physiology, sports biomechanics, coaching science, occupational medicine, physical therapy, sports psychology, sports nutrition, sports medicine and sports management.
3. Original papers written in English will be accepted for publication with the understanding that they have not been published previously, nor are under consideration for publication, in any other journal.

Manuscripts Preparation

1. Manuscripts must be typed with 1-inch margins on both sides using 14-point type in Cordia New font with double spaced on A4-size (210 × 297 mm) paper. All lines of the text should be numbered serially in the left margin, and the entire manuscript should be paginated.
2. The text should be divided into captioned sections in the following order:
 - a. A cover page with complete details of the title, the source, and the authors full contact details.
 - b. An abstract.
 - c. The text suitably divided under headings. [Introduction, Methods (Participants, Equipment/Tools, Procedure, Data analyses), Results, Discussion].
 - d. Acknowledgements.
 - e. References.
 - f. Tables and Illustrations with captions should be placed at the appropriate locations in the manuscript
 - g. Supplementary Data.
3. The first page of the manuscript should include the title, author's full name, affiliation, the complete mailing address, and e-mail address of the corresponding author.
4. The second page should include an abstract not exceeding 300 words and 5 key words. Abbreviations and special symbols should not be used in the abstract.

5. Full research paper may not exceed 3,000 words of text and less than 5 figures/tables in total. Full review paper may not exceed 6,000 words of text and less than 5 figures/tables in total.
6. All manuscripts should go through English proofreading before submission and the manuscript should be submitted with a certificate upon request.
7. Each table should be typed on a separate sheet of paper also with double-spacing, and should include a brief explanatory heading.
8. Tables should be created by Microsoft Excel® or Microsoft Word® and saved with “.xls” or “.doc” before submission. (Tables created by Microsoft PowerPoint® will not be accepted.)
9. All illustrations and tables should be inserted in the text at appropriate locations. Refer to photographs, charts, and diagrams as ‘Figures’ and number consecutively in order of appearance in the text. Substantive captions for each figure and table explaining the major point or points should be typed on a separate sheet.
10. When listing references, follow Vancouver style and abbreviate names of journals according to the journal list in PubMed. The example of references should be use as the following form:

10.1 Standard journal article

Basic format: Author. Title of the article. Title of the Journal. Year;Volume:First -Last (Page).

- Kane RA, Kane RL. Effect of genetic testing for risk of Alzheimer's disease. N Engl J Med 2009;361:298-9.

10.1.1 Person

- Cheers B, Darracott R, Lonne B. Social care practice in rural communities. Sydney: The Federation Press; 2007.

10.1.2 Author more then 6 persons

- Meister DW, Ladd AL, Butler EE, Zhao B, Rogers AP, Ray CJ, et al. Rotational biomechanics of the elite golf swing: benchmarks for amateurs. J Appl Biomech. 2011;27(3):242-51.

10.1.3 Organization as author

- World Health Organization. Surveillance of antibiotic resistance in Neisseria gonorrhoeae in the WHO Western Pacific Region. Commun Dis Intell 2002;26:541-5.

10.1.4 Organization and person as author

- Savva GM, Wharton SB, Ince PG, Forster G, Matthews FE, Brayne C; Medical Research Council Cognitive Function and Ageing Study. Age, neuropathology, and dementia. N Engl J Med 2009;360:2302-9.

10.2 Book

10.2.1 Entire book

- Basic format: Author. Title of the book. Edition. Place of Publication: Publisher; Year

10.2.2 Person

- Karren KJ, Smith NL, Hafen BQ, Jenkins KJ. Mind Body Health The effects of attitudes, emotions, and relationships. Fourth ed. San Francisco: Pearson Benjamin; 2010.

10.2.3 Editor/ Compiler

- Norman IJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996.

10.2.4 Organization

- Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medicaid program. Washington: The Institute; 1992.

10.2.5 Chapter in a book

- Esclamado R, Cummings CW. Management of the impaired airway in adults. In: Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Schuller DE, editors. Otolaryngology - head and neck surgery. 2 nd ed. St. Louis, MO: Mosby Year Book; 1993. p. 2001-19.

10.3 Conference proceeding

- Kimura J, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

10.4 Thesis/Dissertation

- Exell, T. A. Lower-limb biomechanical asymmetry in maximal velocity sprint running. (Thesis) University of Wales. 2010.

