



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรจารย์การกีฬา)
ปริญญา

.....
วิทยาศาสตรจารย์การกีฬา
สาขา

.....
โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา
ภาควิชา

เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติและเท้าแบนของนักวิ่งหญิง

Significant Factors of Plantar Fascia Thickness in Normal and Flat Feet of Female Runners

นามผู้วิจัย นางสาวไพลิน เผือกประคอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิมนทกุล, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์พิมพ์ใจ ศิริวงศ์ไพรัช, M.D.)

ประธานสาขาวิชา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิมนทกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังคีดฝ่าเท้าในเท้าปกติและเท้าแบนของนักวิ่งหญิง

Significant Factors of Plantar Fascia Thickness in Normal and Flat Feet of Female Runners

โดย

นางสาวไพลิน เฟือกประคอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรจารย์การกีฬา)

พ.ศ. 2552

ไพลิน เพ็ญประคอง 2552: ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติ และเท้าแบนของนักวิ่งหญิง ปรินญาวิทยาสาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิมนทกุล, Ph.D. 94 หน้า

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติกับผู้ที่มีอุ้งเท้าแบน และศึกษาถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่ส่งผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า การวิจัยนี้ทำการศึกษาในนักวิ่งหญิงที่มีอายุเฉลี่ย 17.6 ± 2.48 ปี และเคยเข้าร่วมการแข่งขันในระดับเยาวชนหรือระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 20 คน กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติ 10 คน และผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนทั้ง 2 ข้างจากการตรวจอุ้งเท้าแบบ Navicular height 10 คน สำหรับกลุ่มที่มีอุ้งเท้าแบนจะต้องมีเท้าข้างหนึ่งที่เคยมีประวัติอักเสบและเท้าอีกข้างหนึ่งไม่เคยมีประวัติอักเสบ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มถูกวัดความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (high-frequency sonography) ส่วนแรงกระทำจากพื้นสูงสุดประเมินจากการที่กลุ่มตัวอย่างวิ่งเท้าเปล่าด้วยความเร็ว 3.5-4 เมตรต่อวินาที โดยให้เท้ากระทบกลางแผ่นวัดแรง และแผ่นวัดแรงทำการบันทึกแรงกระทำจากพื้น นอกจากนี้แรงดึงของเอ็นร้อยหวายของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดถูกประเมินด้วย Isokinetic Machine และรายงานผลเป็นทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลง จากนั้นนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าของผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนและผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.93 ± 0.39 มิลลิเมตร และ 2.84 ± 0.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังนั้นความผิดปกติของอุ้งเท้าคือ อุ้งเท้าแบนไม่ได้เป็นสาเหตุให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าหนากว่าปกติมาแต่กำเนิด นอกจากนี้ยังพบว่า แรงดึงของเอ็นร้อยหวายร่วมกับโครงสร้างของอุ้งเท้าที่แบนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการอักเสบและหนาตัวขึ้นของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

Pailin Puagprakong 2009: Significant Factors of Plantar Fascia Thickness in Normal and Flat Feet of Female Runners. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Science, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Assistant Professor Siriporn Sasimontongkul, Ph.D. 94 pages.

This research aimed to compare the thickness of plantar fascia in normal and flat feet and to observe the possible factors inducing plantar fasciitis which lead to the thickening of plantar fascia. Twenty college runners, aged 17.6 ± 2.48 years, participated in the study. They were divided into two groups, based on “Navicular height”, of normal feet and flat feet. Each group comprised of ten runners. For the flat feet group, both feet were diagnosed as flat feet but one foot had a past history of plantar fasciitis. The plantar fascia thickness of both feet were evaluated using high-frequency sonography. To observe factors that might affect the thickness of plantar fascia the following procedures were performed. Subjects ran at a speed of 3.5-4 m/s across a force plate and their foot hit the force plate to collect ground reaction force. Finally, achilles tendon force was evaluated using an isokinetic machine and the peak torque of plantarflexion was reported. Thereafter, two-way ANOVA and one-way ANOVA with repeated measure were applied to the data in order to determine the difference among groups. The statistical significance was set at .05.

The results showed that plantar fascia thickness of flat feet and normal feet runners were not significantly different with their mean and S.D. equal to 2.93 ± 0.39 mm and 2.84 ± 0.50 mm, respectively. Hence, the abnormal arch, flat arch, does not induce a congenital plantar fascia abnormality. Moreover, tension force from achilles tendon together with a flat arch were the factors that related to the inflammation and the thickness of plantar fascia.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี จนกลายเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับที่ถูกต้องสมบูรณ์ มีคุณค่าทางวิชาการ หากขาดความอุปการะคุณจากคณาจารย์ทุกท่าน ในโอกาสนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ศศิณทลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ พญ.พิมใจ ศิริวงศ์ไพรัช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และแพทย์หญิง วราพัฒน์ วีระยะวานิช ที่ได้ช่วยเหลือวางแผนงานวิจัย ตลอดจนการให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับผู้วิจัย

ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา และคุณชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้อุปกรณ์และสถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย รวมถึงหัวหน้าศูนย์ฝึกกีฬาเยาวชน กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลงานวิจัย และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างนักวิ่งทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอบูชาพระคุณ คุณพ่อสมควร คุณแม่จันทน์ เพื่อปกป้อง บุพการีผู้ให้ทั้งชีวิต การอบรมเลี้ยงดูและให้โอกาสทางการศึกษาแก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณครอบครัวเพื่อปกป้องและสืบสุทธา ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนด้วยดีเสมอมา ตลอดจนเพื่อน พี่ และน้องในคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ตลอดจนงานวิจัยจนสำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี คุณงามความดีและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมาทั้งหมด และที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ด้วย

ไพลิน เผือกประคอง

มกราคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ในการวิจัย	4
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	31
อุปกรณ์	31
วิธีการ	31
ผลและวิจารณ์	39
ผล	39
วิจารณ์	51
สรุปและข้อเสนอแนะ	56
สรุป	56
ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	58
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก แรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งและแกนหน้า-หลัง	65
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ	71
ภาคผนวก ค ประวัติของกลุ่มตัวอย่าง	75
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลงานวิจัย	82
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้อุปกรณ์และสถานที่ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย	84
ภาคผนวก ฉ เอกสารรับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน	
คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี	86
ภาคผนวก ช หนังสือแสดงความยินยอมการเข้าร่วมในโครงการวิจัย	90
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพของ กลุ่มตัวอย่าง ค่า navicular height (NH) และความเร็วในการวิ่ง	40
2	แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้า ลงในกลุ่มอุ้งเท้าแบน ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืด ฝ่าเท้ากับเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า	42
3	แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลาย เท้าลง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม	46
ตารางผนวกที่		
ก1	แสดงแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งและแกนหน้า-หลังของ กลุ่มอุ้งเท้าแบน	66
ก2	แสดงแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งและแกนหน้า-หลังของ กลุ่มอุ้งเท้าปกติ	69
ข1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีมวลกายและค่า Navicular height (NH) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม	72
ข2	แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม	72
ข3	แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้ง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม	73
ข4	แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดทาง ด้านหน้า (peak anterior GRF) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข5	แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดทางด้านหลัง (peak posterior GRF) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม	74
ข6	แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลงระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม	74
ค1	แสดงประวัติของกลุ่มตัวอย่างที่มีอุ้งเท้าปกติ	76
ค2	แสดงประวัติของกลุ่มตัวอย่างที่มีอุ้งเท้าแบน	77

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของแผ่นพังคีดฝ่าเท้า (the components of the plantar fascia) รวมทั้งจุดเกาะต้นและจุดเกาะปลายของแผ่นพังคีดฝ่าเท้า	8
2	windlass mechanism และผลของการกระดกนิ้วหัวแม่เท้าที่มีต่อความสูงของ อุ้งเท้า	9
3	แสดงท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่องในท่า wall stretches	13
4	แสดงท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่องในท่า stair stretches	13
5	แสดงตัวอย่างการใส่อุปกรณ์ค้ำเท้า (night splints)	14
6	กระดูกสันเท้าบิดหรือเอียงออกจากเส้นกึ่งกลางของร่างกาย (pronation)	18
7	ตัวอย่างของกราฟระหว่างแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งกับเวลาที่บันทึกได้ ในขณะที่วิ่งของผู้ที่วิ่งลงสันเท้า	20
8	ตัวอย่างของกราฟแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งที่บันทึกได้ในขณะที่วิ่งของผู้ที่วิ่ง ลงกลางเท้าหรือปลายเท้า	21
9	ตัวอย่างของกราฟระหว่างแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังกับเวลาที่บันทึกได้ ในขณะที่วิ่งของผู้ที่วิ่งลงสันเท้า	22
10	แสดงภาพหัวตรวจ (transducer) ชนิด linear array	27
11	แสดงความสูงของกระดูก navicular (navicular height)	33
12	แสดงการวัดความหนาของแผ่นพังคีดฝ่าเท้าด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง และ ภาพคลื่นเสียงความถี่สูงของแผ่นพังคีดฝ่าเท้าทางด้านข้าง	34
13	แสดงการเก็บบันทึกแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งและแกนหน้า-หลังขณะวิ่ง ของกลุ่มตัวอย่าง	34
14	แสดงการวัดทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะที่ถีบปลายเท้าลงด้วย เครื่องไอโซโคเนติก	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	กราฟแสดงแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า	43
16	กราฟแสดงแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลัง ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า	44
17	ภาพที่ได้จากการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง ที่บริเวณฝ่าเท้า	47
18	ภาพที่ได้จากการตรวจแผ่นพังผืดฝ่าเท้าของผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง	48
19	กราฟแสดงแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้ง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม	48
20	กราฟแสดงแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลัง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม	49
ภาพผนวกที่		
ก1	แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของกลุ่มอุ้งเท้าแบน ในเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า	67
ก2	แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของกลุ่มอุ้งเท้าแบน ในเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า	67
ก3	แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังของกลุ่มอุ้งเท้าแบน ในเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า	68
ก4	แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังของกลุ่มอุ้งเท้าแบน ในเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า	68
ก5	แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของกลุ่มอุ้งเท้าปกติ	70

