รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง

The study of knee joint injury risk during jump landing of youth volleyball and basketball players in Phattalung province

คณะผู้วิจัย

ชำนาญ ชินสีห์
วิทยา เหมพันธ์
ดุสิต พรหมอ่อน
กฤตยา เพชรจันทร์

คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยทักษิณ
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

สัญญาเลขที่.....

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง

The study of knee joint injury risk during jump landing of youth volleyball and basketball players in Phattalung province

คณะผู้วิจัย

ชำนาญ ชินสีห์
วิทยา เหมพันธ์
ดุสิต พรหมอ่อน
กฤตยา เพชรจันทร์

คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยทักษิณ
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

คำรับรองคุณภาพ

รายงานวิจัยเรื่อง **การศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง**

ผู้วิจัย **ชำนาญ ชินสีห์ และกฤตยา เพชรจันทร์**

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ ขอรับรองว่ารายงานวิจัยฉบับนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว มีความเห็นว่าผลงานวิจัยฉบับนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์

- ☐ ดีมาก
- ☑ ดี
- ☐ ปานกลาง
- ☐ พอใช้
- ☐ ควรปรับปรุง

(รองศาสตราจารย์เกษม อัศวตรีรัตนกุล)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
วันที่ 29 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2559

บทคัดย่อ
มหาวิทยาลัยทักษิณ

ชื่อโครงการวิจัย

การศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง

ชื่อผู้วิจัย ดร.ชำนาญ ชินสีห์ ดร.วิทยา เหมพันธ์ นายดุสิต พรหมอ่อน และ ว่าที่ร้อยตรีหญิงกฤตยา เพชรจันทร์
คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเงินรายได้ ประจำปี 2556 จำนวน 100,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 2 ปี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2556 ถึงธันวาคม 2558

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นและเพื่อเปรียบเทียบโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดระหว่างนักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอล ชายและหญิงระดับเยาวชน จำนวน 119 คน (นักกีฬาชาย 59 คนและนักกีฬาหญิง 60 คน) ทำการทดลองโดยทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและให้นักกีฬากระโดดลงจากกล่องไม้ที่มีความสูง 30 เซนติเมตร มายังพื้นที่ห่างจากกล่องไปทางด้านหน้าระยะ 50% ของความสูงนักกีฬา จำนวน 3 ครั้งพร้อมทำการบันทึกด้วยกล้องบันทึกภาพการเคลื่อนไหว จำนวน 2 ตัวที่วางไว้ในแนวระนาบด้านข้างและระนาบด้านหน้า ภาพการเคลื่อนไหวในแต่ละระนาบจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อให้คะแนน โดยใช้ระบบการให้คะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยการทดสอบไคสแควร์และ Independent t-test

ผลการวิจัยพบว่านักกีฬาชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (1.80±0.37 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว) มากกว่านักกีฬาหญิง (1.33±0.22 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p=0.000$ ส่วนโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่านักกีฬาที่ประเมินจากคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS) พบว่าคะแนนที่ประเมินจากระนาบด้านหน้าระหว่างนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิงมีจำนวนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.01$ คะแนนที่ประเมินจากระนาบด้านข้างระหว่างนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิงมีจำนวนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.01$ ส่วนคะแนนรวมความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นของนักกีฬาชาย (3.90±1.57 คะแนน) น้อยกว่านักกีฬาหญิง (7.57±1.52 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p=0.000$ ดังนั้นสรุปได้ว่านักกีฬาหญิงระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุงมีทักษะการลงสู่พื้นที่ไม่ดีและจะมีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของข้อเข่ามากกว่านักกีฬาชาย

Abstract

Thaksin University

Research Title

The study of knee joint injury risk during jump landing of youth volleyball and basketball players in Phatthalung province

Author Dr.Chamnan Chinnasee, Dr.Witthaya Hemaphanda, Mr.Dusit Promon, Ms.Krittiya Petchan

Faculty of Health and Sports Science, Thaksin University, Phatthalung Campus

This study was funded amount 100,000 Baht by Research and Development Institution, Thaksin University, conducted during, 2013 to December, 2015.

The research aimed to assess knee joint injury risk during jump landing and to compare knee joint injury risk during jump landing between male (n=59) and female (n=60) volleyball and basketball players. All of participants were measured leg strength and were captured 3 drop jump landings by 2 video recorders in sagittal and frontal plane from a 30 centimeters box height and land on 50 percent of subject height in front of the box. The landing movement from both video recorders was analyzed using Landing Error Scoring System (LESS). Pearson Chi-Square and Independent t-test were statistical tested.

We found that male athletes (1.80±0.37 kilograms per BM) has significantly greater leg strength than female athletes (1.33±0.22 kilograms per BM) ($p=0.000$). Knee injury risk which was assessed by LESS in sagittal plane error items was significantly difference between male and female athletes ($p<0.01$). In frontal plane error items were also significantly difference between male and female athletes ($p<0.01$). Total landing error score (LESS score) among male athletes (3.90±1.57 score) was significantly lesser than female athletes (7.57±1.52 score) ($p=0.000$). In conclusion, youth female athletes in Phatthalung province have poor landing skill and this could result in greatest risk of knee injury than male athletes.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ ดร.ดุษณีย์ สุวรรณคง ที่ปรึกษางานวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย

ขอขอบคุณนักกีฬา ผู้ฝึกสอนและผู้บริหาร สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดพัทลุงที่ให้ความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างและสถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณคณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุงที่ให้การสนับสนุนแก่คณะผู้วิจัย ในทุกๆ ด้าน

คณะผู้วิจัย

ธันวาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กายวิภาคศาสตร์และชีวกลศาสตร์ของข้อเข่า	3
2.2 ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าช่วงการลงสู่พื้น	7
2.3 งานวิจัยท่าเกี่ยวข้องกับการประเมินคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	13
3.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	13
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	13
3.3 แบบประเมินความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (Landing Error Scoring System; LESS)	13
3.4 การทดลอง	15
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	17
บทที่ 4 ผลการวิจัย	18
4.1 ข้อมูลทั่วไปของนักกีฬา	18
4.2 การประเมินความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นในระนาบด้านหน้า	20
4.3 การประเมินความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นในระนาบด้านข้าง	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย (ต่อ)	
4.4 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างประสบการณ์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น	26
บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะ	29
5.1 อภิปรายผล	29
5.2 สรุปและข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเตรียมอุปกรณ์และสถานที่	15
2	แสดงลำดับการเคลื่อนไหวในระนาบด้านหน้าและระนาบด้านข้าง	16
3	แสดงประวัติตำแหน่งของการบาดเจ็บของนักกีฬาเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง	19
4	แสดงการเข้าร่วมแข่งขันของนักกีฬาชายและหญิงระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง	19
5	แสดงคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS Score) จำแนกตามนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิง	26
6	แสดงคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS Score) ของนักกีฬาทั้งหมด	27

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อเข่า	5
2	แสดงรายละเอียดของการให้คะแนน LESS รายข้อ	14
3	แสดงข้อมูลทั่วไปของนักกีฬาระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง	18
4	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีช่วงห่างของการวางเท้าต่างกัน (Stance width)	20
5	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการหมุนสูงสุดของเท้า (Maximum foot rotation position)	20
6	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีสมดุลของการวางเท้าขณะลงสู่พื้น (Initial foot contact)	21
7	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีมุมการกางสูงสุดของข้อเข่า (Maximum knee valgus angle)	22
8	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการเอียงไปทางด้านข้างของลำตัว (Amount of lateral trunk flexion)	22
9	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาขณะวางเท้าลงสู่พื้น	23
10	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการงอเข่าขณะลงสู่พื้น	24
11	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการงอลำตัวขณะลงสู่พื้น	24
12	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาในภาพรวมของการเคลื่อนไหวข้อต่อในระนาบด้านข้าง	25
13	แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาในภาพรวมของการเคลื่อนไหวทั้งหมด	25
14	แสดงความแตกต่างของประสบการณ์ คะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาระหว่างนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิง	28

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

วอลเลย์บอลและบาสเกตบอล เป็นกีฬายอดนิยมและทำชื่อเสียงให้กับประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทีมวอลเลย์บอลหญิงที่สามารถติด 1 ใน 10 ของโลกจากการประกาศของสหพันธ์วอลเลย์บอลนานาชาติ (FIVB) จากความสำเร็จดังกล่าวทำให้คนไทยตื่นตัวและให้ความสนใจกับกีฬาชนิดนี้ ซึ่งจะสังเกตว่าปัจจุบันเยาวชนไทยหันมาเล่นกีฬาชนิดนี้มากขึ้น โดยเฉพาะในระดับโรงเรียนที่เป็นแหล่งผลิตเพื่อป้อนนักกีฬาเข้าสู่ทีมชาติ เช่นเดียวกับกีฬาบาสเกตบอลที่ปัจจุบันมีการแข่งขันกันในระดับอาชีพ ขณะเดียวกันเป็นที่ทราบกันดีว่ากว่านักกีฬาระดับเยาวชนที่สามารถจะผ่านเข้าไปสู่ทีมชาติและแข่งขันในระดับอาชีพได้นั้นจะต้องเผชิญกับปัญหาการบาดเจ็บจากการฝึกซ้อมและแข่งขัน รวมทั้งการฝึกซ้อมที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์การกีฬาทำให้พัฒนาการในด้านต่างๆ เกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่และอาจจะเกิดผลเสียกับตัวนักกีฬาในระยะยาวได้

ในกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลพบว่าทักษะการเคลื่อนไหวที่สำคัญทักษะหนึ่งคือทักษะของการกระโดด (Jumping) ไม่ว่าจะเป็นกระโดดเสิร์ฟ (Jump serve) กระโดดตบ (Spike) กระโดดสกัดกั้น (Block) กระโดดยิงประตู (Jump shot) กระโดดแย่งบอล (Rebound) เป็นต้น จากทักษะที่กล่าวมาจะต้องอาศัยทักษะการลงสู่พื้น (Landing) ในจังหวะสุดท้ายเมื่อร่างกายถูกแรงดึงดูดของโลกมากระทำ จากการศึกษาของ Adrian and Laughlin (1983) พบว่าแรงปฏิกิริยาของเท้าที่กระทำกับพื้น (Ground reaction force) มีมากถึง 5 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งส่งผลทำให้นักกีฬาเกิดการบาดเจ็บในจังหวะดังกล่าวมากที่สุด (Dufek and Bates, 1990; Briner and Kacmar, 1997) และตำแหน่งที่เกิดการบาดเจ็บมากที่สุดคือการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่า (Cumps *et al*., 2007) อาการส่วนใหญ่ที่พบคือการฉีกขาดของเอ็นข้อเข่า (Arendt *et al*., 1999) การบาดเจ็บของกระดูกอ่อน (Cartilage lesions) (Yeow *et al*., 2008) และการบาดเจ็บของกระดูกของขา ดังนั้นทักษะการลงสู่พื้น (Jump Landing) จึงเป็นทักษะที่ผู้ฝึกสอน นักกีฬาในระดับเยาวชน จะต้องให้ความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าทักษะอย่างอื่น เพราะการเรียนรู้ทักษะกลไกการเคลื่อนไหวที่ไม่ถูกต้องจะนำไปสู่การบาดเจ็บได้ในที่สุด เพื่อเป็นการป้องกันและลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจึงต้องมีการศึกษาโดยให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้ฝึกสอนและนักกีฬา และจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมรวมทั้งติดตามผลการฝึกซ้อมทักษะดังกล่าวอย่างเป็นระบบ ซึ่งปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาและติดตามปัญหาที่กล่าวมาอย่างชัดเจนจึงทำให้ไม่มีข้อมูลที่จะนำไปสู่กระบวนการหาแนวทางการป้องกันเพื่อลด

ความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของกลุ่มนักกีฬาระดับเยาวชนที่จะเป็นกำลังหลักของประเทศชาติได้พัฒนาตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มุ่งศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าและเปรียบเทียบโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดระหว่างนักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอล ชายและหญิงในระดับเยาวชน ซึ่งจะนำมาสู่ข้อมูลย้อนกลับที่จะสามารถนำไปใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขเทคนิคทักษะดังกล่าวให้ถูกต้องและเพื่อลดอัตราเสี่ยงและจำนวนการเกิดการบาดเจ็บในนักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอลระดับเยาวชนต่อไป

1.2 **วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย**

1) เพื่อประเมินโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอลชายและหญิงระดับเยาวชน
2) เพื่อเปรียบเทียบโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดระหว่างนักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอลระดับเยาวชนชายกับนักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอลระดับเยาวชนหญิง

1.3 **ขอบเขตของโครงการวิจัย**

นักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอลระดับเยาวชน ช่วงอายุ 15-22 ปี สังกัดสถาบันการศึกษาในเขตจังหวัดพัทลุง