10.5 Electronic Material

Basic format: Author). Title of the article [Type of media / Material]. year of publication [access when/cited Year Month Date]. Access from / Available from: <http://.....>

10.5.1 Journal article on the Internet

- Annas GJ. Resurrection of a stem-cell funding barrier--Dickey-Wicker in court. N Engl J Med [Internet]. 2010 [cited 2011 Jun 15];363:1687-9. Available from: <http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMp1010466>

10.5.2 Journal on the Internet Characteristic

- Article with document number in place of traditional pagination); PMID (PubMed Identifier)

- Williams JS, Brown SM, Conlin PR. Videos in clinical medicine. Blood-pressure measurement. N Engl J Med. 2009 Jan 29;360(5):e6. PMID: 19179309.

- Article with a Digital Object Identifier (DOI)

- Zhang M, Holman CD, Price SD, Sanfilippo FM, Preen DB, Bulsara MK. Comorbidity and repeat admission to hospital for adverse drug reactions in older adults: retrospective cohort study. BMJ 2009;338:a2752. doi: 10.1136/bmj.a2752.

10.5.3 Homepage/Web site

- Cancer-Pain.org [Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources; c2000-01 [updated 2002 May 16; cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>.

10.5.4 Database on the Internet

- American Medical Association [Internet]. Chicago: The Association; c1995-2002 [updated 2001 Aug 23; cited 2002 Aug 12]. AMA Office of Group Practice Liaison; [about 2 screens]. Available from: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/1736.html>
- Wikipedia. Generation Y [Internet]. 2011 [cited 2011 Jul 5]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Generation_Y

The journal is published twice a year, in July and December. Authors are required to submit manuscript in the form of electronic file (.doc) online at <http://thailand.digitaljournals.org/index.php/JSSTMU/index>. All manuscripts will be reviewed by peers who specialist from our editorial board. Making citation in your references using previous articles in this journal (Journal of Sports Science and Technology: J.Sports Sci. Technol.: JSST) will be very much appreciated.

**สมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย (สกกท.)**

สำนักงาน: (ฝากที่ ผศ.มนต์ชัย โชติदार) วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา

มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา 999 ถ.พุทธมณฑล สาย 4 ต. ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

E-mail: noom1522@gmail.com

THE SPORTS SCIENCE SOCIETY OF THAILAND (SSST)

OFFICE: (c/o Monchai Chodtidao) College of Sports Science and Technology,

Mahidol University, Salaya, 999 Puthamonthon 4 Rd., Nakorn Prathom 73170 Thailand

E-mail: noom1522@gmail.com

ใบสมัครสมาชิก (Membership Application Form)ข้าพเจ้า (I am) ☐ นาย (Mr.) ☐ นาง (Mrs.) ☐ นางสาว (Miss)

ชื่อ (name) (ภาษาไทย).....นามสกุล (surname) (ภาษาไทย).....

ชื่อ (name) (IN ENGLISH).....นามสกุล (surname) (IN ENGLISH).....

ตำแหน่ง (position)วัน เดือน ปีเกิด (date, month, year of birth)

ที่อยู่ (address)

รหัสไปรษณีย์ (Zipcode).....ประเทศ (country)

E-mail address:.....โทรศัพท์ (telephone).....

โทรสาร (Fax).....

ชื่อปริญญาสูงสุด และสถาบันที่จบการศึกษา (Latest Degree, University)

ประสบการณ์การวิจัยและการใช้วิทยาศาสตร์การกีฬา (Experience in Sports Science Research and Application)

ขอสมัครเป็นสมาชิกประเภท (Apply as)

☐ สมาชิกตลอดชีพ (ค่าสมัคร 500 บาท)☐ สมาชิกสามัญรายปี (ค่าสมัคร 100 บาท)

โดยได้ชำระผ่านช่องทาง

☐ ชำระเป็นเงินสด☐ โอนผ่านบัญชีออมทรัพย์ ธนาคารไทยพาณิชย์

ชื่อบัญชี สมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย เลขที่บัญชี 333-234-7972 เป็นเงิน.....บาท พร้อมในสมัครนี้

หากท่านต้องการรายละเอียดหรือข้อมูลใดๆ เพิ่มเติมกรุณาติดต่อที่เลขานุการสมาคมฯ ผศ.มนต์ชัย โชติदार

E-mail: noom1522@gmail.com

ลงชื่อผู้สมัคร (Signature of the applicant)
(.....)

วัน เดือน ปีที่สมัคร (Date, Month, and Year of Application) / /

เจ้าของ สมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย
และการกีฬาแห่งประเทศไทย

สำนักงานบรรณาธิการ

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา (ฝากที่ ผศ.ดร. อมรพันธ์ อัจจิมาพร) มหาวิทยาลัยมหิดล

999 ถ.พุทธมณฑล สาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

โทรสาร: ส่ง ผศ.ดร. อมรพันธ์ อัจจิมาพร 0-2441-4296-7 ต่อ 310

E-mail: Editorjsst@gmail.com

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/JSST>