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่

- ก6 แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกน
หน้า-หลังของกลุ่มผู้งเท้าปกติ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

NH	=	ความสูงของกระดูก navicular (navicular height)
GRF	=	แรงปฏิกิริยาจากพื้น (ground reaction force)
Peak GRF	=	แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (peak ground reaction force)
VGRF	=	แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแกนตั้ง (vertical ground reaction force)
A-P GRF	=	แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแกนหน้า-หลัง (antero-posterior ground reaction force)
F_{wt}	=	แรงดึงดูดของโลกที่กระทำกับร่างกาย
m	=	มวลของร่างกาย (mass)
a	=	ความเร่งของจุดศูนย์กลางมวล (acceleration)
b.w.	=	น้ำหนักตัว (body weight)
$T_{\text{เอ็นร้อยหวาย}}$	=	ทอร์คของเอ็นร้อยหวาย
$F_{\text{เอ็นร้อยหวาย}}$	=	แรงดึงจากเอ็นร้อยหวาย
D	=	ระยะทางตั้งฉากจากจุดกึ่งกลางข้อเท้าจนถึงจุดกึ่งกลางของเอ็นร้อยหวาย (moment arm)

ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติและเท้าแบนของนักวิ่งหญิง

Significant Factors of Plantar Fascia Thickness in Normal and Flat Feet of Female Runners

คำนำ

แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ (plantar fasciitis) เป็นสภาวะที่มีการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่อยู่บริเวณอุ้งเท้า (Riddle *et al.*, 2003) ซึ่งเป็นปัญหาที่พบได้บ่อย จากการศึกษาในประเทศอเมริกา (Riddle *et al.*, 2004) พบว่า มีผู้ป่วยประมาณ 1 ล้านคนต่อปี ที่ต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์ ด้วยอาการของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ นอกจากนี้ยังพบได้บ่อยในนักกีฬาโดยเฉพาะนักวิ่ง หรือบุคคลที่ใช้เท้าเป็นระยะเวลานาน โดยพบประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของการบาดเจ็บที่เท้าของนักวิ่ง และประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ของผู้ที่เล่นกีฬาเป็นประจำ (Karl *et al.*, 2006) อาการสำคัญคือ การปวดอุ้งเท้าในตอนเช้าเมื่อรับน้ำหนักตัวครั้งแรกๆ ซึ่งพบถึง 85 เปอร์เซ็นต์ของผู้ป่วยที่มีอาการทั้งหมด (Karl *et al.*, 2006) อาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้ขยับเท้าเดินสักครู่หนึ่ง และจะปวดใหม่หากเดินมาก หรือภายหลังการนั่งพักนานๆ (Aldridge *et al.*, 2004)

การอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าสามารถวินิจฉัยได้จากอาการปวดอุ้งเท้าร่วมกับการที่มีจุดกดเจ็บเฉพาะที่ และเนื่องจากแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (plantar fascia) อยู่ในชั้นตื้น (superficial layer) เกาะจากขอบส่วนในทางด้านหลังของปุ่มกระดูกสันเท้า (posteromedial aspect of the calcaneal tuberosity) ทอดจึงไปทางด้านหน้า มีรูปร่างคล้ายพัดไปเกาะยังข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้ากับนิ้วเท้า (metatarsophalangeal joints) (Schepesis *et al.*, 1991) จึงสามารถตรวจพบด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonography) ได้ง่าย ดังนั้นในทางคลินิกจึงมีการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อยืนยันการวินิจฉัยแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ (Gibbon and Long, 1999) ซึ่งสิ่งที่ได้จากการวินิจฉัยด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง คือ ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า โดยความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าสัมพันธ์กับการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ซึ่ง Gibbon and Long (1999) และ Cardinal *et al.* (1996) ได้ใช้เกณฑ์คือ ถ้าความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่มากกว่า 4 มิลลิเมตร จะวินิจฉัยได้ว่าเป็นแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ นอกจากนี้ ในปี ค.ศ. 2004 Huang *et al.* รายงานว่าผู้ที่มีเท้าแบนจะมีความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามากกว่าผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติ และผู้ที่มีเท้าแบนมีอุบัติการณ์การเกิดโรคแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบมากกว่าผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติ ซึ่ง Kwong *et al.* (1988) พบว่าผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนจะมีการคว่ำของ

subtalar joint ในขณะที่เท้า (pronated foot) จะทำให้เกิดการบิดของโครงสร้างแผ่นพังผืดฝ่าเท้า และเกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า เมื่อเกิดการอักเสบและบิดของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าซ้ำๆ กัน จะทำให้กระบวนการซ่อมแซมปกติขาดหายไปจนทำให้เกิดการอักเสบเรื้อรัง

ในปัจจุบันคาดว่าแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายและแรงจากพื้นที่กระทำต่อเท้ามีผลต่อการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า โดยการศึกษาของ Erdemir *et al.* (2004) ที่ได้นำเท้าของผู้เสียชีวิต (cadaver model) มาทำการศึกษาการทำงานของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าขณะเดินพบว่า ในขณะที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase) แผ่นพังผืดฝ่าเท้าจะถูกดึงทำให้เกิดแรงดึงภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพิ่มสูงขึ้น โดยแรงดึงจะมีค่าสูงสุดในขณะที่ปลายเท้าสัมผัสพื้น (late stance) ซึ่งความดึงตัวในแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์กับแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวาย นอกจากนี้การหดสั้นของเอ็นร้อยหวายจะไปจำกัดการกระดกข้อเท้า (ankle dorsiflexion) ส่งผลให้เกิดการคว่ำเท้าเพื่อชดเชยการกระดกข้อเท้า ซึ่งการคว่ำเท้าจะไปทำให้แรงดึงภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพิ่มมากขึ้น (Riddle *et al.*, 2003) ในปี 2003 D'Ambrogi *et al.* ยังพบว่าผู้ป่วยเบาหวานมีความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพิ่มมากขึ้นซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับแรงจากพื้นในแนวตั้งที่กระทำกับหัวของกระดูกฝ่าเท้า (metatarsal head) จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า คือ แผ่นพังผืดฝ่าเท้าเกิดการบิดและหนาตัวขึ้น นอกจากนี้ Wearing *et al.* (2004) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ากับรูปร่างของอุ้งเท้าและแรงที่กระทำต่อเท้าในผู้ที่มีการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบและมีอาการปวดอุ้งเท้าร่วมด้วย กับผู้ที่ไม่มีอาการของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ที่มีการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าจะมีแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่หนากว่าผู้ที่แผ่นพังผืดฝ่าเท้าไม่อักเสบ ซึ่งความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าสัมพันธ์กับแรงที่กระทำต่อกึ่งกลางฝ่าเท้าและรูปร่างของอุ้งเท้า

ผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนมักจะเกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (Huang *et al.*, 2004) นอกจากนี้ Huang *et al.* (2004) ได้รายงานถึงความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าขึ้นอยู่กับลักษณะของอุ้งเท้า โดยผู้ที่มีเท้าแบนจะมีความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามากกว่าผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติ แต่งานวิจัยของ Huang *et al.* (2004) ได้ศึกษาในผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนที่มีอาการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าร่วมกับผู้ที่ไม่มีอาการอักเสบ ซึ่งอาจส่งผลให้พบว่ากลุ่มผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนมีความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามากกว่ากลุ่มที่มีอุ้งเท้าปกติ เนื่องจากการอักเสบส่งผลให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าหนาขึ้นกว่าปกติ ดังที่ Cardinal *et al.* (1996) และ Gibbon and Long (1999) ได้รายงานว่าการอักเสบทำให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าหนาขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความผิดปกติของอุ้งเท้าเป็นความผิดปกติในโครงสร้างของกระดูก ไม่น่าจะเป็นความผิดปกติที่มีอิทธิพลให้โครงสร้างของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเปลี่ยนไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาถึงความผิดปกติ

ของอุ้งเท้าที่มีต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า โดยตัดปัจจัยร่วมคือ การอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ออก โดยมีสมมติฐานคือ ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติไม่แตกต่างกับความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าแบน

นอกจากนี้ ในปัจจุบันยังไม่สามารถอธิบายถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบในกลุ่มคนเท้าแบนได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจเกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ซ้ำๆ กัน (recurrent minor trauma) หรือเกิดจากโครงสร้างของเท้าที่มีความผิดปกติ (pronation of foot) หรือเกิดจากปัจจัยทางชีวกลศาสตร์อื่นๆ เช่น แรงดึงจากเอ็นร้อยหวายและแรงกระทำจากพื้น เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาถึงปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการอักเสบและความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อหาความแตกต่างของความหนาของแผ่นฟังกัดฝ้าทำในทำปกติกับทำเบน
2. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบของแผ่นฟังกัดฝ้าทำที่ส่งผลต่อความหนาของแผ่นฟังกัดฝ้าทำ

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความหนาของแผ่นฟังกัดฝ้าทำในทำปกติไม่แตกต่างกับความหนาของแผ่นฟังกัดฝ้าทำในทำเบน
2. แรงกระทำจากพื้นและแรงดึงในเอ็นร้อยหวายของทำเบนข้างที่มีประวัติแผ่นฟังกัดฝ้าทำอักเสบ กับทำเบนข้างที่ไม่มีประวัติแผ่นฟังกัดฝ้าทำอักเสบ แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักวิ่งหญิงที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันในระดับเยาวชนหรือระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 15-22 ปี จำนวน 20 คน
2. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบความหนาของแผ่นฟังกัดฝ้าทำ และศึกษาถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการอักเสบของแผ่นฟังกัดฝ้าทำ
3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
 - 3.1 ตัวแปรอิสระ (independent variable) คือ ลักษณะของอุ้งเท้า
 - 3.2 ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ ความหนาของแผ่นฟังกัดฝ้าทำ แรงกระทำจากพื้นสูงสุด และทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลง

นิยามศัพท์

แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ (plantar fasciitis) หมายถึง สภาวะที่มีการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่อยู่บริเวณอุ้งเท้า โดยอาการสำคัญของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ คือ อาการปวด บวมและเดินลำบาก ซึ่งอาการปวดจะรุนแรงมากในตอนเช้าเมื่อรับน้ำหนักตัวครั้งแรกๆ เช่น ในก้าวแรกเมื่อลุกขึ้นจากการตื่นนอน หรือภายหลังการนั่งพักนานๆ และอาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้ขยับเท้าเดินสักครู่หนึ่ง (Aldridge, 2004) อาการปวดอาจเกิดขึ้นทั่วทั้งเท้ารวมทั้งนิ้วเท้าด้วย และมักมีอาการปวดที่ปุ่มกระดูกสันเท้าทางด้านใน (Lemont *et al.*, 2003) ซึ่งอาการปวดจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อถีบปลายเท้าลงหรือขณะยืนด้วยปลายเท้า (Young *et al.*, 2001)

เท้าแบน (flexible flatfoot) หมายถึง ลักษณะของเท้าชนิดหนึ่งที่ส่วนโค้งของอุ้งเท้าตามยาวทางด้านใน (medial longitudinal arch) ยุบตัวลงหรือหายไปอย่างสมบูรณ์ขณะยืนลงน้ำหนัก และจะเห็นส่วนโค้งของอุ้งเท้าขณะที่ไม่มีการลงน้ำหนักเท่านั้น (Lepow and Valenza, 1989) สามารถวินิจฉัยเท้าแบนได้โดยใช้การตรวจลักษณะของอุ้งเท้าแบบ Navicular height (NH) ซึ่งถ้าค่าของ Navicular height น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร จะวินิจฉัยว่าเป็นผู้ที่มีอุ้งเท้าแบน (Williams and McClay, 2000)

ทอร์ก (torque) หมายถึง แรงเชิงมุม ซึ่งเกิดจากกล้ามเนื้อออกแรงดึงกระดูกให้หมุนรอบข้อต่อ และสามารถคำนวณได้จากผลคูณของแรงดึงจากกล้ามเนื้อทั้งหมดกับระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรงของกล้ามเนื้อที่กระทำ (สิริพร, 2550) โดยงานวิจัยนี้วัดทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลง (peak torque of plantarflexion) ซึ่งทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายนี้จะบ่งบอกถึงปริมาณที่กล้ามเนื้อออกแรงดึงกระดูกสันเท้า (calcaneous) ให้กระดกขึ้นหรือหมุนรอบข้อเท้า (ankle joint)

แรงกระทำจากพื้น (ground reaction force) หมายถึง แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำกับเท้า ซึ่งสัมพันธ์กับความเร่งของจุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งและแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลัง

% Stance phase หมายถึง ร้อยละของช่วงเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น เวลาที่ใช้ทั้งหมด โดยเริ่มตั้งแต่ส้นเท้าเริ่มกระทบกับพื้นจนกระทั่งปลายเท้าลอยพ้นพื้น คิดเป็นเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นทั้งหมด เทียบเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

การตรวจเอกสาร

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

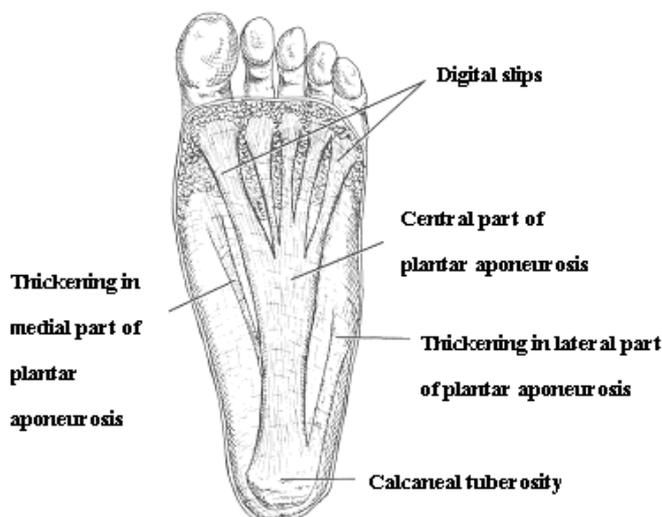
1. แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ (plantar fasciitis)
2. เท้าแบน (flexible flatfoot)
3. แรงกระทำจากพื้น (ground reaction force)
4. ทอร์กของเอ็นร้อยหวาย (Achilles tendon torque)
5. ไอโซไคเนติก (isokinetic)
6. การตรวจด้วยอัลตราซาวนด์หรือคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonography)
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ

กายวิภาคศาสตร์ของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (anatomy of the plantar fascia)

แผ่นพังผืดฝ่าเท้า (plantar fascia) เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (fibrous connective tissue) ที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนกลาง (central part) ส่วนทางด้านนอก (lateral part) และส่วนทางด้านใน (medial part) โดยส่วนกลางจะมีจุดเริ่มต้นจากขอบส่วนในทางด้านหลังของปุ่มกระดูกสันเท้า (posteromedial aspect of the calcaneal tuberosity) ทอดขึ้นไปด้านหน้ามีรูปร่างคล้ายพัดไปเกาะยังข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้ากับนิ้วเท้า (metatarsophalangeal joints) ซึ่งส่วนกลางจะเป็นส่วนที่แข็งแรงและหนาที่สุด นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่มีอาการของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบมากที่สุด (Schepisis *et al.*, 1991) ส่วนทางด้านนอกเกาะจากขอบนอกของปุ่มกระดูกสันเท้า (lateral process of the calcaneal tuberosity) คลุมกล้ามเนื้อ abductor digiti minimi และไปเกาะยังฐานของกระดูกฝ่าเท้าที่ห้า (base of

the fifth metatarsal) ส่วนทางด้านในซึ่งเป็นส่วนที่บางที่สุดจะคลุมกล้ามเนื้อ abductor hallucis และไปเกาะยังผิวทางด้านหน้าของกระดูกฝ่าเท้าที่ 1 (plantar surface of the first metatarsal) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงถึงส่วนประกอบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (the components of the plantar fascia) รวมทั้งจุดเกาะต้นและจุดเกาะปลายของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

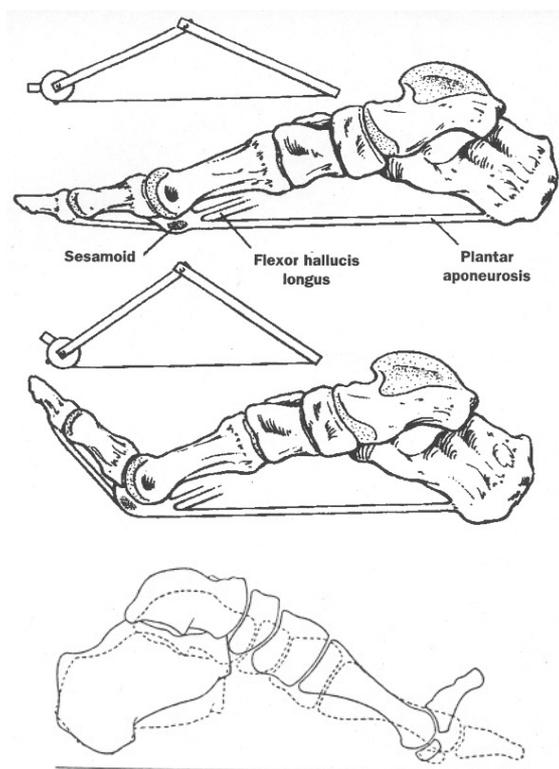
แผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์กับเอ็นร้อยหวาย เนื่องจากแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเอ็นร้อยหวายมีจุดเกาะที่บริเวณเดียวกัน กล่าวคือ แผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีจุดเกาะต้นบริเวณปุ่มกระดูกสันเท้า (calcaneal tuberosity) ซึ่งเป็นจุดเกาะปลายของเอ็นร้อยหวาย ดังนั้น เมื่อนิ้วหัวแม่เท้ากระดกขึ้น (dorsiflexion) แผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่อยู่บริเวณนิ้วเท้าจะตึง เกิด windlass mechanism (อธิบายไว้ในชีวกลศาสตร์ของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า) และถ้าเอ็นร้อยหวายมีแรงดึงให้สันเท้ากระดกขึ้นด้วย ก็จะส่งผลให้ความตึงตัวภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพิ่มมากขึ้น จนอาจเกิดการฉีกขาดของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าได้

ชีวกลศาสตร์ของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (biomechanics of the plantar fascia)

แผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีหน้าที่หลักคือ เสริมความมั่นคงและคงสภาพส่วนโค้งของอุ้งเท้าตามยาวทางด้านใน (medial longitudinal arches of the foot) และช่วยลดซับแรงขณะทำกิจกรรมที่มีการลงน้ำหนัก (Huang *et al.*, 2004) ซึ่งแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีความสามารถในการรับแรงที่มากระทำสูงสุดได้เฉลี่ย 1189 ± 224 นิวตัน (Kitaoka *et al.*, 1997) โดยบริเวณที่มีแรงมากระทำสูงสุดคือ บริเวณที่อยู่ใกล้กับ

กระดูกสันเท้า (calcaneus) ซึ่งเป็นจุดเกาะต้นของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้เกิดอาการเจ็บปวดเฉพาะที่ (localized pain) ของโรคแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ (Kitaoka *et al.*, 1997)