1.4 **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับอันจะนำไปสู่แนวทางการป้องกันการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดในนักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอลระดับเยาวชน

1.5 **นิยามศัพท์เฉพาะ**

การบาดเจ็บของข้อเข่า หมายถึง การบาดเจ็บของเอ็น กระดูกอ่อนและเนื้อเยื่อบริเวณข้อเข่า

คะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นจากการกระโดด หมายถึง คะแนนการเคลื่อนไหวของร่างกายในระนาบด้านข้างและระนาบด้านหน้าที่เป็นปัจจัยเชิงกลที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บของข้อเข่า

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้อาศัยองค์ความรู้ที่ผสมผสานระหว่างกายวิภาคศาสตร์และชีวกลศาสตร์ในการอธิบายกลไกการทำงานและการบาดเจ็บของข้อเข่า รวมทั้งอาศัยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (Landing Error Scoring System; LESS) ในบทนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

2.1 กายวิภาคศาสตร์และชีวกลศาสตร์ของเข่า

2.2 ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าช่วงการลงสู่พื้น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น

2.1 กายวิภาคศาสตร์และชีวกลศาสตร์ของเข่า (Anatomy and biomechanics of the knee)

กายวิภาคศาสตร์ของเข่ามนุษย์ (Human knee anatomy)

เข่าเป็นข้อต่อที่ใหญ่ที่สุดในร่างกายมนุษย์และมีโครงสร้างที่ซับซ้อน มีบทบาทสำคัญในการรองรับน้ำหนักตัวและทำให้ร่างกายสามารถเคลื่อนไหวได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเดินและการวิ่ง โครงสร้างโดยทั่วไปของข้อเข่านั้นประกอบไปด้วยส่วนของกระดูก 4 ชิ้นที่เชื่อมกันด้วยเอ็นยึดกระดูก (Ligaments) คือ กระดูก Femur กระดูก Tibia กระดูก Fibular และกระดูก Patella ทั้งนี้บริเวณข้อเข่ายังมีส่วนประกอบสำคัญที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของข้อต่อประเภทที่มีการเคลื่อนไหวได้ (Diarthrosis) คือ ถุงห่อหุ้มข้อต่อ (Joint capsule) โดยมีของเหลว (Synovial fluid) ที่บรรจุอยู่ใน Capsule มาหล่อเลี้ยงข้อต่อและหล่อลื่นบริเวณผิวของกระดูกอ่อนบริเวณข้อต่อ (Articular cartilage) (Malieb, 2004) ขณะที่เอ็นยึดกระดูก (Ligaments) บริเวณข้อเข่าทำหน้าที่ในการยึดกระดูก Femur กระดูก Tibia และกระดูก Fibular เข้าด้วยกันและทำให้ข้อเข่าเกิดความมั่นคง (Stability) นอกจากนี้กลุ่มเอ็นยึดกระดูกของข้อเข่ายังทำหน้าที่ในการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อเข่าให้อยู่ในพิสัยการเคลื่อนไหวในลักษณะของการงอและการเหยียดข้อเข่าเป็นหลัก ซึ่งกลุ่มเอ็นยึดกระดูกบริเวณข้อเข่าที่สำคัญได้แก่ Anterior cruciate ligament (ACL) Posterior cruciate ligament (PCL) Medial Collateral Ligament (MCL) และ Lateral collateral ligament (LCL) เอ็นยึดกระดูกทั้งสี่เส้นมีบทบาทในการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางที่ต่างกันออกไป ขณะที่เอ็นกล้ามเนื้อ (Tendon) บริเวณข้อเข่า คือ Patella Tendon ที่ทอดผ่านด้านหน้าของข้อเข่าก็มีบทบาทที่ทำให้ข้อเข่าเกิดความมั่นคงได้เช่นเดียวกัน โดยเอ็นกล้ามเนื้อ Patella tendon จะทำหน้าที่ในการส่งผ่านแรงดึงจากกล้ามเนื้อไปยังจุดเกาะบริเวณกระดูก ซึ่งเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวออกแรงจะทำให้เกิด

การเคลื่อนไหวบริเวณข้อเข่า ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อเข่าถูกจัดอยู่ในกลุ่ม Hinge joint โดยเคลื่อนไหวในระนาบหน้าหลัง (Anteroposterior หรือ Sagittal plane) รอบแกนข้าง (Lateral axis) เป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะ Uniaxial โดยอาศัยการออกแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสองกลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มกล้ามเนื้อ Quadriceps ซึ่งประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Vastus lateralis และ กล้ามเนื้อ Vastus intermedius เมื่อกล้ามเนื้อเหล่านี้หดตัวจะทำให้เกิดแรงดึงที่ Patella tendon เพื่อดึงกระดูก Tibia ให้เกิดการหมุนข้อเข่า ในลักษณะการเหยียดออกของขาท่อนล่าง (Extension) ขณะที่กลุ่มกล้ามเนื้อ Hamstrings ซึ่งประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ Biceps femoris กล้ามเนื้อ Semitendinosus และ กล้ามเนื้อ Semimembranosus นอกจากนี้ยังมีกล้ามเนื้อมัดอื่นๆ ที่ทำหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนไหวข้อเข่า คือ กล้ามเนื้อ Sartorius กล้ามเนื้อ Gracilis กล้ามเนื้อ Popliteus และกล้ามเนื้อ Gastrocnemius เมื่อกล้ามเนื้อเหล่านี้หดตัวจะทำให้เกิดแรงดึงบริเวณกระดูก Tibia เช่นกันแต่อยู่บริเวณด้านหลังทำให้ข้อเข่าเกิดการงอ (Flexion) (Thompson and Floyd, 1998)

การเคลื่อนไหวของข้อเข่าเกิดจากการเคลื่อนที่ของส่วนปลายของกระดูก Femur บริเวณ Femoral condyles ที่แบ่งออกเป็นสองปุ่มคือ Lateral condyle และ Medial condyle โดยทั้งสองปุ่มนี้จะเคลื่อนไหวบนส่วนหัวของกระดูก Tibia บริเวณ Lateral plateau และ Medial plateau ซึ่งบริเวณส่วนหัวของกระดูก Tibia นี้จะมีบทบาทในการรองรับน้ำหนักของร่างกาย ขณะเดียวกันกระดูก Patella จะมีบทบาทในการเพิ่มความได้เปรียบเชิงกลโดยช่วยเพิ่มมุมในการออกแรงดึงของกลุ่มกล้ามเนื้อ Quadriceps หรือทำหน้าที่คล้ายกับรอก (Pulley) ที่จะทำให้ได้เปรียบเชิงกลเมื่อมีการออกแรง โดยจะเคลื่อนที่บริเวณระหว่างร่องของ Lateral condyle และ Medial condyle ของส่วนปลายของกระดูก Femur ขณะที่บริเวณส่วนหัวของกระดูก Tibia จะมีกระดูกอ่อนห่อหุ้มและนอกจากนี้บริเวณดังกล่าวยังมีกระดูกอ่อนที่มีความแข็งแรงและความเหนียวมาก ซึ่งเรียกว่า Meniscus โดย Medial semilunar Cartilage หรือ Medial meniscus จะอยู่บน Medial tibial plateau เพื่อรองรับกับ Medial femoral condyle ขณะที่ Lateral semilunar cartilage หรือ Lateral meniscus จะอยู่บน Medial tibial plateau เพื่อรองรับกับ Lateral femoral condyle ซึ่ง Meniscus จะมีความหนามาก ทั้งนี้เพื่อทนต่อแรงกดและสามารถดูดซับแรงกระแทกที่เกิดขึ้นในข้อเข่าได้ดี นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่เอ็นยึดกระดูกทอดผ่านลงไปเกาะที่ส่วนหัวของกระดูก Tibia โดยเฉพาะกลุ่ม Cruciate ligaments (Wells, 1971)

เอ็นยึดกระดูกกลุ่ม Cruciate ligaments ที่ทอดผ่าน Menisci และไปยึดเกาะที่ส่วนหัวของกระดูก Tibia ที่สำคัญประกอบไปด้วย Anterior cruciate ligament และ Posterior cruciate ligament เอ็นทั้งสองเส้นจะช่วยจำกัดการเคลื่อนไหวของกระดูก Tibia ในลักษณะการเคลื่อนตัวไป

ทางด้านหน้าและด้านหลัง (Anterior translation and Posterior translation) ร่วมกับการหมุนของกระดูก Tibia (Internal and external rotation) ขณะงอเข่าด้วย พิสัยการเคลื่อนไหวของข้อเข่าโดยปกติแล้วสามารถเหยียดได้ถึง 180 องศาหรือเหยียดออกได้เป็นเส้นตรง อาจจะมีบางคนที่สามารถเหยียดออกไปได้มากกว่าปกติ (Hyperextension) ประมาณ 10 องศาหรือมากกว่าเล็กน้อย ขณะที่เหยียดเข่าออกไปเต็มที่แล้วสามารถที่จะงอกลับเข้ามาได้ 140 องศา ขณะที่งอได้ประมาณ 90 องศา ข้อเข่าสามารถหมุนเข้าด้านใน (Internal rotation) ได้ประมาณ 30 องศาและหมุนออกด้านนอก (External rotation) ได้ประมาณ 45 องศา (Reddy *et al*, 2009) ดังที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อเข่า (Range of Motion of Knee Joint)

Motion	Average Range(°)	Functional Range (°)
Extension	-10 (Hyperextension)	0
Flexion	140	90
Internal rotation (at 90° of Flexion)	30	-
External rotation (at 90° of Flexion)	45	-

ที่มา: Reddy *et al* (2009)

เอ็นยึดกระดูกมีส่วนประกอบทางชีวภาพ คือ คอลลาเจน (Collagen) และอีลาสติน (Elastin) ส่วนสารตั้งต้นที่ประกอบขึ้นเป็นเมทริกของเอ็นยึดกระดูกนั้นประกอบไปด้วยโปรทีโอไกลแคน (Proteoglycans) ไกลโคไลพิด (Glycolipids) ไฟโบรบลาส (Fibroblasts) นอกจากนี้น้ำก็เป็นส่วนประกอบสำคัญ มีจำนวนหนึ่งในสามของน้ำหนักเอ็นยึดกระดูกปกติ ซึ่งคอลลาเจนมีบทบาทสำคัญที่ต้านทานต่อแรงดึง (Tensile force) ส่วนตำแหน่งของจุดเกาะของเอ็นยึดกระดูก (Attachment site) บริเวณข้อเข่าเป็นตำแหน่งที่จะเกิดการถ่ายโยงแรง (Loads transfer) ระหว่างกระดูกต้นขา (Femur) กับกระดูกหน้าแข้งและกระดูกข้างหน้าแข้ง (Tibia and Fibula) เมื่อใดก็ตามที่เกิดการเคลื่อนไหวเกินพิสัยการเคลื่อนไหวปกติหรือเคลื่อนไหวผิดธรรมชาติ แรงเครียด (Strain) ก็จะเกิดขึ้นกับเอ็นบริเวณข้อเข่าและอาจนำไปสู่การฉีกขาดได้

ชีวกลศาสตร์ของเข่า (Biomechanics of knee)

ข้อต่อ (Joint) เป็นส่วนประกอบหนึ่งของระบบโครงร่าง (Skeletal system) ทำหน้าที่ให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหว โดยทำงานร่วมกับกระดูก (Bone) และกล้ามเนื้อ (Muscles) ขณะที่เอ็นยึดกระดูก (Ligament) ทำหน้าที่ในการยึดกระดูกไว้ด้วยกัน ซึ่งกระดูกและข้อต่อมีหน้าที่เชิงกลเปรียบเหมือนเป็นคาน (Lever) และจุดหมุน (Fulcrum) ตามลำดับ การเคลื่อนไหวของเข่าถูกจัดให้

อยู่ในระบบคานชนิดที่ 1 จากระบบคาน 3 ชนิด (Wells, 1971) คือ มีจุดหมุนอยู่ระหว่างแรงต้าน (Load) และแรงพยายาม (Effort) ซึ่งแรงต้านเกิดจากน้ำหนักตัว ส่วนแรงพยายามเกิดจากแรงหดตัวของกล้ามเนื้อดังนั้นข้อต่อจะต้องมีความมั่นคงอย่างมากเพื่อจะทำให้เกิดความสมดุลของระบบการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Musculoskeletal system) ในขณะอยู่นิ่งและขณะเคลื่อนไหวมากที่สุด

Louw and Grimmer (2006) ได้จำแนกความมั่นคงของข้อต่อ (Joint stability) และองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความมั่นคงออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

ความมั่นคงแบบสถิต (Static stability) ประกอบไปด้วยอวัยวะที่สำคัญที่จะร่วมกันทำให้ข้อต่อมีความมั่นคง คือ เอ็นยึดกระดูก (Ligament) ถุงหุ้มข้อต่อ (Joint capsule) กระดูกอ่อน (Cartilage) กระดูกและรูปร่างของกระดูก (Bone and shape) โดยอวัยวะทั้งหมดล้วนแต่เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของข้อต่อ

ความมั่นคงแบบพลวัต (Dynamic stability) เป็นความมั่นคงที่เกิดจากกลไกการควบคุมการเคลื่อนไหวโดยอาศัยระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular control) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อที่ทำงานทั้งกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานหลัก (Agonist) กับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้าม (Antagonist) รวมทั้งกลุ่มกล้ามเนื้อกลุ่มอื่นๆ ที่ทำงานประสานกัน กลุ่มกล้ามเนื้อเหล่านี้จะช่วยในการเพิ่มความมั่นคงให้กับข้อต่อ ขณะที่ข้อต่อมีการเคลื่อนไหว

ความมั่นคงของข้อต่อเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการบาดเจ็บที่เกิดจากการเคลื่อนไหว เช่น ขณะที่ลงสู่พื้นจากการกระโดดความมั่นคงของข้อสะโพก ข้อเข่าและข้อเท้าของนักกีฬาจะต้องดี นอกจากนี้ข้อต่อเหล่านี้จะต้องเคลื่อนไหวให้เป็นไปตามพิสัยการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติของข้อต่อนั้นๆ ด้วย

คุณสมบัติเชิงกลของเอ็นยึดกระดูกบริเวณข้อเข่า (Mechanical properties of knee ligament)

เอ็นยึดกระดูก (ligament) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของความมั่นคงของข้อต่อแบบสถิต นั่นคือเอ็นยึดกระดูกมีส่วนสำคัญในการควบคุมและจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อไม่ให้เคลื่อนไหวไปในทิศทางที่ผิดปกติหรือผิดธรรมชาติของการเคลื่อนไหวของข้อต่อนั้นๆ เช่น ข้อเข่าเป็นข้อต่อที่ถูกจำแนกให้อยู่ในกลุ่มการเคลื่อนไหวแบบบานพับ (Hinge joint) ทิศทางการเคลื่อนไหวจะอยู่ในระนาบหน้าหลัง (Sagittal Plane) ลักษณะการเคลื่อนไหวหลัก คือ การงอและการเหยียดข้อเข่า

(Knee flexion and extension) เอ็นยึดกระดูกบริเวณข้อเข่าที่สำคัญที่ทำหน้าที่ในการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ประกอบไปด้วย (Fu *et al*, 1993)

เอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (Anterior cruciate ligament; ACL) ทำหน้าที่ในการต้านแรงดึงที่เกิดจากการเคลื่อนตัวไปทางด้านหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Anterior tibial translation)

เอ็นไขว้หลังในข้อเข่า (Posterior cruciate ligament; PCL) ทำหน้าที่ในการต้านทานกับแรงดึงที่เกิดจากการเคลื่อนตัวไปทางด้านหลังของกระดูกหน้าแข้ง (Posterior Tibial Translation)

เอ็นด้านข้างทางด้านในข้อเข่า (Medial collateral ligament; MCL) ทำหน้าที่ในการต้านทานกับแรงดึงที่เกิดจากการเคลื่อนตัวงอไปด้านนอกของกระดูกหน้าแข้ง ในลักษณะของ Valgus Angulation

เอ็นด้านข้างทางด้านนอกข้อเข่า (Lateral collateral ligament; LCL) ทำหน้าที่ในการต้านทานเคลื่อนตัวงอไปด้านในของกระดูกหน้าแข้ง ในลักษณะของ Varus angulation

2.2 ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าช่วงการลงสู่พื้น (Injury Risk Factors during Landing)

การบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่าของนักกีฬามีอัตราเพิ่มสูงขึ้น (Janssen *et al*, 2012; Lyman *et al*, 2009) ซึ่งกลไกการบาดเจ็บนั้นเกิดจากแรงดึง (Tension) กระทำที่มีมากกว่าความสามารถในการต้านทานแรงดึงของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (Lloyd and Buchanan, 2001) จากการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการ การทดลองในศพ รวมไปถึงการทดลองด้วยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ ได้มีการรายงานผลที่ทำให้รู้กลไกการบาดเจ็บดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นคิเนเมติกส์ของข้อต่อและช่วงของการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กับการเพิ่มความเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บ (Markolf *et al*, 1995; Shin *et al*., 2011) โดยการกางของข้อเข่า (Knee valgus) โมเมนต์การหมุนเข่าเข้าด้านใน (Internal rotation knee moments) และการเคลื่อนตัวไปทางด้านหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Anterior tibial translations) ขณะเดียวกันการผสมผสานระหว่างแรงและโมเมนต์บริเวณข้อเข่าจะทำให้เกิดแรงเครียดและความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นในเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่ามากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น แรงกดบริเวณข้อเข่า (Tibiofemoral compression) และโมเมนต์การหมุนเข่าเข้าด้านใน (Internal rotation moment) (Meyer and Haut, 2008) โมเมนต์การกางและหมุนเข่าเข้าด้านใน (Valgus and internal rotation moments) (Shin *et al*., 2011) และการเคลื่อนไปด้านหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Anterior tibial translation) ร่วมกับโมเมนต์การกางและการหมุนเข่าเข้าด้านใน (Markolf *et al*, 1995) เป็นตัวแปรที่จะผสมผสานกันทำให้เกิดแรงเครียดบริเวณเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่าได้มากกว่าการเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Anterior drawer) เพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้การทดลองในมนุษย์ (*in-vivo*) เพศชายจำนวน 1 คนที่มีสุขภาพดีพบว่าแรงเครียดสูงสุดของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่าเกิดขึ้นในช่วงรับน้ำหนัก (Weight acceptance phase; WA) นั่นคือ ระยะ 30-40 เปอร์เซนต์ของการลงสู่พื้น (Landing phase) (Cerulli *et al*., 2003) เช่นเดียวกับการศึกษาของ McLean *et al*. (2010) และ Cochrane *et al*. (2007) ที่ได้รายงานว่าโมเมนต์การหมุนเข่าเข้าด้านในและโมเมนต์การกางของข้อเข่าสูงสุดเกิดขึ้นในช่วง WA ขณะลงสู่พื้น ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเกิดการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่าขณะลงสู่พื้นมีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงรับน้ำหนัก (WA)

การทำงานของกล้ามเนื้อก็เกี่ยวข้องกับปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า อาทิ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings) สามารถช่วยยับยั้งการเคลื่อนไปทางด้านหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Anterior tibial translation) ขณะที่กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมัดที่อยู่ด้านข้าง (Lateral hamstrings) ช่วยยับยั้งการเกิดโมเมนต์การหมุนเข่าเข้าด้านใน (Buford *et al*., 2001) ขณะที่กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังทางด้านใน (Medial hamstrings) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) มีบทบาทน้อยที่จะช่วยลดโมเมนต์การกางของข้อเข่า (Valgus knee moments) (Lloyd and Buchanan, 2001)

อย่างไรก็ตามปัจจัยเชิงกลที่ได้กล่าวมานั้น ล้วนต้องอาศัยเครื่องมือวัดที่มีราคาแพงและต้องอาศัยทักษะการวิเคราะห์ รวมทั้งความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและวิธีจัดการกับข้อมูลเป็นอย่างมาก นอกจากนี้เครื่องมือดังกล่าวส่วนใหญ่แล้วจะใช้ทดลองในห้องปฏิบัติการ ไม่สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีและมีข้อจำกัดในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากในภาคสนามได้ ดังนั้นจึงได้มีคณะนักวิจัยได้คิดค้นวิธีการประเมินโดยอ้อมที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวที่ส่งผลต่อปัจจัยอันก่อให้เกิดการบาดเจ็บดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น วิธีการดังกล่าวเรียกว่าระบบการให้คะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (Landing Error Scoring System; LESS) (Padua et al., 2009; 2011) ซึ่งวิธีการนี้เป็นการประเมินโดยใช้กล้องวิดีโอบันทึกภาพการเคลื่อนไหวโดยการกระโดดลงจากกล่องที่มีความสูง 30 เซนติเมตรไปยังตำแหน่งระยะห่างจากกล่องไปทางด้านหน้าประมาณร้อยละ 50 ของส่วนสูงนักกีฬา เมื่อลงสู่พื้นด้วยเท้าทั้งสองข้างนักกีฬากระโดดขึ้นในแนวดิ่งให้สุดความสามารถ โดยบันทึกภาพสองระนาบ ประกอบไปด้วย ระนาบด้านข้าง (Sagittal plane) และระนาบด้านหน้า (Frontal plane) ในแต่ละระนาบก็จะจำแนกรายการประเมินเพื่อที่จะให้เป็นคะแนนความผิดพลาด ดังนี้

ระนาบด้านหน้า (Frontal plane motion)

1. ช่วงห่างของการวางเท้า (Stance width)
2. ตำแหน่งของการหมุนเท้าสูงสุด (Maximum foot rotation position)
3. ความสมมาตรของการวางเท้า (Initial foot contact)
4. มุมการกางข้อเข่าสูงสุด (Maximum knee valgus angle)
5. ปริมาณการเอียงตัวไปทางด้านข้าง (Amount of lateral trunk flexion)

ระนาบด้านข้าง (Sagittal plane motion)

1. ลักษณะของการวางเท้า (Initial landing of feet)
2. ปริมาณของการงอเข่า (Amount of knee flexion displacement)
3. ปริมาณของการงอลำตัว (Amount of trunk flexion displacement)
4. ภาพรวมของการงอข้อต่อในระนาบด้านข้าง (Total joint displacement in the sagittal plane
5. ความสามารถในการลงสู่พื้นโดยรวม (Overall impression)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น

ระบบการให้คะแนนความผิดพลาด (LESS) เป็นเครื่องมือที่ช่วยตรวจสอบว่านักกีฬาคนใดมีความบกพร่องหรือความผิดพลาดเชิงชีวกลศาสตร์ที่ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของข้อเข่า โดยการประเมินรยางค์ส่วนล่าง (Lower extremity) และตำแหน่งของลำตัวระหว่างการลงสู่พื้น โดย Padua *et al.* (2009) ได้ทำการศึกษาในกลุ่มวัยรุ่นจำนวน 2691คน พบว่า LESS เป็นเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นต่อการจำแนกรูปแบบการเคลื่อนไหวที่มีความเสี่ยงสูงต่อการบาดเจ็บ ซึ่งจากผลการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า โดยทั่วไปแล้วจะเกิดจากการหมุนเข้าด้านในของกระดูกต้นขา ร่วมกับการกางข้อเข่าและการงอเข่าน้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Padua *et al.* (2009) ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ถูกประเมินอยู่ในกลุ่มเสี่ยงหรือคะแนนความผิดพลาดสูง (Poor LESS Score) มีความสัมพันธ์กับการกางของข้อเข่ามาก (Increased knee valgus) การหมุนเข้าด้านในของข้อสะโพก (Hip adduction) และโมเมนต์การหมุนเข้าด้านในของข้อเข่าและข้อสะโพก (Knee and hip internal rotation moment) นอกจากนี้ LESS ยังง่ายต่อการจำแนกตำแหน่งของร่างกายขณะ

เคลื่อนไหวตลอดช่วงของการลงสู่พื้น ดังนั้นเครื่องมือนี้จึงสามารถจำแนกได้ว่านักกีฬาคนใดมีความเสี่ยงสูงต่อการบาดเจ็บได้

ในปี ค.ศ.2009 Beutler et al ได้นำ LESS ไปศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวในลักษณะของการลงสู่พื้นจากการกระโดดในกลุ่มนักเรียนเตรียมทหารเพศหญิงและเพศชาย จำนวน 2753 คน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศหญิง (5.34±1.51) มีคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นมากกว่าเพศชาย (4.65±1.69) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.001$ จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศหญิงมีเทคนิคการลงสู่พื้นที่ไม่ดี นั่นคือ มีการงอสะโพกและงอเข่าน้อยขณะที่เท้าเริ่มสัมผัสพื้น รวมทั้งตลอดช่วงของการลงสู่พื้น ข้อสะโพกและข้อเข่ามีการเคลื่อนไหวในลักษณะของการงอน้อยมาก ขณะที่กลุ่มเพศชายมีเทคนิคการลงสู่พื้นที่ไม่ดีเนื่องจาก มีการวางเท้าในลักษณะหมุนออกด้านนอก (Toe out) ร่วมกับการลงสู่พื้นด้วยส้นเท้าและการวางเท้าไม่สมมาตร ขณะที่ Beese et al (2015) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบการให้คะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้นระหว่างกลุ่มนักเรียนหญิงระดับมัธยมจำนวน 40 คน ที่เล่นกีฬาชนิดเดียว (Single sport specialization; SSS) กับเล่นกีฬาหลายชนิด (Multi sports; MS) ผลการศึกษาพบว่ากลุ่ม SSS (6.84±1.81) มีคะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้นไม่แตกต่างกับกลุ่ม MS (6.07±1.93) ส่วนผลการเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์ Peason χ^2 เพื่อทดสอบความแตกต่างสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่มีเทคนิคการลงสู่พื้นดีเยี่ยม ดี ปานกลางและไม่ดี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง SSS กับ MS