นอกจากนี้แผ่นพังผืดฝ่าเท้ายังมีบทบาทสำคัญในขณะเดิน Gefen (2003) กล่าวว่า แผ่นพังผืดฝ่าเท้าจะยืดยาวออกอย่างต่อเนื่องในช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (contact phase of gait) และจะยืดยาวออกอย่างรวดเร็วทั้งก่อนและหลังอย่างทันทีทันใดของช่วงที่เท้ารับน้ำหนักตัว (midstance) โดยจะยืดยาวออกได้สูงสุดถึง 9-12% ของความยาวเดิม ระหว่างช่วงที่เท้ารับน้ำหนักตัวกับช่วงผลักเท้า ซึ่งในช่วงดังกล่าวแผ่นพังผืดฝ่าเท้าจะทำหน้าที่คล้ายสปริง (spring) ที่ทำหน้าที่ในการช่วยอนุรักษ์พลังงาน นอกจากนี้แผ่นพังผืดฝ่าเท้ายังมีบทบาทสำคัญในกลไกการทำงานของเท้าปกติที่เรียกว่า windlass mechanism (ภาพที่ 2) กล่าวคือ ในขณะเดินและปลายเท้าออกแรงผลักพื้นนั้น นิ้วหัวแม่เท้าจะกระดกขึ้น (dorsiflexion) และดึงแผ่นพังผืดฝ่าเท้าด้วย ทำให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าตึงตัว เป็นผลให้ส่วนโค้งของอุ้งเท้าตามยาว (longitudinal arch) ยกตัวสูงขึ้นและเท้าก็จะสั้นลง



ภาพที่ 2 แสดงถึง windlass mechanism และผลของการกระดกนิ้วหัวแม่เท้าที่มีต่อความสูงของอุ้งเท้า

ในขณะที่เดินหรือวิ่ง จากช่วงที่เท้ารับน้ำหนักตัว (midstance) ถึงช่วงที่ปลายเท้าผลักพื้น (toe-off) นิ้วหัวแม่เท้าจะกระดกขึ้น (dorsiflexed passively) ทำให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่เกาะอยู่บริเวณหัวของกระดูกฝ่าเท้า (metatarsal head) ถูกยืดออก เกิดความตึงตัวภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ซึ่งเป็นสาเหตุให้หัวของกระดูกฝ่าเท้าตกลงกับพื้น แผ่นพังผืดฝ่าเท้าก็จะดึงปุ่มกระดูกสันเท้าทางด้านใน (medial tuberosity of calcaneus) ให้เกิดการหมุน (rotation) และบิดเข้าทางด้านใน (inversion) ส่งผลให้อุ้งเท้ายกตัวสูงขึ้น (Hicks, 1954) และในขณะเดียวกันก็มีการหดตัวของเอ็นร้อยหวายที่มีจุดเกาะปลายอยู่ที่กระดูกสันเท้า เกิดการดึงกระดูกทาลัส (talus) และกระดูกสันเท้า (calcaneus) ให้หมุนลงในระนาบด้านข้าง (sagittal plane) ทำให้ความสูงของอุ้งเท้าค่อยๆ ลดลง (Carlson *et al.*, 2000) เป็นผลให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าถูกยืดออกและมีความตึงตัวภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อมีการดึงของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าซ้ำๆ กันขณะเดินหรือวิ่งก็จะส่งผลให้เกิดการฉีกขาด (microtear) ของโครงสร้างพังผืดฝ่าเท้า เป็นผลให้เกิดแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ เมื่อการบาดเจ็บและฉีกขาดของพังผืดฝ่าเท้าซ้ำๆ กันจะทำให้กระบวนการซ่อมแซมปกติขาดหายไปจนทำให้เกิดการอักเสบเรื้อรัง (Kwong *et al.*, 1988)

ความหมายและสาเหตุของการเกิดแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ

แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ (plantar fasciitis) เป็นสภาวะที่มีการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่อยู่บริเวณอุ้งเท้า ซึ่งพบได้บ่อยในคนวัยกลางคนที่มียุ 40-60 ปีและนักวิ่งวัยหนุ่มสาว (Taunton *et al.*, 2002) โดยคาดว่าอาจเป็นผลมาจากการที่เชื่อมแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (fibrous aponeurosis) ได้รับแรงดึงที่มาก ส่งผลให้เกิดการฉีกขาดหรือเกิดการอักเสบของเอ็นที่เป็นจุดเกาะต้นของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (Riddle *et al.*, 2003) หรืออาจเป็นผลจากกระบวนการเสื่อมสภาพบริเวณส่วนตรงกลางของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (central part of plantar fascia) (Wearing *et al.*, 2004)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ (Puttaswamaiah *et al.*, 2007) ได้แก่

1. ความอ้วน พบว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบได้สูง เนื่องจากการที่มีน้ำหนักเกินหรืออ้วนจะส่งผลให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าถูกยืดออก เนื่องจากอุ้งเท้ายุบตัวลงเพราะต้องรองรับน้ำหนักตัวที่มากจนเกิดการฉีกขาดของเส้นใยภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (microtrauma) และมีการเสื่อมสภาพ (degeneration) ในเวลาต่อมา

2. ความผิดปกติทางชีวกลศาสตร์ของเท้า เช่น ความตึงตัวของเอ็นร้อยหวาย (tightness of the achilles tendon) และการจำกัดการกระดกปลายเท้าขึ้น (limitation of dorsiflexion) Riddle *et al.* (2003) พบว่า การที่เอ็นร้อยหวายหดสั้น (achilles contracture/shortening) จะไปจำกัดการกระดกของข้อเท้า (ankle dorsiflexion) ส่งผลให้เกิดการคว่ำของเท้า (pronation of foot) ซึ่งเป็นผลให้แรงดึงภายในแผ่นพังคืดฝ่าเท้าเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Kwong *et al.* (1988) ยังพบว่าการคว่ำของเท้าเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้มีการฉีกขาดของโครงสร้างพังคืดฝ่าเท้า เป็นผลให้เกิดแผ่นพังคืดฝ่าเท้าอักเสบ เมื่อเกิดการบาดเจ็บและฉีกขาดของพังคืดฝ่าเท้าซ้ำๆ กัน จะทำให้กระบวนการซ่อมแซมปกติขาดหายไปจนทำให้เกิดการอักเสบเรื้อรัง

3. กิจกรรมที่ทำให้เกิดแรงดึงแผ่นพังคืดฝ่าเท้าทางด้านในสูง กล่าวคือ แผ่นพังคืดฝ่าเท้าจะถูกทำลายเมื่อมีแรงมาดึงแผ่นพังคืดฝ่าเท้ามากๆ เป็นผลให้เกิดการบาดเจ็บของเส้นใยภายในแผ่นพังคืดฝ่าเท้า (microtrauma) หรือแรงที่มาดึงแผ่นพังคืดฝ่าเท้านั้นไม่มาก แต่มากระทำต่อแผ่นพังคืดฝ่าเท้าซ้ำๆ กัน ก็ทำให้แผ่นพังคืดฝ่าเท้าเสียหาย (fatigue failure) ได้ และเกิดการอักเสบของแผ่นพังคืดฝ่าเท้าในเวลาต่อมา นอกจากนี้ เมื่อมีแรงมากระทำต่อแผ่นพังคืดฝ่าเท้าอย่างต่อเนื่อง จะทำให้เกิด overload injury เกิดการอักเสบแบบเรื้อรัง (chronic inflammation) และเกิดการเสื่อมสภาพของคอลลาเจน (collagen) ร่วมกับกระบวนการซ่อมแซมที่ไม่เพียงพอ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายใน คือ แผ่นพังคืดฝ่าเท้าหนาตัวขึ้น เกิดการฉีกขาดและมีการบวมน้ำ

4. เท้าแบน (อุ้งเท้าต่ำ) หรือการเคลื่อนไหวของอุ้งเท้าที่ผิดปกติ มีอิทธิพลต่อความรุนแรงของอาการปวดอุ้งเท้า Scherer (1991) กล่าวว่าเท้าแบนเป็นสาเหตุให้มีการยืดยาวออกของเท้า เป็นผลให้แผ่นพังคืดฝ่าเท้าถูกยืดและทำให้มีแรงดึงภายในแผ่นพังคืดฝ่าเท้ามากยิ่งขึ้นอีกด้วย

อาการทางคลินิก

อาการสำคัญของแผ่นพังคืดฝ่าเท้าอักเสบ คือ อาการปวด บวมและเดินลำบาก ซึ่งอาการปวดจะรุนแรงมากในตอนเช้าเมื่อรับน้ำหนักตัวครั้งแรกๆ เช่น ในก้าวแรกเมื่อลุกขึ้นจากการตื่นนอน หรือภายหลังการนั่งพักนานๆ และอาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้ขยับเท้าเดินสักครู่หนึ่ง (Aldridge, 2004) อาการปวดอาจเกิดขึ้นทั่วทั้งเท้ารวมทั้งนิ้วเท้าด้วย และมักมีอาการปวดที่ปุ่มกระดูกสันเท้าทางด้านใน (Lemont *et al.*, 2003) ซึ่งอาการปวดจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อถีบปลายเท้าลงหรือขณะยืนด้วยปลายเท้า (Young *et al.*, 2001) นอกจากนี้ยังพบว่ามีจุดกดเจ็บบริเวณด้านในของแผ่นพังคืด

ฝ่าเท้า โดยบริเวณที่มีจุดกดเจ็บมากที่สุดคือ บริเวณที่อยู่เหนือต่อจุดเกาะต้นของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ซึ่งอยู่ห่างจากจุดเกาะต้น 1-2 เซนติเมตร (Alshami *et al.*, 2007)