ต่อมา Kuenze et al. (2015) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการลงสู่พื้น (LESS) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการผ่าตัดรักษาเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (Anterior cruciate ligament reconstruction; ACLR) ในกลุ่มตัวอย่าง 46 คน โดยจำแนกออกเป็นกลุ่ม ACLR จำนวน 22 คน และกลุ่มควบคุมที่ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บจำนวน 24 คน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่ม ACLR (6.0±3.6) มีคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นมากกว่ากลุ่มควบคุม (2.8±2.2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p=0.002$ ขณะที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าก็มีความสัมพันธ์กับคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\rho = -0.455$, $p=0.03$) ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่มีความแข็งแรงน้อยมีโอกาสที่จะได้คะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีความแข็งแรงมาก สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Root et al. (2015) ที่ได้ทำการ

ประเมินเทคนิคของการลงสู่พื้นและความสามารถของนักกีฬาระดับเยาวชนหลังจากเข้าโปรแกรมการป้องกันการบาดเจ็บ โดยทำการศึกษาในกลุ่มนักกีฬาเพศชาย 60 คน และเพศหญิง 29 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อทำการฝึกด้วยโปรแกรมการอบอุ่นร่างกาย โดยกลุ่มที่ 1 ทำการฝึกตามโปรแกรมป้องกันการบาดเจ็บ (Injury prevention program; IPP) กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกแบบอยู่กับที่ (Static warm up; SWU) และกลุ่มที่ 3 ทำการฝึกแบบเคลื่อนที่ (Dynamic warm up; DWU) ผลการศึกษาพบว่าคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นของทั้งสามกลุ่มทั้งก่อนและหลังการฝึกไม่มีความแตกต่างกัน ขณะที่กลุ่มที่ฝึกแบบ IPP มีคะแนนความผิดพลาดน้อยลงหลังจากได้รับการฝึก (-0.40±2.24) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p=0.04 ซึ่งโปรแกรมการฝึก IPP ประกอบไปด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (Dynamic flexibility) การฝึกความแข็งแรง (Strengthening exercise) การฝึกไพลโอเมตริก (Plyometric) และการฝึกการทรงตัว (Balance exercise)

นอกจากนี้ Wesley et al. (2015) ได้ทำการศึกษาชีวกลศาสตร์ของการลงสู่พื้นของกลุ่มนักกีฬาเพศชาย 18 คนและเพศหญิง 18 คน ระดับมหาวิทยาลัย หลังจากทำการฝึกแบบ Functional exercise ที่ประกอบไปด้วยการวิ่งเร็ว การกระโดดและการวิ่งเปลี่ยนทิศทาง ผลการศึกษาพบว่าก่อนการฝึกนักกีฬาหญิง (6.3±1.9) มีคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นสูงกว่านักกีฬาชาย (5.0±2.3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p=0.04 ขณะที่หลังการฝึก พบว่านักกีฬาทั้งสองกลุ่มมีคะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้นสูงกว่าก่อนการฝึก p=0.01 ซึ่งจากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่ากรณีที่ผลของคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นที่มากขึ้นหลังจากการฝึกอาจจะมาจากความเมื่อยล้าสะสมที่เกิดขึ้นทำให้เทคนิคของการลงสู่พื้นไม่ดีและอาจจะสามารถนำมาซึ่งความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสูง ขณะที่ ชำนาญ ชินสีห์และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาคิเนเมติกส์และโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง โดยใช้กล้องบันทึกภาพการเคลื่อนไหวกับแบบประเมินความผิดพลาดในการลงสู่พื้นจากการกระโดด (LESS-RT) ผลการศึกษาพบว่ามุมของข้อเข่าขณะเท้าสัมผัสพื้นระหว่างนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มุมของข้อเท้า ข้อเข่าและข้อสะโพกขณะเข่างอสูงสุดช่วงลงสู่พื้นระหว่างเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนโอกาสเกิดการบาดเจ็บของนักกีฬาหญิงมีมากกว่านักกีฬาชาย

เนื่องจากคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นอยู่ในระดับไม่ดี (Poor score) ร้อยละ 73 จากผลการวิจัยนักกีฬาหญิงมีการงอเข่า งอสะโพกขณะลงสู่พื้นน้อยกว่านักกีฬาชายซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของเข่า

ดังนั้นการนำเอาเครื่องมือการประเมินความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (Landing Error Scoring System, LESS) มาใช้ในการศึกษาความเสี่ยงเชิงกลที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าจึงมีความเหมาะสมต่องานวิจัยเชิงชีวกลศาสตร์ภาคสนามและกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก เห็นได้จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำเอาเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ศึกษาในกลุ่มนักกีฬาที่มีการปฏิบัติทักษะการลงสู่พื้นบ่อยๆ เช่น นักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอล ฟุตบอล รักบี้ฟุตบอล เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณและระยะเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูล แต่ข้อมูลที่ได้สามารถเชื่อมโยงไปยังปัจจัยเสี่ยงเชิงกลทั้งหมดที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มประชากร คือ นักกีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอล ชายและหญิงระดับเยาวชน ช่วงอายุ 15-22 ปี สังกัดสถาบันการศึกษาในเขตจังหวัดพัทลุง กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่ม Stratified random sampling ซึ่งได้มาจากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้น เช่น จำนวนนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอล จำแนกตามเพศ ระดับการแข่งขัน (ระดับโรงเรียน ระดับจังหวัดและระดับเขต) ไปยังสถาบันการศึกษาต่างๆ ในเขตจังหวัดพัทลุง ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาระดับเยาวชนชาย จำนวน 59 คน และนักกีฬาเยาวชนหญิง จำนวน 60 คน กลุ่มตัวอย่างจะต้องไม่มีอาการบาดเจ็บหรือมีประวัติการบาดเจ็บบริเวณขาก่อนการทดลองอย่างน้อย 6 เดือน กลุ่มตัวอย่างจะต้องรับฟังคำชี้แจงและอ่านเอกสารแนะนำการทดลองและลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยโดยผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในมนุษย์ โดยกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เช่น ประวัติการเล่นกีฬา ระดับการแข่งขันและประวัติการเกิดการบาดเจ็บ

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) กล้องบันทึกภาพการเคลื่อนไหวจำนวน 2 ตัว
2) ขาตั้งกล้องจำนวน 2 ตัว
3) กล่องไม้ขนาด 30x60x30 เซนติเมตร
4) แผ่นยางรองพื้นขนาด 300x300 เซนติเมตร
5) เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Leg dynamometer)
6) โปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว SkillSpector

3.3 แบบประเมิน Landing Error Scoring System – Real Time (LESS - RT) (Padua *et al*., 2011) ที่มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นระดับสูง ($ICC_{2,1}$ = 0.72-0.81) ที่สามารถประเมินโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดด ประกอบไปด้วยรายการประเมินดังนี้

1) ช่วงห่างของการวางเท้า (Stance width)
2) การบิดหมุนของเท้าสูงสุดขณะลงสู่พื้น (Maximum foot rotation position)
3) ความสมมาตรของการวางเท้าลงสู่พื้น (Initial foot contact symmetry)
4) มุมการกางข้อเข่าสูงสุดขณะลงสู่พื้น (Maximum knee valgus angle)

5) การเอียงตัวไปทางด้านข้าง (Amount of lateral trunk flexion)
6) ลักษณะการวางเท้าลงสู่พื้น (Initial landing of feet)
7) การงอเข่า (Amount of knee flexion displacement)
8) การงอตัว (Amount of trunk flexion displacement)
9) ปริมาณการงอของข้อต่อทั้งหมดของร่างกายตามแนวระนาบหน้าหลัง (Total joint displacement in the sagittal plane)
10) ลักษณะภาพรวมของการเคลื่อนไหวทั้งหมดขณะลงสู่พื้น (Overall impression)

คะแนนทั้งหมดจะถูกบันทึกตามแบบบันทึก LESS – RT ของ Padua *et al* (2011) รายละเอียดของการให้คะแนนดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 2

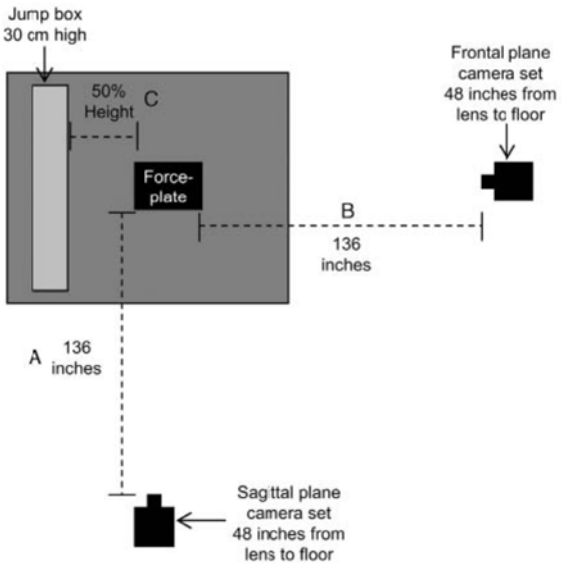
ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของการให้คะแนน LESS รายข้อ

การให้คะแนนจากภาพการเคลื่อนไหวระนาบด้านหน้า (Frontal plane motion)	การให้คะแนนจากภาพการเคลื่อนไหวระนาบด้านข้าง (Sagittal plane motion)
1. ช่วงห่างของการวางเท้า (Stance width) ปกติ = 0, กว้าง = 1, แคบ = 1	6. ลักษณะการวางเท้าลงสู่พื้น (Initial landing of feet) ปลายเท้า-ส้นเท้า = 0, ส้นเท้า-ปลายเท้า = 1, ฝ่าเท้า = 1
2. การบิดหมุนของเท้าสูงสุดขณะลงสู่พื้น (Maximum foot rotation position) ปกติ = 0, หมุนออกด้านนอก = 1, หมุนเข้าด้านใน = 1	7. การงอเข่า (Amount of knee flexion displacement) มาก = 0, ปานกลาง = 1, น้อย = 2
3. ความสมมาตรของการวางเท้าลงสู่พื้น (Initial foot contact symmetry) สมมาตร = 0, ไม่สมมาตร = 1	8. การงอตัว (Amount of trunk flexion displacement) มาก = 0, ปานกลาง = 1, น้อย = 2
4. มุมการกางข้อเข่าสูงสุดขณะลงสู่พื้น (Maximum knee valgus angle) ไม่มี = 0, เล็กน้อย = 1, มาก = 2	9. ปริมาณการงอของข้อต่อทั้งหมดของร่างกายตามแนวระนาบหน้าหลัง (Total joint displacement in the sagittal plane) มาก = 0, ปานกลาง = 1, น้อย = 2
5. การเอียงตัวไปทางด้านข้าง (Amount of lateral trunk flexion) ไม่มี = 0, เล็กน้อยถึงปานกลาง = 1	10. ลักษณะภาพรวมของการเคลื่อนไหวทั้งหมดขณะลงสู่พื้น (Overall impression) ดีเยี่ยม = 0, ปานกลาง = 1, ไม่ดี = 2

3.4 การทดลอง

1) การเตรียมอุปกรณ์และสถานที่

กล้องบันทึกภาพจะถูกติดตั้งไว้ทางด้านหน้า (Frontal Plane) และด้านข้าง (Sagittal Plane) โดยกำหนดให้ความสูงจากพื้นถึงหน้ากล้องที่ 48 นิ้ว และห่างจากตำแหน่งที่กลุ่มตัวอย่างจะกระโดดลงมาด้วยระยะ 136 นิ้ว ขณะที่กล่องไม้ขนาด 30x60x30 จะถูกวางไว้ห่างจากตำแหน่งที่กลุ่มตัวอย่างจะกระโดดลงมาด้วยระยะ 50% ของความสูงของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน ดังภาพ 1



ภาพที่ 1 แสดงการเตรียมอุปกรณ์และสถานที่ (ที่มา: Padua *et al*, 2009)

2) การปฏิบัติ

ให้กลุ่มตัวอย่างแต่งกายด้วยชุดฝึกพลศึกษา สวมถุงเท้าและรองเท้าหลังจากนั้นให้อบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อประมาณ 10 นาที ทำการทดลองกระโดดลงจากกล่องไปยังตำแหน่งลงสู่พื้นที่กำหนดก่อนเก็บข้อมูลจริง หลังจากนั้นให้ปฏิบัติดังภาพที่ 2

ก. กลุ่มตัวอย่างยืนบนกล่องไม้

ข. กลุ่มตัวอย่างกระโดดลงจากกล่องไม้ไปทางด้านหน้าด้วยเท้าทั้งสองข้าง ลงสู่พื้นด้วยเท้าทั้งสองข้างบนตำแหน่งที่กำหนดไว้

ค. กลุ่มตัวอย่างกระโดดกระโดดขึ้นสูงสุดในแนวดิ่งทันทีหลังจากที่ลงสู่พื้น

2 ก. มุมมองของระนาบด้านหน้า (Frontal plane view)

ท่าเริ่มต้น

เท้าสัมผัสพื้น

กระโดดขึ้นในแนวดิ่ง

2 ข. มุมมองของระนาบด้านข้าง (Sagittal plane view)

ท่าเริ่มต้น

เท้าสัมผัสพื้น

กระโดดขึ้นในแนวดิ่ง

ภาพที่ 2 แสดงลำดับการเคลื่อนไหวในระนาบด้านหน้า (Frontal plane) (2 ก) และการเคลื่อนไหวในระนาบด้านข้าง (Sagittal plane) (2 ข)

3) การบันทึกภาพ

ทำการบันทึกภาพการปฏิบัติที่ถูกต้องจำนวน 3 ครั้งเพื่อที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์และให้คะแนนตามแบบประเมิน LESS

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2) ทดสอบความแตกต่างระหว่างจำนวนนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิงของรายการทดสอบความผิดพลาดของการลงสู่พื้นรายข้อด้วยการทดสอบ Chi-Square ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
3) ทดสอบความแตกต่างของประสบการณ์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและคะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้นระหว่างนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิงด้วย Independent t-test ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง สามารถแสดงผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ข้อมูลทั่วไปของนักกีฬา

4.2 การประเมินความผิดพลาดของการลงสู่พื้นในระนาบด้านหน้า (Frontal plane motion)

4.3 การประเมินความผิดพลาดของการลงสู่พื้นในระนาบด้านข้าง (Sagittal plane motion)

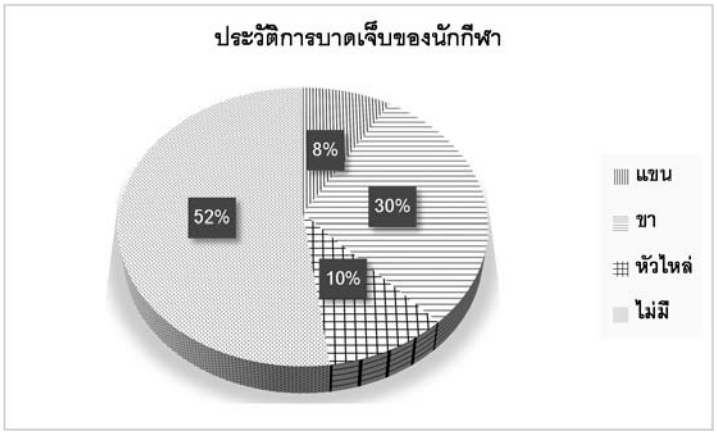
4.4 ประสบการณ์แข่งขัน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและคะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้น

4.1 ข้อมูลทั่วไปของนักกีฬา

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลทั่วไปของนักกีฬาระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง

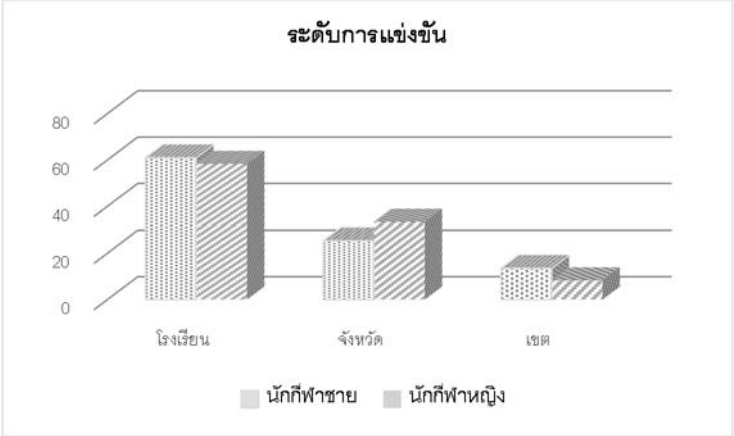
ข้อมูลทั่วไป	นักกีฬาชาย (N=59)		นักกีฬาหญิง (N=60)	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
อายุ (ปี)	14.92	1.10	15.38	0.80
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	54.22	4.81	48.52	3.46
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	164.17	5.74	163.05	5.09

จากตารางที่ 3 พบว่านักกีฬาชายมีอายุเฉลี่ย 14.92±1.10 ปี และนักกีฬาหญิงมีอายุเฉลี่ย 15.38±0.80 ปี ส่วนน้ำหนักของนักกีฬาชายเฉลี่ย เท่ากับ 54.22 ±4.81 กิโลกรัม นักกีฬาหญิงน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 48.52±3.46 กิโลกรัม และส่วนสูงของนักกีฬาชายเฉลี่ยเท่ากับ 164.17±5.74 เซนติเมตร ขณะที่ส่วนสูงของนักกีฬาหญิงเฉลี่ยเท่ากับ 163.05±5.09 เซนติเมตร



ภาพที่ 3 แสดงประวัติตำแหน่งของการบาดเจ็บของนักกีฬาเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง

จากภาพที่ 3 แสดงประวัติตำแหน่งของการบาดเจ็บของนักกีฬาเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง พบว่าส่วนใหญ่นักกีฬาเกิดการบาดเจ็บบริเวณขา ร้อยละ 30 รองลงมาเกิดการบาดเจ็บบริเวณหัวไหล่และแขน ร้อยละ 10 และร้อยละ 8 ตามลำดับ ขณะที่ร้อยละ 52 ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของร่างกาย



ภาพที่ 4 แสดงการเข้าร่วมแข่งขันของนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิงระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง

จากภาพที่ 4 แสดงการเข้าร่วมแข่งขันของนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิงระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุงพบว่านักกีฬาส่วนใหญ่แข่งขันในระดับโรงเรียน ร้อยละ 61 และ ร้อยละ 58 รองลงมาคือเข้าร่วมการแข่งขันในระดับจังหวัด ร้อยละ 25 และร้อยละ 33 มีส่วนน้อยที่นักกีฬาเข้าร่วมแข่งขันในระดับเขต โดยนักกีฬาชาย มีจำนวนร้อยละ 14 ส่วนนักกีฬาหญิง มีจำนวนร้อยละ 8 ตามลำดับ

4.2 การประเมินความผิดพลาดของการลงสู่พื้นในระนาบด้านหน้า (Frontal plane motion)

ตารางที่ 4 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีช่วงห่างของการวางเท้าต่างกัน (Stance width) ขณะลงสู่พื้น

ช่วงห่างของการวางเท้า(Stance width)	ปกติ (Normal)		กว้าง (Wide)		แคบ (Narrow)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	26	21.80	-	-	33	27.70
นักกีฬาหญิง	9	7.60	-	-	51	42.90
ทั้งหมด	35	29.40	-	-	84	70.60

χ^2 เท่ากับ 12.11 (p = 0.001)

จากตารางที่ 4 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีช่วงห่างของการวางเท้าต่างกันขณะลงสู่พื้นพบว่านักกีฬาชายและนักกีฬาหญิงมีสัดส่วนช่วงห่างของการวางเท้าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.001) โดยส่วนใหญ่แล้วนักกีฬาชายจะวางเท้าได้ปกติมีจำนวนร้อยละ 21.80 ขณะที่นักกีฬาหญิงวางเท้าปกติมีจำนวนร้อยละ 7.60 ขณะเดียวกันนักกีฬาหญิงส่วนใหญ่จะวางเท้าแคบถึงร้อยละ 42.90 ส่วนนักกีฬาชายวางเท้าแคบร้อยละ 27.70 โดยภาพรวมส่วนใหญ่นักกีฬากลุ่มนี้มีลักษณะของการวางเท้าแคบมากถึงร้อยละ 70.60 รองลงมาคือวางเท้าปกติ (ร้อยละ 29.40)

ตารางที่ 5 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการหมุนสูงสุดของเท้า (Maximum foot rotation position) ขณะลงสู่พื้น

ตำแหน่งการหมุนของเท้าสูงสุด (Maximum foot rotation position)	ปกติ (Normal)		ออกด้านนอก (Externally)		เข้าด้านใน (Internally)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	45	37.8	14	11.8	-	-
นักกีฬาหญิง	18	15.1	40	33.6	2	1.70
ทั้งหมด	63	52.9	54	45.4	2	1.70

χ^2 เท่ากับ 26.08 (p < 0.001)

จากตารางที่ 5 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการหมุนสูงสุดของเท้า (Maximum foot rotation position) ขณะลงสู่พื้น พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่มีตำแหน่งการหมุนของเท้าปกติ จำนวนร้อยละ 37.80 รองลงมาคือตำแหน่งของเท้าหมุนออกด้านนอก จำนวนร้อยละ 11.80 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) กับนักกีฬาหญิงที่มีตำแหน่งการหมุนของเท้าในลักษณะหมุนออกด้านนอกร้อยละ 33.60 รองลงมาคือตำแหน่งการหมุนเท้าปกติ (ร้อยละ 15.10) และหมุนเข้าด้านใน (ร้อยละ 1.70) ตามลำดับ โดยรวมนักกีฬาส่วนใหญ่มีตำแหน่งการวางเท้าปกติ จำนวนร้อยละ 52.90 รองลงมาคือ การหมุนออกด้านนอกและหมุนเข้าด้านใน (ร้อยละ 45.40 และร้อยละ 1.70) ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีสมดุลของการวางเท้าขณะลงสู่พื้น (Initial foot contact)

ความสมดุลของการวางเท้าขณะลงสู่พื้น (Initial foot contact)	สมดุล (Symmetric)		ไม่สมดุล (Not symmetric)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	45	37.80	14	11.80
นักกีฬาหญิง	42	35.30	18	15.10
ทั้งหมด	87	73.10	32	26.90

χ^2 เท่ากับ 0.60 ($p = 0.44$)

จากตารางที่ 6 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีสมดุลของการวางเท้าขณะลงสู่พื้น (Initial foot contact) ด้วยเท้าทั้งสองข้าง พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่มีความสมดุลของการวางเท้า จำนวนร้อยละ 37.80 และมีจำนวนร้อยละ 11.80 วางเท้าไม่มีความสมดุล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.44$) กับนักกีฬาหญิงที่ส่วนใหญ่มีความสมดุลของการวางเท้าจำนวนร้อยละ 35.30 และมีจำนวนร้อยละ 15.10 วางเท้าไม่มีความสมดุล โดยภาพรวมนักกีฬากลุ่มนี้วางเท้าแบบสมดุล จำนวนร้อยละ 73.10 ขณะที่วางเท้าแบบสมดุล จำนวนร้อยละ 26.90

ตารางที่ 7 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีมุมการกางสูงสุดของข้อเข่า (Maximum knee valgus angle) ขณะลงสู่พื้น

มุมการกางสูงสุดของ ข้อเข่า (Maximum knee valgus angle)	ไม่มี (None)		เล็กน้อย (Small)		มาก (Large)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	46	38.7	13	10.9	-	-
นักกีฬาหญิง	9	7.60	32	26.9	19	16.0
ทั้งหมด	55	46.2	45	37.8	19	16.0

χ^2 เท่ากับ 51.91 ($p < 0.001$)

จากตารางที่ 7 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีมุมการกางสูงสุดของข้อเข่า (Maximum knee valgus angle) ขณะลงสู่พื้น พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่ไม่มีมุมการกางสูงสุดของข้อเข่า จำนวนร้อยละ 38.70 รองลงมาคือมีมุมการกางสูงสุดของข้อเข่าเล็กน้อย จำนวนร้อยละ 10.90 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) กับนักกีฬาหญิงซึ่งส่วนใหญ่มีมุมการกางสูงสุดของข้อเข่า ร้อยละ 26.90 รองลงมาคือมีมุมการกางสูงสุดมาก ร้อยละ 16 และไม่มีมุมการกางสูงสุดของข้อเข่า ร้อยละ 7.60 ตามลำดับ โดยรวมนักกีฬาส่วนใหญ่ไม่มีมุมการกางสูงสุดของข้อเข่า จำนวนร้อยละ 46.20 รองลงมาคือ มีมุมการกางสูงสุดของข้อเข่าเล็กน้อยและมุมการกางของข้อเข่ามาก (ร้อยละ 37.80 และร้อยละ 16.00) ตามลำดับ

ตารางที่ 8 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการเอียงไปทางด้านข้างของลำตัว (Amount of lateral trunk flexion) ขณะลงสู่พื้น