การวินิจฉัย

แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบสามารถวินิจฉัยได้จากอาการปวดอุ้งเท้าร่วมกับการที่มีจุดกดเจ็บเฉพาะที่ นอกจากนี้ในทางคลินิก การวินิจฉัยแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบมีทั้งการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonography) และการตรวจด้วยเครื่องสร้างภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) ซึ่งสิ่งที่ได้จากการวินิจฉัยด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง คือ ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า โดยความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าสัมพันธ์กับการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า กล่าวคือ ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่มากกว่า 4 มิลลิเมตร สามารถวินิจฉัยได้ว่าเป็นแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ (Gibbon and Long, 1999) ส่วนการตรวจด้วยเครื่องสร้างภาพคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) แสดงให้เห็นถึงความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า การบวมของเยื่อหุ้มเอ็นกล้ามเนื้อ (peritendinous) และการฉีกขาดของแผ่นพังผืด (Huang *et al.*, 2004)

การรักษา

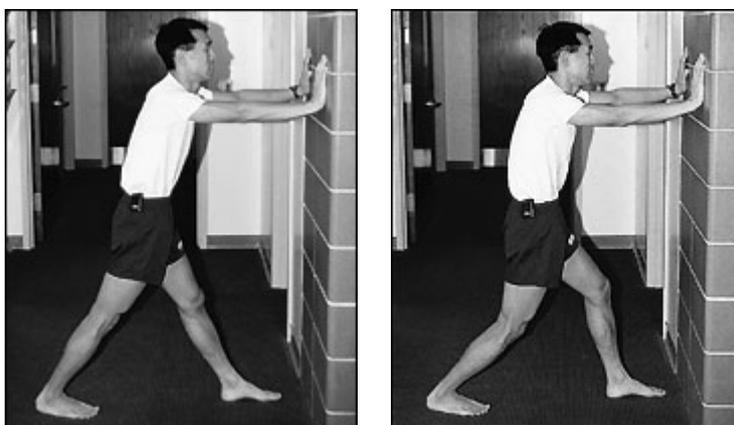
การรักษาแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ แบ่งออกเป็น 2 วิธีหลัก คือ

1. การรักษาแบบอนุรักษ์ (conservative treatment) แบ่งออกเป็น

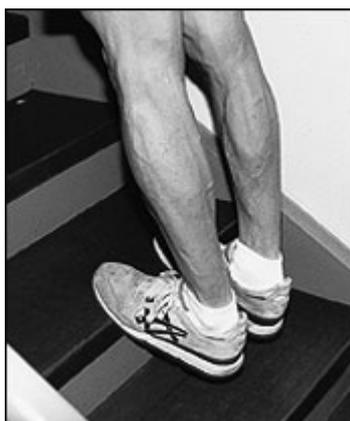
1.1 การพัก (rest) เป็นวิธีการรักษาแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบที่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ การพักจะช่วยหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อที่จะเกิดขึ้นภายหลัง ช่วยลดการอักเสบ และช่วยให้กระบวนการซ่อมแซมเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดย Wolgin *et al.* (1994) รายงานว่า ร้อยละ 25 ของผู้ป่วยที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ พบว่า การพักเป็นวิธีการรักษาแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบที่ดีที่สุด

1.2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่องมีบทบาทสำคัญในการรักษาแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบและช่วยลดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ คือ ช่วยลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อน่อง (tightness of the gastrocnemius complex) ซึ่งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่องจะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อน่อง โดย Wolgin *et al.* (1994) รายงานว่า ร้อยละ

83 ของผู้ป่วยที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ พบว่า โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นวิธีการรักษาที่ประสบความสำเร็จ และร้อยละ 29 ของผู้ป่วยที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ พบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นการรักษาที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อุปกรณ์เสริมช่วยพยุง (orthotics) การรักษาด้วยยาต่อต้านการอักเสบ (NSAIDs) การใช้ความเย็น (ice) การฉีดสเตียรอยด์ (steroid injection) การใช้ความร้อน (heat) การใส่อุปกรณ์เสริมส้นเท้า (heel cups) การใส่อุปกรณ์ดามเท้า (night splints) การพันผ้าเทป (plantar strapping) และการเปลี่ยนรองเท้า (shoe changes) ซึ่งทำทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ประกอบด้วยท่า wall stretches (ภาพที่ 3) และท่า stair stretches (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3 แสดงท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่องในท่า wall stretches



ภาพที่ 4 แสดงท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่องในท่า stair stretches

1.3 การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อภายในอุ้งเท้า มีบทบาทสำคัญในการช่วยลดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ คือ ความอ่อนแรงของกล้ามเนื้อภายในอุ้งเท้า

(weakness of the intrinsic foot muscles) โดยโปรแกรมการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ควร มุ่งเน้นไปที่กล้ามเนื้อภายในอุ้งเท้า (intrinsic foot muscles) เช่น การออกกำลังกายด้วยการใช้นิ้วเท้า หยิบเหรียญ เป็นต้น

1.4 การใส่อุปกรณ์ดามเท้า (night splints) (ภาพที่ 5) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีการออกแบบเพื่อ รักษาหรือจัดท่าทางของข้อเท้าให้อยู่ในท่าธรรมชาติ (neutral position) ตลอดทั้งคืน โดยปกติแล้ว ในขณะที่นอนหลับตอนกลางคืน ข้อเท้าจะอยู่ในท่าถีบปลายเท้าลง (plantarflexed position) ซึ่งเป็น ท่าทางที่ทำให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอยู่ในตำแหน่งที่หดสั้น (foreshortened position) แต่การใส่อุปกรณ์ ดามเท้าจะช่วยยืดกล้ามเนื้อน่องและแผ่นพังผืดฝ่าเท้าทางอ้อม ด้วยการจัดท่าทางของข้อเท้าให้อยู่ใน ท่ากระดูกข้อเท้าขึ้น (dorsiflexed position) ซึ่งจะช่วยลดความตึงตัวในแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเมื่อตื่นนอน ในตอนเช้า



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างการใส่อุปกรณ์ดามเท้า (night splints)

Powell *et al.* (1998) และ Mizel *et al.* (1996) ได้รายงานว่าการใส่อุปกรณ์ดามเท้า (night splints) ช่วยพัฒนาอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบให้ดีขึ้น และร้อยละ 80 ของผู้ป่วยที่มีอาการ แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบสวมอุปกรณ์ดามเท้าในขณะที่นอนหลับ แต่ข้อเสียของอุปกรณ์ดามเท้า คือ ทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบาย และรบกวนการนอน

1.5 อุปกรณ์พุงอุ้งเท้าและอุปกรณ์เสริมช่วยพุง (arch supports and orthotics) จะช่วย พุงส่วนโค้งของอุ้งเท้าทางด้านใน (medial longitudinal arches of the foot) และช่วยป้องกันการ คั่วของเท้า (pronation) ซึ่งจะช่วยลดการฉีกขาดของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า จากการศึกษาของ Lynch *et al.* (1998) พบว่า การพันผ้าเทปบริเวณอุ้งเท้า (arch taping) และการใส่อุปกรณ์เสริมช่วยพุง (orthotics)

เป็นวิธีการรักษาที่ดีกว่าการรักษาด้วยยาต่อต้านการอักเสบ (NSAIDs) การฉีด cortisone หรือการใช้ heel cups นอกจากนี้ การรักษาด้วยการพันผ้าเทปบริเวณอุ้งเท้าเป็นวิธีการรักษาที่มีราคาถูกลงกว่าการรักษาด้วยการใช้อุปกรณ์พยุงอุ้งเท้าชนิด over-the-counter arch support หรืออุปกรณ์เสริมช่วยพยุง (orthotics)

1.5.1 อุปกรณ์พยุงอุ้งเท้าชนิด over-the-counter arch support ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบในระยะเฉียบพลันและผู้ที่มียุงเท้าแบน โดยประสิทธิภาพของอุปกรณ์พยุงอุ้งเท้าชนิดนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ววัสดุที่เป็นส่วนประกอบภายในควรมีความนุ่มเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายเท้าในขณะที่เดิน

1.5.2 อุปกรณ์เสริมช่วยพยุงชนิดที่ตัดให้เหมาะสมกับผู้ป่วย (custom orthotics) เป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบเพื่อควบคุมปัจจัยเสี่ยงทางชีวกลศาสตร์ เช่น อุ้งเท้าแบน ส้นเท้าบิดออกในท่า valgus และความยาวของขาทั้งสองข้าง ไม่เท่ากัน สำหรับผู้ป่วยที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบควรเลือกอุปกรณ์เสริมช่วยพยุงที่มีคุณสมบัติคือ ค่อนข้างแข็ง (semi-rigid) โดย Kwong *et al.* (1988) กล่าวว่า การรักษาอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบด้วยการใช้อุปกรณ์เสริมช่วยพยุงให้ประสบความสำเร็จ ควรควบคุมการคว่ำของเท้าที่มากเกินไป (over pronation) และควบคุมการเคลื่อนไหวของหัวของกระดูกฝ่าเท้าที่หนึ่ง (the first of metatarsal head)

1.5.3 การใส่อุปกรณ์เสริมส้นเท้า (heel cups) ถูกนำมาใช้เพื่อลดการถูกระแทกของส้นเท้า และในทางทฤษฎีเชื่อว่า ช่วยลดความตึงตัวของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าโดยการใส่วัสดุที่ลดแรงกระแทก (cushion) ยกส้นเท้าให้สูงขึ้น โดยมากอุปกรณ์เสริมส้นเท้าถูกนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการเกี่ยวกับแผ่นไขมันบริเวณส้นเท้า (fat pad syndrome) และส้นเท้าฟกช้ำ (heel bruises) มากกว่าผู้ป่วยที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ

1.6 การใช้ยาต่อต้านการอักเสบ (anti-inflammatory agents) เพื่อรักษาอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบนั้น ได้แก่ ยาต่อต้านการอักเสบ (NSAIDs) และการฉีด cortisone นอกจากนี้ยังรวมถึงการใช้ความเย็นในการรักษา เช่น การนวดน้ำแข็ง (ice massage) การแช่น้ำแข็ง (ice bath) และการประคบด้วยน้ำแข็ง (ice pack) ซึ่งการใช้ความเย็นจะถูกนำมาใช้ในการรักษาอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบในระยะเฉียบพลัน โดยจะใช้หลังจากเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และหลังจากการทำงานในแต่ละวัน

การใช้ยาต่อต้านการอักเสบ (anti-inflammatory drugs) จะถูกนำมาใช้ในการรักษาอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบในระยะเรื้อรัง โดย Wolgin *et al.* (1994) รายงานว่า ร้อยละ 11 ของผู้ป่วยที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบตอบสนองต่อยา NSAIDs มากที่สุด และพบว่า NSAIDs ใช้ในการรักษาอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบได้ประสบความสำเร็จ ประมาณร้อยละ 79 ของผู้ป่วยที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ แต่ข้อเสียของการใช้ NSAIDs คือ การเสี่ยงต่อการมีเลือดออกในกระเพาะอาหารและลำไส้ (gastrointestinal bleeding) อาการปวดกระเพาะอาหาร (gastric pain) และไตถูกทำลาย (renal damage) (McCarthy, 1998)

2. การรักษาด้วยการผ่าตัด (surgery) เป็นการลดความตึงตัวของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า โดยการผ่าตัดแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (plantar fasciotomy) สามารถทำได้โดยการผ่าตัดเปิด (open) การส่องกล้อง (endoscopic) หรือการ radiofrequency lesioning techniques ซึ่งความสำเร็จในการผ่าตัดลดความตึงตัวของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าคิดเป็นร้อยละ 70-90 ของผู้ป่วยที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ (Daly *et al.*, 1992 และ Sollitto *et al.*, 1997)

เท้าแบน

เท้าแบน คือ ลักษณะของเท้าชนิดหนึ่งที่ส่วนโค้งของอุ้งเท้าตามยาวทางด้านใน (medial longitudinal arch) ยุบตัวลงหรือหายไป (Lepow and Valenza, 1989) และมีชื่อที่เป็นภาษาอังกฤษหลากหลาย อาทิ Pes Planus, Fallen Arches, Flat Feet, Pes Planovalgus, Pronation of Feet

Valmassy (1996) กล่าวถึงลักษณะพื้นฐานของเท้าแบนไว้ดังนี้

1. มีการหงายของกระดูกสันเท้ามากเกินไป (มากกว่า 2-3 องศา)
2. มีความยืดหยุ่นของเอ็นยึดกระดูกเพิ่มมากขึ้น
3. การกระจายน้ำหนักที่เท้าไม่สม่ำเสมอ
4. นิ้วหัวแม่เท้าบิดออกทางด้านนอก (hallux valgus), นิ้วหงิกงอ (contracted digits), การหนาของเยื่อประสาท (neuroma), กระดูกสันเท้างอก (heel spur syndrome)

การแบ่งประเภทของเท้าแบน

The American College of Foot and Ankle Surgeons (ACFAS) (2004) ได้แบ่งประเภทของเท้าแบนไว้ 2 ประเภท คือ

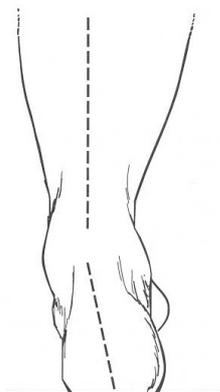
1. Rigid flat foot เป็นลักษณะของเท้าที่ส่วนโค้งของอุ้งเท้าตามยาวทางด้านใน (medial longitudinal arch) ยุบตัวลงหรือหายไปอย่างสมบูรณ์ทั้งขณะที่มีน้ำหนักและไม่มีน้ำหนักลงบนเท้า มักเกิดจากการที่มีการเชื่อมติดกันของกระดูกอ่อนและกระดูกข้อเท้าตั้งแต่ 2 ชิ้นหรือมากกว่านั้น ที่พบได้บ่อยได้แก่ การเชื่อมต่อกันของกระดูก calcaneus กับกระดูก navicular และกระดูก talus กับกระดูก calcaneus โดยในระยะแรก อาจเกิดจากการเชื่อมกันของกระดูกอ่อน ส่งผลให้เกิดการจำกัดการเคลื่อนไหว หรือเกิดเท้าแบนได้

2. Flexible flat foot เป็นลักษณะของเท้าที่ส่วนโค้งของอุ้งเท้าตามยาวทางด้านในยุบตัวลงหรือหายไปอย่างสมบูรณ์ขณะที่มีน้ำหนักลงบนเท้าเท่านั้น มีสาเหตุมาจากความผิดปกติทางรูปร่างของ sustentaculum tali เอ็นยึดกระดูกยึด และมีความผิดปกติของกล้ามเนื้อ ซึ่งการที่เอ็นยึดกระดูกยึด เป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนไหวมากเกินไปของข้อต่อ subtalar joint และ midtarsal joint ทำให้เกิดการคว่ำของเท้าที่ผิดปกติในขณะที่ฝ่าเท้าสัมผัสพื้น ดังนั้น เท้าส่วนหน้าจึงอยู่ในลักษณะกางออกและส้นเท้าบิดออกอยู่ในท่า valgus จึงเป็นสาเหตุให้เอ็นร้อยหวายหดรั้งได้

อาการและอาการแสดงของเท้าแบน

1. ไม่เห็นหรือไม่มีส่วนโค้งของเท้า (longitudinal arch) ขณะยืน
2. ส้นเท้าบิดหรือเอียงออกจากเส้นกึ่งกลางของร่างกาย (pronation) มากกว่าปกติ (ภาพที่ 6)

ในรายที่เป็นมากและนานจะพบว่า มีการเคลื่อนไหวหลุดของข้อต่อ subtalar joint และ midtarsal joint แนวแกนตามยาวของกระดูก talus ชี้อยู่ในแนวโค้งมากกว่าปกติ กระดูก navicular จะหนุนอยู่ทางด้านใน เอ็นยึดกระดูกทางด้านฝ่าเท้าจะยึดออก และกระดูกส้นเท้าจะบิดออก (calcaneal eversion)



ภาพที่ 6 แสดงถึงกระดูกสันเท้าบิดหรือเอียงออกจากเส้นกึ่งกลางของร่างกาย (pronation)

นอกจากนี้ ผู้ที่มีเท้าแบนอาจมีอาการแสดงดังนี้ เป็นตะคริวที่น่อง เกิดการล้าของอุ้งเท้า ปวดอุ้งเท้าหรือสันเท้า ถ้าไม่ได้รับการรักษาก็จะทำให้เป็นเท้าแบนเพิ่มมากขึ้น และถ้าเท้าผิดปกติมากๆ ก็จะมีผลให้เกิดการอักเสบหรือฉีกขาดของกล้ามเนื้อ และเอ็นยึดกระดูกของระยางค์ส่วนล่างได้

ผลของเท้าแบนที่มีต่อแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

จากการที่เท้าแบน คือ ลักษณะของเท้าที่ส่วนโค้งของอุ้งเท้าตามยาวทางด้านใน (medial longitudinal arch) ยุบตัวลงหรือหายไป (Lepow and Valenza, 1989) ซึ่งมีสาเหตุจากความผิดปกติทางรูปร่างของ sustentaculum tali โดยในขณะที่ยืน น้ำหนัก sustentaculum tali ไม่สามารถที่จะพยุงหัวของกระดูก talus ได้ ส่งผลให้กระดูก talus เคลื่อนไปทางด้านในและด้านล่างต่อกระดูก navicular ทำให้ spring ligament และเอ็นกล้ามเนื้อ tibialis posterior ถูกยึด เมื่อเอ็นยึดกระดูกถูกยึดเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เกิดการหลวมของเอ็นยึดกระดูก เป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนไหวมากเกินไปของข้อต่อ subtalar joint และ midtarsal joint ทำให้เกิดการคว่ำของเท้าที่ผิดปกติในขณะที่ฝ่าเท้าสัมผัสพื้น ซึ่งการคว่ำของเท้าเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้มีการฉีกขาดของโครงสร้างพังผืดฝ่าเท้า เป็นผลให้เกิดแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ เมื่อการบาดเจ็บและฉีกขาดของพังผืดฝ่าเท้าซ้ำๆ กัน จะทำให้กระบวนการซ่อมแซมปกติขาดหายไปจนทำให้เกิดการอักเสบเรื้อรัง (Kwong *et al.*, 1988) เช่นเดียวกับ Scherer (1991) ที่พบว่า การคว่ำของเท้าส่วนหลังส่งผลให้เท้าส่วนหน้าหงายอยู่ในลักษณะที่กางออก จึงทำให้เกิดความตึงตัวภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้า จากการที่อุ้งเท้ายุบตัวลงและแบนจึงเป็นสาเหตุให้มีการยึดยาวออกของเท้า ซึ่งไปดึงแผ่นพังผืดฝ่าเท้าให้ยืดออก นอกจากนี้ Munteanu and Bassed (2006) ยัง

พบว่า เท้าแบนเป็นลักษณะของเท้าที่มีการจำกัดการกระดกของข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้ากับนิ้วเท้าที่ 1 (first metatarsophalangeal joint) ขณะลงน้ำหนัก เป็นผลให้เกิดการบิดเจ็บของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

แรงกระทำจากพื้น

แรงกระทำจากพื้น (ground reaction force; GRF) หมายถึง แรงที่พื้นกระทำกับเท้า ซึ่งมีขนาดเท่ากันในทิศทางตรงกันข้ามกับแรงที่เท้ากระทำกับพื้น โดยแรงกระทำจากพื้นนั้นสามารถอธิบายแรงที่เกิดขึ้นขณะวิ่งได้ (Butler *et al.*, 2003) จากกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน (Newton's 3rd Law) ที่กล่าวว่าทุกแรงกิริยาจะมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงกันข้ามเสมอ ดังนั้น ทุกๆ แรงกดที่เท้ากระทำกับพื้นในขณะที่ยืน เดิน หรือวิ่ง จะมีแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่กระทำสู่เท้าในขนาดที่เท่ากันและทิศทางตรงกันข้ามกับทุกๆ แรงกดเสมอ นอกจากนี้ แรงกระทำจากพื้นยังขึ้นอยู่กับความเร่งของร่างกาย ดังสูตร