การงอไปทางด้านข้างของลำตัว (Amount of lateral trunk flexion)	ไม่มี (None)		เล็กน้อยถึงปานกลาง (Small to moderate)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	53	44.50	6	5.00
นักกีฬาหญิง	32	26.90	28	23.50
ทั้งหมด	85	71.40	34	28.60

χ^2 เท่ากับ 19.42 ($p < 0.001$)

จากตารางที่ 8 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการเอียงไปทางด้านข้างของลำตัว (Amount of lateral trunk flexion) ขณะลงสู่พื้นด้วยเท้าทั้งสองข้าง พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่ไม่มีการงอไปทางด้านข้างของลำตัว จำนวนร้อยละ 44.50 และมีจำนวนร้อยละ 5.00 มีการงอไปทางด้านข้างของลำตัว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) กับนักกีฬาหญิงที่ส่วนใหญ่ไม่มีการงอไปทางด้านข้างของลำตัว จำนวนร้อยละ 26.90 และมีจำนวนร้อยละ 23.50 มีการงอไปทางด้านข้างของลำตัว โดยภาพรวมนักกีฬากลุ่มนี้ไม่มีการงอไปทางด้านข้างของลำตัว จำนวนร้อยละ 71.40 และมีจำนวนร้อยละ 28.60 มีการงอไปทางด้านข้างของลำตัว

4.3 การประเมินความผิดพลาดของการลงสู่พื้นในระนาบด้านข้าง (Sagittal plane motion)

ตารางที่ 9 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาขณะวางเท้าลงสู่พื้น (Initial landing)

ลักษณะของการวางเท้า (Initial landing)	ปลายเท้า-ส้นเท้า (Toe to Heel)		ส้นเท้า-ปลายเท้า (Heel to Toe)		ฝ่าเท้า (Flat)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	52	43.70	1	0.80	6	5.00
นักกีฬาหญิง	24	20.20	21	17.60	15	12.60
ทั้งหมด	76	63.90	22	18.50	21	17.60

χ^2 เท่ากับ 32.35 ($p < 0.001$)

จากตารางที่ 9 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาขณะวางเท้าลงสู่พื้น (Initial landing) พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่มีลักษณะของการวางเท้าแบบปลายเท้า-ส้นเท้า จำนวนร้อยละ 43.70 รองลงมาคือมีลักษณะของการวางฝ่าเท้าและวางแบบส้นเท้า-ปลายเท้า จำนวนร้อยละ 5 และร้อยละ 0.80 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) กับนักกีฬาหญิงซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะของการวางเท้าแบบปลายเท้า-ส้นเท้า จำนวนร้อยละ 20.20 รองลงมาคือมีลักษณะของการวางแบบส้นเท้า-ปลายเท้าและการวางฝ่าเท้าจำนวนร้อยละ 17.60 และร้อยละ 12.60 ตามลำดับ โดยรวมนักกีฬาส่วนใหญ่มีลักษณะของการวางเท้าแบบปลายเท้า-ส้นเท้า จำนวนร้อยละ 63.90 รองลงมาคือมีลักษณะของการวางแบบส้นเท้า-ปลายเท้าและการวางฝ่าเท้าจำนวนร้อยละ 18.50 และร้อยละ 17.60 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการงอเข่าขณะลงสู่พื้น (Amount of knee flexion displacement)

ขนาดของการงอเข่า (Amount of knee flexion displacement)	มาก (Large)		ปานกลาง (Average)		น้อย (Small)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	44	37.00	14	11.80	1	0.80
นักกีฬาหญิง	17	14.30	31	26.10	12	10.10
ทั้งหมด	61	51.30	45	37.80	13	10.90

χ^2 เท่ากับ 27.67 ($p < 0.001$)

จากตารางที่ 10 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการงอเข่าขณะลงสู่พื้น (Amount of knee flexion displacement) พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่มีการงอเข่ามาก จำนวนร้อยละ 37 รองลงมาคือมีการงอเข่าปานกลางและงอเข่าน้อย จำนวนร้อยละ 11.80 และร้อยละ 0.80 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) กับนักกีฬาหญิงที่ส่วนใหญ่มีการงอเข่าปานกลาง จำนวนร้อยละ 26.10 รองลงมาคือมีการงอเข่ามากและมีการงอเข่าน้อย จำนวนร้อยละ 14.30 และร้อยละ 10.10 ตามลำดับ โดยรวมนักกีฬาส่วนใหญ่มีการงอเข่ามาก จำนวนร้อยละ 51.30 รองลงมาคือมีลักษณะของการงอเข่าปานกลางและการงอเข่าน้อยจำนวนร้อยละ 37.80 และร้อยละ 10.90 ตามลำดับ

ตารางที่ 11 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการงอลำตัวขณะลงสู่พื้น (Amount of trunk flexion displacement)

ขนาดของการงอลำตัว (Amount of trunk flexion displacement)	มาก (Large)		ปานกลาง (Average)		น้อย (Small)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	-	-	53	44.50	6	5.00
นักกีฬาหญิง	-	-	40	33.60	20	16.80
ทั้งหมด	-	-	93	78.20	26	21.80

χ^2 เท่ากับ 9.35 ($p = 0.002$)

จากตารางที่ 11 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาที่มีการงอลำตัวขณะลงสู่พื้น (Amount of trunk flexion displacement) พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่มีการงอลำตัวปานกลาง

จำนวนร้อยละ 44.50 รองลงมาคือมีการงอลำตัวน้อย จำนวนร้อยละ 5.00 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) กับนักกีฬาหญิงที่ส่วนใหญ่มีการงอลำตัวปานกลาง จำนวนร้อยละ 33.60 รองลงมาคือมีการงอลำตัวน้อย จำนวนร้อยละ 16.80 โดยรวมนักกีฬาส่วนใหญ่มีการงอลำตัวปานกลาง จำนวนร้อยละ 78.20 รองลงมาคือมีการงอลำตัวน้อยจำนวนร้อยละ 21.80 ตามลำดับ

ตารางที่ 12 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาในภาพรวมของการเคลื่อนไหวข้อต่อในระนาบด้านข้าง (Total joint displacement in the sagittal plane)

ภาพรวมของการเคลื่อนไหวของข้อต่อในระนาบด้านข้าง (Total joint displacement in the sagittal plane)	งอมาก (Soft)		ปานกลาง (Average)		งอน้อย (Stiff)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	38	31.90	21	17.60	-	-
นักกีฬาหญิง	4	3.40	38	31.90	18	15.10
ทั้งหมด	42	35.30	59	49.60	18	15.10

χ^2 เท่ากับ 50.42 ($p < 0.001$)

จากตารางที่ 12 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาในภาพรวมของการเคลื่อนไหวข้อต่อในระนาบด้านข้าง (Total joint displacement in the sagittal plane) ขณะลงสู่พื้นด้วยเท้าทั้งสองข้าง พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่มีการงอเข่า สะโพกและลำตัวมาก จำนวนร้อยละ 31.90 รองลงมาคือมีการงอเข่า สะโพกและลำตัวปานกลาง จำนวนร้อยละ 17.60 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) กับนักกีฬาหญิงที่ส่วนใหญ่มีการงอเข่า สะโพกและลำตัวปานกลาง จำนวนร้อยละ 31.90 รองลงมาคือมีการงอเข่า สะโพกและลำตัวน้อย จำนวนร้อยละ 15.10 โดยรวมนักกีฬาส่วนใหญ่มีการงอเข่า สะโพกและลำตัวปานกลาง จำนวนร้อยละ 49.60 รองลงมาคือมีการงอเข่า สะโพกและลำตัวมาก จำนวนร้อยละ 35.30 และงอเข่า สะโพกและลำตัวน้อย จำนวนร้อยละ 15.10 ตามลำดับ

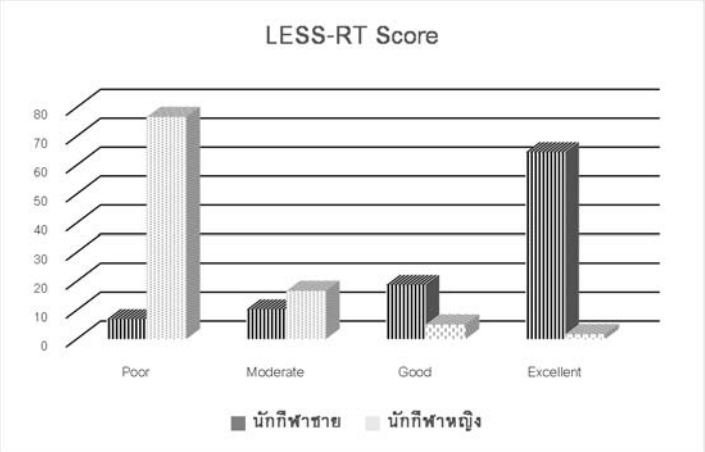
ตารางที่ 13 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาในภาพรวมของการเคลื่อนไหวทั้งหมด (Overall impression)

ภาพรวมของการเคลื่อนไหวทั้งหมด (Overall impression)	ดีเยี่ยม (Excellent)		ปานกลาง (Average)		ไม่ดี (Poor)	
	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
นักกีฬาชาย	22	18.50	33	27.70	4	3.40
นักกีฬาหญิง	6	5.00	28	23.50	26	21.80
ทั้งหมด	28	23.50	61	51.30	30	25.20

χ^2 เท่ากับ 25.68 ($p < 0.001$)

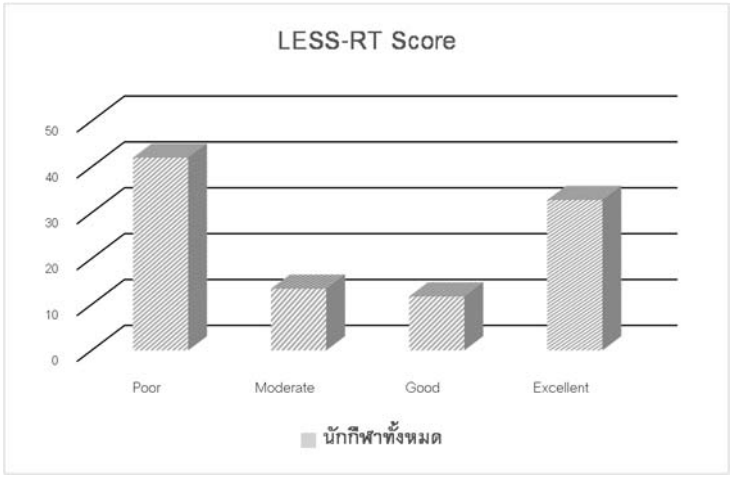
จากตารางที่ 13 แสดงความแตกต่างของจำนวนนักกีฬาในภาพรวมของการเคลื่อนไหวทั้งหมด (Overall impression) ขณะลงสู่พื้นด้วยเท้าทั้งสองข้าง พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่มีความสามารถในการเคลื่อนไหวปานกลาง จำนวนร้อยละ 27.70 รองลงมาคือมีการมีความสามารถในการเคลื่อนไหวดีเยี่ยม จำนวนร้อยละ 18.50 และมีความสามารถในการเคลื่อนไหวไม่ดี จำนวนร้อยละ 3.40 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) กับนักกีฬาหญิงที่ส่วนใหญ่มีความสามารถในการเคลื่อนไหวปานกลาง จำนวนร้อยละ 23.50 รองลงมาคือมีความสามารถในการเคลื่อนไหวไม่ดี จำนวนร้อยละ 21.30 และมีความสามารถในการเคลื่อนไหวดีเยี่ยมเพียง ร้อยละ 5 โดยรวมนักกีฬาส่วนใหญ่มีความสามารถในการเคลื่อนไหวปานกลาง จำนวนร้อยละ 51.30 รองลงมาคือมีความสามารถในการเคลื่อนไหวไม่ดี จำนวนร้อยละ 25.20 และมีความสามารถในการเคลื่อนไหวดีเยี่ยม จำนวนร้อยละ 23.50 ตามลำดับ

4.4 ประสบการณ์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและคะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้น



ภาพที่ 5 แสดงคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS - RT Score) จำแนกตามนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิง

จากภาพที่ 5 แสดงคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS – RT Score) จำแนกตามนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิง พบว่านักกีฬาชายส่วนใหญ่ร้อยละ 64 มีคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นน้อย ทำให้ได้ผลการประเมินอยู่ในระดับดีเยี่ยม รองลงมาคือผลการประเมินระดับดี ปานกลางและไม่ดี ร้อยละ 19 ร้อยละ 10 และร้อยละ 7 ตามลำดับ ขณะที่นักกีฬาหญิงมีผลการประเมินจากคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นอยู่ในระดับที่ไม่ดีมากถึงร้อยละ 77 รองลงมาคือผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง ดีและดีเยี่ยม ร้อยละ 17 ร้อยละ 5 และร้อยละ 2 ตามลำดับ



ภาพที่ 6 แสดงคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS Score) ของนักกีฬาทั้งหมด

จากภาพที่ 6 แสดงคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS Score) ของนักกีฬาทั้งหมด พบว่านักกีฬาส่วนใหญ่ร้อยละ 42 มีคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นมาก ทำให้ได้ผลการประเมินไม่ดี รองลงมาคือผลการประเมินระดับดีเยี่ยม ปานกลางและดี ร้อยละ 33 ร้อยละ 13 และร้อยละ 12 ตามลำดับ

ตารางที่ 14 แสดงความแตกต่างของประสบการณ์ คะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS Score) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาระหว่างนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิง

ตัวแปร	นักกีฬาชาย		นักกีฬาหญิง		t	*p*
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
1. ประสบการณ์ (ปี)	2.17	1.59	2.22	1.24	-0.18	0.857
2. คะแนนการความผิดพลาดของการลงสู่พื้น (คะแนน)	3.90	1.57	7.57	1.52	-12.93	0.000***
3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)	1.80	0.37	1.33	0.22	8.37	0.000***

หมายเหตุ *** $p = 0.000$

จากตารางที่ 14 แสดงความแตกต่างของประสบการณ์ คะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS Score) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาระหว่างนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิง พบว่าประสบการณ์การเล่นกีฬาระหว่างนักกีฬาชายและนักกีฬาหญิงไม่มีความแตกต่างกัน (p=0.857) ส่วนคะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้นของนักกีฬาหญิง (7.57±1.52) จัดอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการลงสู่พื้นไม่ดี (Poor) ซึ่งมากกว่านักกีฬาชาย (3.90±1.57) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการลงสู่พื้นที่ดีเยี่ยม (Excellent) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = 0.000$ ขณะที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาชาย (1.80±0.37 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว) มากกว่านักกีฬาหญิง (1.33±0.22 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = 0.000$

บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง โดยอาศัยวิธีการประเมินด้วย Landing Error Scoring System – Real Time (LESS-RT Score) ที่วิเคราะห์จากภาพการเคลื่อนไหวกระโดดลงจากกล่องสู่พื้นและกระโดดขึ้นแนวดิ่งสูงสุดของนักกีฬา โดยบันทึกภาพการเคลื่อนไหว (Video recorder) ในสองระนาบ ได้แก่ ระนาบด้านข้าง (Sagittal plane) และระนาบด้านหน้า (Frontal plane) การประเมินในแต่ละระนาบจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยเสี่ยงเชิงกลที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของข้อเข่า โดยวิธีการประเมินนี้สามารถนำมาเป็นตัวชี้วัดที่มีความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ (Padua et al., 2011) โดยกลุ่มนักกีฬาที่มีคะแนนความผิดพลาดมากมีความสัมพันธ์กับคิเนเมติกส์และคิเนติกส์ของปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บ โดยเทคนิคการลงสู่พื้นที่ไม่ดี (Poor landing) พบว่า มีการงอเข่าและงอสะโพกน้อย (Decreased knee and hip flexion) มีการกางและหมุนเข้าด้านในข้อเข่ามาก (Increased knee valgus and internal rotation) จะเกิดความเครียดที่เกิดขึ้นบริเวณข้อเข่า อันได้แก่ แรงเฉือนไปทางด้านหน้าของกระดูกหน้าแข้ง (Anterior tibial shear force) โมเมนต์การเหยียดข้อเข่า (Knee extension moment) โมเมนต์ของการกางข้อเข่า (Knee valgus moment) และมีแรงปฏิกิริยาที่เท้ากระทำกับพื้นมาก (Greater ground reaction force) (Padua et al., 2009) ดังนั้นการวิเคราะห์ภาพการเคลื่อนไหวในสองระนาบนี้ จึงสามารถบ่งชี้ถึงความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าได้

การประเมินความผิดพลาดของการลงสู่พื้นในระนาบด้านข้าง (Sagittal plane) เป็นการประเมินการเคลื่อนไหวร่างกายนักกีฬาของรยางค์ส่วนล่างและลำตัวในระนาบด้านข้าง ประกอบไปด้วย ลักษณะของการงอข้อเท้า (Ankle dorsiflexion) การงอข้อเข่า (Knee flexion) และการงอข้อสะโพก (Hip flexion) ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่าการงอข้อเข่าน้อยขณะลงสู่พื้นมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (ACL injury) และความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บของเอ็นสะบ้า (Patellofemoral pain) (Hewett et al., 2005; Myer et al., 2010) เช่นเดียวกับการงอข้อเข่าและงอข้อสะโพกน้อยขณะลงสู่พื้นยังพบว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิด Patellar tendon abnormality และ Patella tendinopathy (Boling et al., 2009) โดยจากผลการศึกษาพบว่ามีกลุ่มนักกีฬาที่งอข้อเข่าและงอข้อสะโพกน้อยอาจจะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บดังกล่าว ขณะที่ภาพรวมของการเคลื่อนไหวในระนาบด้านข้าง นักกีฬาหญิงจะมีการเคลื่อนไหวในลักษณะงอข้อเข่าและข้อสะโพกน้อย (Stiff landing) การเคลื่อนไหวในลักษณะดังกล่าวอาจจะมีผลมาจากลักษณะ

ของการวางเท้าขณะลงสู่พื้น จากการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่านักกีฬามีการวางเท้าในลักษณะวางฝ่าเท้า (Flat) และการวางส้นเท้า-ปลายเท้า (Heel to Toe) ขณะลงสู่พื้นอาจจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาของเท้าที่กระทำกับพื้นที่มาก (Greater ground reaction force) และยังส่งผลทำให้การเคลื่อนไหวของข้อเข่าและข้อสะโพกในแนวระนาบด้านข้างเกิดขึ้นน้อยลงไปด้วย ซึ่งการเคลื่อนไหวของแต่ละข้อต่อของรยางค์ส่วนล่าง มีความเชื่อมโยง ถ่ายโยงและส่งผลซึ่งกันและกัน (Malloy et al, 2014; Mason-Mackay et al, 2015)

ขณะที่การประเมินความผิดพลาดของการลงสู่พื้นในระนาบด้านหน้า (Frontal plane) เป็นการประเมินการเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนล่างและลำตัวในระนาบด้านหน้า ประกอบไปด้วย ช่วงห่างของการวางเท้า ตำแหน่งการหมุนของเท้าสูงสุด ความสมดุลของการวางเท้า มุมการกางสูงสุดของข้อเข่า การงอไปทางด้านข้างของลำตัว ซึ่งปัจจัยการเคลื่อนไหวในระนาบด้านหน้ามีผลนำไปสู่การบาดเจ็บของรยางค์ส่วนล่าง (Nagakawa et al, 2012) โดยเฉพาะอย่างยิ่งมุมการกางของข้อเข่า (Knee valgus angle) สามารถทำให้เอ็นไขว้หน้าของข้อเข่าฉีกขาดได้ (Hewett et al., 2005) จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่านักกีฬาหญิงมีจำนวนของผู้ที่กางข้อเข่าขณะลงสู่พื้นมากกว่านักกีฬาชาย โดยนักกีฬาหญิงมีมุมกางข้อเข่ามากกว่า 30 องศา ซึ่งมุมดังกล่าวเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (Cochrane et al., 2007)

ปัจจัยทางด้านความแตกต่างของกลุ่มนักกีฬาโดยเฉพาะอย่างยิ่งความแตกต่างของเพศ มีผลทำให้คะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้นระหว่างกลุ่มนักกีฬามีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักกีฬาหญิงมีคะแนนความผิดพลาดมากกว่านักกีฬาชาย (Padua et al., 2009; Distefano et al., 2009; Beutler et al., 2009) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wesley et al. (2015) ที่พบว่าจำนวนของนักกีฬาหญิงมีผลคะแนนความผิดพลาด (6.3±1.9) มากกว่านักกีฬาชาย (5.0±2.3) โดยที่ LESS score ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Poor คะแนนรวมมีค่ามากกว่า 6 นอกจากนี้นักกีฬาในระดับมัธยมปลายมีจำนวนผู้ได้คะแนนอยู่ในระดับไม่ดี (Poor) มากกว่านักกีฬาระดับมหาวิทยาลัยถึงสามเท่า (Smith et al., 2012) อันเป็นผลมาจากการงอเข่าน้อยขณะลงสู่พื้น (Less knee flexion) และเกิดมุมการกางของข้อเข่ามาก (Increased knee valgus) ซึ่งปัจจัยเชิงกลทั้งสองมีผลต่อความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าในข้อเข่า (Shultz et al., 2012)

ขณะเดียวกันพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาชายมีความแข็งแรงมากกว่านักกีฬาหญิง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Beutler et al. (2009) ซึ่งอาจจะมีผลทำให้คะแนนความผิดพลาดของนักกีฬาชายน้อยกว่านักกีฬาหญิง อย่างไรก็ตามความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่สามารถที่จะพยากรณ์ถึงคะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้นได้ (Beutler et al., 2009) ซึ่ง

หมายความว่าการพัฒนาทักษะกลไกและเทคนิคการลงสู่พื้นมีผลทำให้คะแนนความผิดพลาดของการลงสู่พื้นน้อยลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะช่วยลดคะแนนความผิดพลาดได้ แต่การควบคุมกลไกการเคลื่อนไหวของทั้งร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อสะโพก (Hip muscles) กล้ามเนื้อลำตัว (Trunk muscles) จะต้องมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายเพื่อช่วยทำให้โอกาสในการเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนล่างเกิดการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง จากการศึกษาของ Root et al. (2015) ที่พบว่า การเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเพื่อป้องกันการบาดเจ็บของข้อเข่า ซึ่งประกอบไปด้วย การฝึกความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic flexibility) การฝึกความแข็งแรง (Strengthening) การฝึกไพลโอเมตริก (Plyometric) และการฝึกการทรงตัว (Balance) มีผลทำให้คะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นนอกจากนักกีฬาจะต้องฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแล้วนักกีฬาจะต้องฝึกการทรงตัวและความอ่อนตัว ทั้งนี้ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) จะถูกพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนไหว ตั้งแต่การเคลื่อนไหวของข้อเท้า ถ่ายโยงไปยังข้อเข่าและข้อสะโพก ทั้งนี้จะต้องมีความเชื่อมโยงและอาศัยกล้ามเนื้อที่ทำงานสอดคล้องกันในแต่ละข้อต่อ โดยกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius muscles) ทำหน้าที่ในการรองรับแรงในช่วงแรกและส่งผ่านไปยังกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Quadriceps muscles) เพื่อช่วยพยุงแรงที่เกิดขึ้นพร้อมกับค่อยๆ ดูดซับแรงและส่งผ่านไปยังกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Gluteus muscles) ขณะที่กล้ามเนื้อลำตัวช่วยควบคุมการเคลื่อนไหวส่วนบนของร่างกายให้เกิดความสมดุล ขณะลงสู่พื้นจากการกระโดด

5.2 สรุปและข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เทคนิคของการวางเท้าแบบส้นเท้า-ปลายเท้า (Heel to Toe) และการวางฝ่าเท้า (Flat) การลงสู่พื้นที่งอข้อเข่าและงอลำตัวน้อย (Stiff landing) ร่วมกับการหมุนเท้าออกด้านนอก (External rotation) การเอียงตัวไปทางด้านข้าง (Lateral trunk flexion) ขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดจะทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของข้อเข่า ทั้งนี้เป็นผลมาจากการประเมินคะแนนความผิดพลาดจากการลงสู่พื้น (LESS Score) ซึ่งนักกีฬาหญิงระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุงจะต้องพัฒนาเทคนิคที่ถูกต้องรวมถึงการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงกล้ามเนื้อ การทรงตัวและความอ่อนตัว เพื่อช่วยลดโอกาสที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าในอนาคต ขณะที่ผู้ฝึกสอนจะต้องตระหนักถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับกลุ่มนักกีฬาที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสูง ให้เร่งปรับปรุงเทคนิคและความสามารถทางกลไกเพื่อที่จะนำพานักกีฬาที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบประสบความสำเร็จต่อไปในอนาคตโดยปราศจากการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นได้จากเทคนิคและทักษะที่ไม่ดี

เอกสารอ้างอิง

1) ชำนาญ ชินสีห์ วิทยา เหมพันธ์ ดุสิต พรหมอ่อนและกฤตยา เพชรจันทร์. 2558. คิเนเมติกส์กับโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าจากการประเมินโดยใช้ LESS-RT ขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอล ระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง. **เอกสารนำเสนอในที่ประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่** 25 สงขลา.

2) Adrian, H.J. and Laughlin, C.K. 1983. **Magnitude of ground reaction forces while performing volleyball skills**. In: Biomechanics VIII-B. Champaign, IL: Human Kinetics. 903-914

3) Arendt, E.A., J. Agle and R. Dick. 1999. Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. **Journal of Athletic Training** 34(2): 86-92.

4) Briner, W.W. and L. Kacmar. 1997. Common injuries in volleyball: mechanisms of injury, prevention and rehabilitation. **Sports Medicine** 24: 65-71.

5) Beese, M. E., E. Joy, C. L. Switzler and C. A. Hicks-Little 2015. Landing Error Scoring System Differences Between Single-Sport and Multi-Sport Female High School-Aged Athletes. **Journal of Athletic Training** 50: 806-811.

6) Beutler, A., S. de la Motte, S. Marshall, D. Padua, and B. Boden. 2009. Muscle strength and qualitative jump-landing differences in male and female military cadets: the JUMP-ACL study. **Journal of Sports Science and Medicine** 8:663-671

7) Boling, M. C., D. A. Padua, S. W. Marshall, K. Guskiewicz, S. Pyne and A. Beutler 2009. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. **The American Journal of Sports Medicine** 37: 2108-2116.

8) Buford, W.L., Jr., F.M. Ivey, Jr., T. Nakamura, R.M. Patterson and D.K. Nguyen. 2001. Internal/External Rotation Moment Arms of Muscles at the Knee: Moment Arms for the Normal Knee and the Acl-Deficient Knee. **Knee** 8 (4): 293-303.

9) Cerulli, G., D.L. Benoit, M. Lamontagne, A. Caraffa and A. Liti. 2003. In Vivo Anterior Cruciate Ligament Strain Behaviour During a Rapid Deceleration Movement: Case Report. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc** 11 (5): 307-311.

10) Cochrane, J.L., D.G. Lloyd, A. Buttfield, H. Seward and J. McGivern. 2007. Characteristics of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Australian Football. **Journal of Science and Medicine in Sport** 10 (2): 96-104.

11) Cumps, E., E. Verhagen and R. Meeusen. 2007. Prospective epidemiological study of basketball injuries during one competitive season: ankle sprains and overuse knee injuries. **Journal of Sports Science and Medicine** 6: 204-211.

12) DiStefano, L.J., D.A. Padua, M.J. DiStefano, and S.W. Marshall. 2009. Influence of age, sex, technique, and exercise program on movement patterns after an anterior cruciate ligament injury prevention program in youth soccer players. **The American Journal of Sports Medicine**. 37:495-505.

13) Dufek, J.S. and B.T. Bates. 1990. The evaluation and prediction of impact forces during landings. **Medicine and Science in Sports and Exercise** 22: 370-377.

14) Fu, F.H., C.D. Harner, D.L. Johnson, M.D. Miller and S.L-Y. Woo. 1993. Biomechanics of knee ligaments: basic concepts and clinical application. **The Journal of Bone and Joint Surgery** 75: 1761-1727.

15) Hewett, T. E., G. D. Myer, K. R. Ford, R. S. Heidt, Jr., A. J. Colosimo, S. G. McLean, A. J. van den Bogert, M. V. Paterno and P. Succop 2005. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. **The American Journal of Sports Medicine** 33: 492-501.

16) Janssen, K.W., J.W. Orchard, T.R. Driscoll and W. van Mechelen. 2012. High Incidence and Costs for Anterior Cruciate Ligament Reconstructions Performed in Australia from 2003-2004 to 2007-2008: Time for an Anterior Cruciate Ligament

Register by Scandinavian Model? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports** 22 (4): 495-501.

17) Kuenze, Christopher M., Nathaniel Foot, Susan A. Saliba and Joseph M. Hart 2015. Drop-Landing Performance and Knee-Extension Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Journal of Athletic Training** 50: 596-602.

18) Lloyd, D.G. and T.S. Buchanan. 2001. Strategies of Muscular Support of Varus and Valgus Isometric Loads at the Human Knee. **Journal of Biomechanics** 34 (10): 1257-1267.

19) Louw, Q. and K. Grimmer. 2006. Biomechanical factors associated with the risk of knee injury when landing from a jump. **South African Journal of Sports Medicine** 18 (1): 18-23.

20) Markolf, K.L., D.M. Burchfield, M.M. Shapiro, M.F. Shepard, G.A. Finerman and J.L. Slauterbeck. 1995. Combined Knee Loading States That Generate High Anterior Cruciate Ligament Forces. **Journal of Orthopaedic Research** 13 (6): 930-935.

21) Malieb, E.N. 2004. **Human Anatomy and Physiology**. 6th ed. Pearson Education, New York.

22) Malloy, P., A. Morgan, C. Meinerz, C. Geiser and K. Kipp 2015. The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc** 23: 3550-3555.

23) Mason-Mackay, A. R., C. Whatman and D. Reid 2015. The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics during landing: A systematic review. **Journal of Science and Medicine in Sport**. doi: 10.1016/j.jsams.2015.06.006

24) McLean, S.G., B. Borotikar and S.M. Lucey. 2010. Lower Limb Muscle Pre-Motor Time Measures During a Choice Reaction Task Associate with Knee Abduction Loads During Dynamic Single Leg Landings. **Clinical Biomechanics** 25 (6): 563-569.

25) Meyer, E.G. and R.C. Haut. 2008. Anterior Cruciate Ligament Injury Induced by Internal Tibial Torsion or Tibiofemoral Compression. **Journal of Biomechanics** 41 (16): 3377-3383.

26) Myer, Gregory D., Kevin R. Ford, Jane Khoury, Paul Succop and Timothy E. Hewett 2010. Development and Validation of a Clinic-Based Prediction Tool to Identify Female Athletes at High Risk for Anterior Cruciate Ligament Injury. **The American journal of sports medicine** 38: 2025-2033.

27) Nakagawa, T. H., E. T. Moriya, C. D. Maciel and A. F. Serrao 2012. Frontal plane biomechanics in males and females with and without patellofemoral pain. **Medicine and Science in Sports and Exercise** 44: 1747-1755.

28) Padua, D.A., Marshall, S.W., Boling, M.C. Thigpen, C.A., Garrett, W.E., and A.I. Beutler. 2009. The landing error scoring system (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump – landing biomechanics, the jump ACL study. **The American Journal of Sports Medicine** 37(10): 1996-2002

29) Padua, D.A., Boling, M.C., DiStefano, L.J., Onate, J.A. Beutler, A.I. and S.W. Marshall. 2011. Reliability of the landing error scoring system – real time, a clinical assessment tool of jump landing biomechanics. **Journal of Sport Rehabilitation** 20: 145-156

30) Reddy, S., M. Dischino and L.J. Soslowsky. 2009. Biomechanics – part I. **Bone Pathology** 61-68.

31) Root, H., T. Trojian, J. Martinez, W. Kraemer, and L.J. DiStefano. 2015. Landing Technique and Performance in Youth Athletes after a Single Injury-Prevention Program Session. **Journal of Athletic Training.** 50:1149-1157

32) Shin, C.S., A.M. Chaudhari and T.P. Andriacchi. 2011. Valgus Plus Internal Rotation Moments Increase Anterior Cruciate Ligament Strain More Than Either Alone. **Medicine and Science in Sports and Exercise** 43 (8): 1484-1491.

33) Smith, H.C., R.J. Johnson, S.J. Shultz, T. Tourville, L.A. Holterman, J. Slauterbeck, P.M. Vacek, and B.D. Beynnon. 2012. A Prospective Evaluation of the Landing Error

Scoring System (LESS) as a Screening Tool for Anterior Cruciate Ligament Injury Risk. **The American Journal of Sports Medicine**. 40:521-526.

34) Shultz, S.J., and R.J. Schmitz. 2012. Tibial plateau geometry influences lower extremity biomechanics during landing. **The American Journal of Sports Medicine** 40(9): 2029-2036.

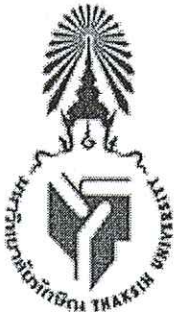
35) Thompson, C.W. and R.T. Floyd. 1998. **Manual of Structural Kinesiology**. 13th ed. WCB/McGraw-Hill, Singapore.

36) Wells, K.F. 1971. **Kinesiology: The Scientific Basis of Human Motion**. 5th ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia.

37) Wesley, C. A., P. A. Aronson and C. L. Docherty 2015. Lower Extremity Landing Biomechanics in Both Sexes After a Functional Exercise Protocol. **Journal of Athletic Training** 50: 914-920

38) Yeow, C.H., Cheong, C.H., Ng, K.S., Lee, P.V., and J.C. Goh. 2008. Anterior cruciate ligament failure and cartilage damage during knee joint compression: A preliminary study based on the porcine model. **The American Journal of Sports Medicine** 36: 934-942.

ภาคผนวก



แบบฟอร์มใบรับรอง

ใบรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ชื่อข้อเสนอการวิจัย

(ภาษาไทย) การศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง

(ภาษาอังกฤษ) The study of knee joint injury risk during jump landing of youth volleyball and basketball players in Phattalung province

ชื่อ-สกุล ผู้เสนอข้อเสนอการวิจัย อาจารย์ชำนาญ ชินสีห์

หน่วยงานที่สังกัด (คณะ) คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา

(มหาวิทยาลัย) มหาวิทยาลัยทักษิณ

(กระทรวง) กระทรวงศึกษาธิการ

ข้อเสนอการวิจัยนี้เข้าข่ายได้รับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบปกติ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัย ตามที่ข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ลงนาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพันธุ์ เขมคุณาศัย)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

วันที่ 8 กรกฎาคม 2556

ใบยินยอมด้วยความสมัครใจ

การวิจัยเรื่อง : การศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง

วันที่ให้คำยินยอม วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ. .....

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยครั้งนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตรายหรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียดและมีความเข้าใจดีแล้ว

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจ ไม่ปิดบัง ซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้และเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้โดยสมัครใจ

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับและจะเปิดเผยได้เฉพาะสรุปผลการวิจัยหรือการเปิดเผยข้อมูลต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยทักษิณเท่านั้น

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้วและมีความเข้าใจดีทุกประการและได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

วันที่.....

ลงนาม.....ผู้วิจัย

วันที่.....

ลงนาม.....พยาน

วันที่.....

ที่ ศธ ๖๔.๒๔/ว ๕๕๘

คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา
มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง
อ. ป่าพะยอม จ. พัทลุง ๙๓๑๑๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างและสถานที่

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ ขอรับรองว่านายชำนาญ ชินสีห์ นายวิทยา เหมพันธ์ ว่าที่ร้อยตรีหญิงกฤตยา เพชรจันทร์ และนายดุสิต พรหมอ่อน เป็นอาจารย์ประจำสังกัดคณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ ซึ่งกำลังดำเนินโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาโอกาสเกิดการบาดเจ็บของข้อเข่าขณะลงสู่พื้นจากการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอลระดับเยาวชนในเขตจังหวัดพัทลุง โดยได้รับจัดสรรทุนจากสถาบันวิจัยและการพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ ทั้งนี้โครงการวิจัยดังกล่าวได้รับอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามจริยธรรมวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยทักษิณ แล้ว เมื่อวันที่ ๘ กรกฎาคม ๒๕๕๖

ในการนี้ เพื่อให้การทำวิจัยของบุคลากรดังกล่าวฯ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพสูงสุด คณะฯ จึงขอความอนุเคราะห์เก็บกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วยนักกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเกตบอล ชายและหญิงในโรงเรียนของท่าน และขอความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการดำเนินการ ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร. วัลลภา เชยบัวแก้ว คชภักดี)
คณบดีคณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา
ปฏิบัติหน้าที่แทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยทักษิณ

สำนักงานคณะฯ
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐-๗๔๖๙-๓๙๙๗

แบบบันทึกคะแนน

Landing Error Scoring System – Real Time (LESS - RT)

Frontal-Plane Motion	Sagittal-Plane Motion
1. Stance width	**6. Initial landing of feet**
☐ Normal (0) ☐ Wide (1) ☐ Narrow (1)	☐ Toe to heel (0) ☐ Heel to toe (1) ☐ Flat (1)
2. Maximum foot-rotation position	**7. Amount of knee-flexion displacement**
☐ Normal (0) ☐ Externally rotated (1) ☐ Internally rotated (1)	☐ Large (0) ☐ Average (1) ☐ Small (2)
3. Initial foot contact	**8. Amount of trunk-flexion displacement**
☐ Symmetric (0) ☐ Not symmetric (1)	☐ Large (0) ☐ Average (1) ☐ Small (2)
4. Maximum knee-valgus angle	**9. Total joint displacement in the sagittal plane**
☐ None (0) ☐ Small (1) ☐ Large (2)	☐ Soft (0) ☐ Average (1) ☐ Stiff (2)
5. Amount of lateral trunk flexion	**10. Overall impression**
☐ None (0) ☐ Small to moderate (1)	☐ Excellent (0) ☐ Average (1) ☐ Poor (2)

ที่มา: Padua *et al* (2011)

คะแนนรวม.....

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

รหัสกลุ่มตัวอย่าง.....สถาบัน.....