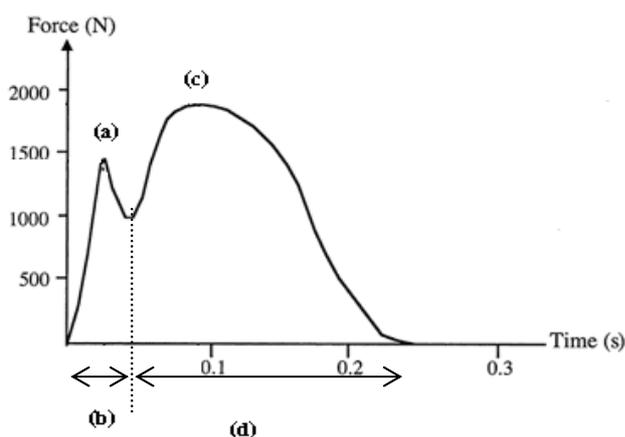
$$GRF = F_{wt} + ma_{com}$$

โดยที่ GRF	=	แรงกระทำจากพื้น
F_{wt}	=	แรงดึงดูดของโลกที่กระทำกับร่างกาย
m	=	มวลของร่างกาย
a_{com}	=	ความเร่งของจุดศูนย์กลางมวล

แรงกระทำจากพื้นแบ่งออกเป็น 3 แกน คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนตั้ง (vertical GRF), แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลัง (antero-posterior GRF) และแรงกระทำจากพื้นแกนซ้าย-ขวา (medio-lateral GRF) แรงกระทำจากพื้นสามารถถูกบันทึกได้โดยใช้แผ่นวัดแรง (force plate) ที่ถูกติดตั้งไว้ที่พื้น เมื่อมีแรงมากระทำต่อแผ่นวัดแรง เช่น แรงที่เกิดจากเท้ากระแทกลงบนแผ่นวัดแรง แผ่นวัดแรงก็จะบันทึกแรงปฏิกิริยาซึ่งเกิดจากพื้นกระทำกลับไปที่เท้า

แรงกระทำจากพื้นในแกนตั้ง

แรงกระทำจากพื้นที่พบในขณะวิ่งได้แสดงไว้ในภาพที่ 7 และสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ แรงกระทำจากพื้นที่เกิดขึ้นในขณะที่สัมผัสกระทบบพื้น (impact phase) และแรงกระทำจากพื้นที่เกิดขึ้นในช่วงปลายเท้าผลักพื้น (push off phase) ซึ่งแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งนี้แสดงให้เห็นว่าพื้นส่งแรงกระทำแก่ผู้เท้าและร่างกายมากน้อยเพียงใด โดยในแต่ละช่วงจะเกิดแรงกระทำจากพื้นสูงสุดของช่วงนั้นๆ ด้วย ซึ่งแรงกระทำสูงสุดจากพื้นในช่วงที่สัมผัสกระทบบพื้น เรียกว่า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดขณะสัมผัสกระทบบพื้น (impact peak) และแรงกระทำสูงสุดจากพื้นในช่วงของการผลักเท้าเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดขณะปลายเท้าผลักพื้น (active peak หรือ push – off peak) โดยแรงกระทำจากพื้นสูงสุดขณะปลายเท้าผลักพื้นจะมีค่ามากกว่าแรงกระทำจากพื้นสูงสุดขณะสัมผัสกระทบบพื้น



ภาพที่ 7 ตัวอย่างของกราฟระหว่างแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งกับเวลาที่บันทึกได้ในขณะวิ่งของผู้ที่วิ่งลงสั้นเท้า

หมายเหตุ แกนตั้ง คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนตั้ง มีค่าเป็นบวก แสดงให้เห็นว่าพื้นออกแรงขึ้นมากกระทำต่อเท้าหรือร่างกาย โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน

แกนนอน คือ เวลา มีหน่วยเป็นวินาที

a คือ Impact peak หมายถึง แรงกระทำจากพื้นสูงสุดขณะสัมผัสกระทบบพื้น

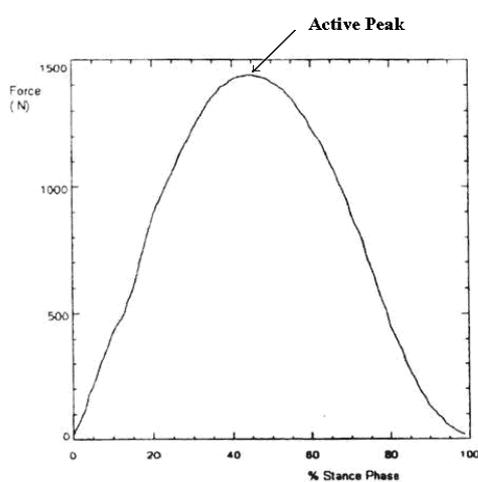
b คือ Impact phase หมายถึง ช่วงเวลาที่สัมผัสกระทบบพื้น

c คือ Active peak หมายถึง แรงกระทำจากพื้นสูงสุดขณะปลายเท้าผลักพื้น

d คือ Push off phase หมายถึง ช่วงเวลาที่ปลายเท้าผลักพื้น

ภาพที่ 7 เป็นกราฟของแรงกระทำจากพื้นที่บันทึกได้จากผู้ที่วิ่งลงส้นเท้า (heel striker) หรือใช้ส้นเท้ากระแทกลงสู่พื้น เนื่องจากกราฟแสดงให้เห็นช่วงส้นเท้ากระทบพื้น (impact phase)

สำหรับกราฟของแรงกระทำจากพื้นที่บันทึกจากผู้ที่วิ่งลงกลางเท้าหรือปลายเท้า (midfoot or forefoot strikers) จะไม่มีช่วงส้นเท้ากระทบพื้น (impact phase) จะมีเพียงช่วงที่ปลายเท้าผลักพื้น (push off phase) เท่านั้น โดยกราฟจะมีลักษณะเป็น Single peak (ภาพที่ 8) คือ Active peak หรือพบแรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่เกิดขึ้นในขณะปลายเท้าผลักพื้นเท่านั้น (Nilsson and Thorstensson, 1989)



ภาพที่ 8 ตัวอย่างของกราฟแรงกระทำจากพื้นในแกนดั่งที่บันทึกได้ในขณะวิ่งของผู้ที่วิ่งลงกลางเท้าหรือปลายเท้า

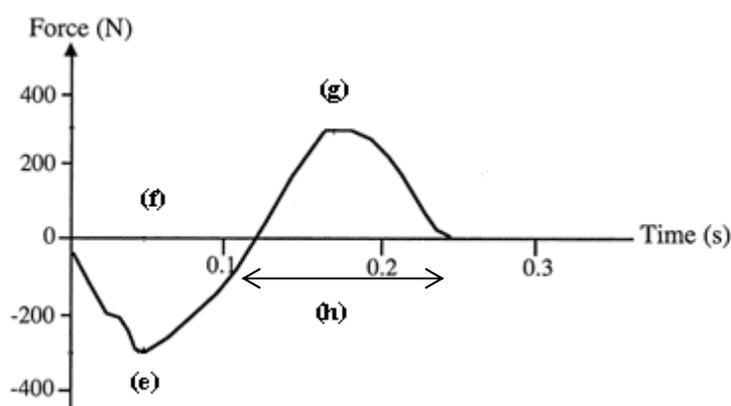
หมายเหตุ แกนดั่ง คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนดั่ง มีค่าเป็นบวก แสดงให้เห็นว่าพื้นออกแรงขึ้นมากกระทำต่อเท้าหรือร่างกาย โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน
แกนนอน คือ เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น

แรงกระทำจากพื้นสูงสุด (peak ground reaction force) ขึ้นอยู่กับมวลของร่างกายและความเร่งของจุดศูนย์กลางมวล ซึ่งแรงกระทำจากพื้นที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับความเร็วที่ใช้วิ่ง นอกจากนี้ Nilsson and Thortensson (1989) ได้รายงานไว้ว่า แรงในการผลักเท้าสูงสุดในแกนดั่ง (active peak) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วของการวิ่ง โดยแรงในการผลักเท้าสูงสุดในแกนดั่งจะเพิ่มขึ้นจาก 1.2 เท่าของน้ำหนักตัว เมื่อวิ่งที่ความเร็ว 1.5 เมตร/วินาที เป็น 2.6 เท่าของน้ำหนักตัว เมื่อเพิ่มความเร็วเป็น 6 เมตร/วินาที เช่นเดียวกับ Keller *et al.* (1996) ที่พบว่า แรงในการผลักเท้าสูงสุดในแกนดั่ง

(active peak) มีค่าประมาณ 1.15 เท่าของน้ำหนักตัว เมื่อวิ่งที่ความเร็ว 1.5 เมตร/วินาที และจะเพิ่มเป็น 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว เมื่อวิ่งที่ความเร็ว 5 เมตร/วินาที และแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปลี่ยนจากเดินเป็นวิ่ง นอกจากนี้ยังพบว่า แรงในการผลักเท้าสูงสุดในแกนตั้งจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงเมื่อเพิ่มความเร็วในการวิ่งจาก 3 เมตร/วินาที ไปจนถึง 6 เมตร/วินาที (Keller *et al.*, 1996; Munro *et al.*, 1987)

แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลัง

แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลัง คือ แรงที่พื้นผลักเท้าหรือร่างกายไปทางด้านหน้าหรือด้านหลัง แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังที่บันทึกได้จากผู้ที่วิ่งลงส้นเท้าจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะหยุด (breaking phase) ซึ่งก็คือช่วงที่แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังอยู่ในทิศทางลบ และระยะขับเคลื่อน (push-off phase) ที่แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังอยู่ในทิศทางบวก โดยในระยะหยุดเป็นช่วงที่พื้นผลักส้นเท้าไปทางด้านหลัง โดยสามารถบันทึกแรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่ผลักส้นเท้าไปทางด้านหลัง (peak posterior GRF) ได้ ในระยะนี้ร่างกายจะเสียความเร็วในขณะวิ่ง สำหรับระยะขับเคลื่อนเป็นช่วงที่พื้นผลักปลายเท้าไปทางด้านหน้า ซึ่งเป็นแรงส่งให้ร่างกายมีความเร็วพุ่งไปทางด้านหน้ามากยิ่งขึ้น โดยในระยะนี้สามารถบันทึกแรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่ผลักปลายเท้าไปทางด้านหน้า (peak anterior GRF) ได้ ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ตัวอย่างของกราฟระหว่างแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังกับเวลาที่บันทึกได้ในขณะวิ่งของผู้ที่วิ่งลงส้นเท้า

ภาพที่ 9 (ต่อ)

หมายเหตุ แกนตั้ง คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลัง มีค่าเป็นลบ หมายถึง พื้นผลักเท้าไปทางด้านหลัง มีค่าเป็นบวก หมายถึง พื้นผลักเท้าไปทางด้านหน้า โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน
 e คือ Peak posterior GRF หมายถึง แรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่ผลักส้นเท้าไปทางด้านหลัง
 g คือ Peak anterior GRF หมายถึง แรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่ผลักปลายเท้าไปทางด้านหน้า
 f คือ ช่วงที่พื้นผลักส้นเท้าไปทางด้านหลัง (breaking phase)
 h คือ ช่วงที่พื้นผลักปลายเท้าไปทางด้านหลัง (push-off phase)

แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วในการวิ่ง โดยแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง จาก 0.13 เท่าของน้ำหนักตัว ที่ความเร็ว 1.5 เมตร/วินาที เป็น 0.5 เท่าของน้ำหนักตัว เมื่อวิ่งด้วยความเร็ว 6 เมตร/วินาที (Nilsson and Thorstensson, 1989)

ทอรัคของเอ็นร้อยหวาย

Carlson *et al.* (2000) พบว่า แรงดึงในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าสัมพันธ์กับแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวาย และยังพบว่าแรงดึงในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเหยียดของนิ้วหัวแม่เท้า (extension of toe) เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายมีขนาดคงที่ก็ตาม นอกจากนี้ Erdemir *et al.* (2004) ได้นำเท้าของผู้เสียชีวิต (cadaver model) มาศึกษาถึงการทำงานของแผ่นพังศืดฝ่าเท้าในขณะที่เดินและพบว่า ในขณะที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase) แผ่นพังศืดฝ่าเท้าจะถูกดึงทำให้เกิดแรงดึงภายในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าเพิ่มสูงขึ้น โดยแรงดึงจะมีค่าสูงสุดในขณะที่ปลายเท้าผลักพื้น (late stance) นอกจากนี้ ยังพบว่า แรงดึงในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าสัมพันธ์กับแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวาย โดยในขณะที่ปลายเท้าผลักพื้น เอ็นร้อยหวายจะหดตัวดึงกระดูกส้นเท้าให้กระดกขึ้น ทำให้แผ่นพังศืดฝ่าเท้าถูกยืดออกและเกิดแรงดึงภายในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าเพิ่มสูงขึ้น และในขณะเดียวกันแผ่นพังศืดฝ่าเท้าก็จะทำหน้าที่ส่งถ่ายแรงจากบริเวณเท้าส่วนหลังไปยังเท้าส่วนหน้า เช่นเดียวกับ Cheung *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาผลของแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายที่มีต่อแรงดึงภายในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าในขณะที่พบว่า แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดแรงดึงภายในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ การที่เอ็นร้อยหวายทำงานเกินความสามารถจนเกิดการบาดเจ็บและมีการหดสั้นของเอ็นร้อยหวาย ก็เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า ซึ่งการหดสั้นของเอ็นร้อยหวายจะไปจำกัดการกระดกปลายเท้าขึ้น (ankle dorsiflexion) ส่งผลให้เกิดการคว่ำเท้าและทำให้แรงดึงของแผ่น

พังศึคฝ่าเท้าเพิ่มมากขึ้น (Riddle *et al.*, 2003) เราสามารถบันทึกแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายทางอ้อมได้จากการหาค่าทอร์กที่เกิดขึ้นขณะเท้าพลิกพื้นหรือกระดูกปลายเท้าลง (plantarflexion) เนื่องจากทอร์กของการกระดูกปลายเท้าลง (plantarflexion torque) เป็นผลคูณของแรงที่เอ็นร้อยหวายดึงให้กระดูกสันเท้า (calcaneous) กระดกขึ้นกับระยะทางตั้งฉากจากข้อเท้าถึงเอ็นร้อยหวาย (สิริพร, 2550) ซึ่งสมการในคำนวณสามารถเขียนได้ดังนี้

$$T_{\text{เอ็นร้อยหวาย}} = F_{\text{เอ็นร้อยหวาย}} \times D$$

โดยที่ $T_{\text{เอ็นร้อยหวาย}}$	=	ทอร์กของเอ็นร้อยหวาย
$F_{\text{เอ็นร้อยหวาย}}$	=	แรงดึงจากเอ็นร้อยหวาย
D	=	ระยะทางตั้งฉากจากจุดกึ่งกลางข้อเท้าจนถึงจุดกึ่งกลางของเอ็นร้อยหวาย (moment arm)

เครื่องไอโซไคนติกเป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกทอร์กในส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของแรงพยายามของกล้ามเนื้อที่กระทำผ่านเอ็นกล้ามเนื้อ โดยจะออกแรงต้านกับไดนาโมมิเตอร์ (dynamometer) ของเครื่องมือตลอดการเคลื่อนที่ (range of motion)

ปัจจัยที่มีผลต่อทอร์กของเอ็นร้อยหวาย

การที่กล้ามเนื้ออ่อนมีจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อมาก จะทำให้มีการจับกันของ actin กับ myosin มาก เกิดแรงในการหดตัวมาก ร่วมกับปริมาณพื้นที่หน้าตัดของมัดกล้ามเนื้ออ่อน ซึ่งจะมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นตรงกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กล่าวคือ ถ้ากล้ามเนื้อมีพื้นที่หน้าตัดมาก กล้ามเนื้อก็จะมีแข็งแรงมาก ทำให้เกิดทอร์กในการถีบปลายเท้าลงมาก

ไอโซไคนติก

ความหมายของไอโซไคนติก

Bompa and Cornacchia (1998) กล่าวว่า ไอโซไคนติกมาจากภาษากรีก คือ “isos” ซึ่งมีความหมายว่า เท่ากัน (equal) และ “Kinetics” ซึ่งมีความหมายว่า เคลื่อนไหว (motion) ซึ่ง Foss and

Keteyian (1998) ให้นิยามการหัดตัวแบบไอโซไคเนติกว่าเป็นการหัดตัวของกล้ามเนื้อด้วยความเร็วคงที่ของทุกมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ดังนั้นการทดสอบสมรรถภาพความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อ โดยใช้ไดนาโมมิเตอร์ควบคุมความเร็วเชิงมุมให้คงที่ เรียกว่า ไอโซไคเนติก (Maud and Foster, 1995)

ความหมายของค่าต่างๆ ที่แสดงออกมาจากเครื่องไอโซไคเนติก (isokinetic machine)

เครื่องไอโซไคเนติกเป็นเครื่องมือวัดแรงพยายามของกล้ามเนื้อที่ออกแรงกระทำด้านกับแรงที่ส่งออกมาจากเครื่องไดนาโมมิเตอร์ (dynamometer) ตลอดมุมการเคลื่อนที่ของข้อต่อ (range of motion) เมื่อกล้ามเนื้อออกแรงกระทำจะทำให้แกนของเครื่องไอโซไคเนติกหมุน ในขณะที่เครื่องไอโซไคเนติกจะทำการบันทึกค่าออกมาเป็นทอร์ก (torque) ซึ่งเป็นผลมาจากผลคูณของแรงกระทำจากกล้ามเนื้อกับความยาวของแกนหมุน (Perrin, 1993) ซึ่งวัดจากจุดหมุนของข้อต่อจนกระทั่งถึงแกนของเครื่องมือ

ค่าทอร์กจะถูกบันทึกได้ 2 ค่าคือ ค่าสูงสุด (peak torque) และค่าเฉลี่ย (average torque) โดยค่าสูงสุด จะแสดงที่จุด ณ กล้ามเนื้อออกแรงสูงสุด หรือทอร์กสูงสุด ซึ่งมักจะปรากฏออกมาขณะที่อยู่ในช่วงกลางของการเคลื่อนที่ในรอบข้อต่อนั้นๆ (mid range of motion) ส่วนค่าเฉลี่ย จะคำนวณจากความดึงตัวเฉลี่ยของกล้ามเนื้อตลอดช่วงการเคลื่อนที่

Perrin (1993) รายงานว่าค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของทอร์กมีความสัมพันธ์กับแรงที่กระทำให้เกิดการหัดตัวของกล้ามเนื้อที่มีมาตรฐานและเชื่อถือได้ ดังนั้นการทดสอบความแข็งแรงโดยใช้เครื่องไอโซไคเนติกจึงเป็นที่ยอมรับและมีค่าความเชื่อมั่นสูง ซึ่ง Maud and Foster (1995) รายงานว่าเครื่องไอโซไคเนติกไดนาโมมิเตอร์บางเครื่องมีค่าความเชื่อมั่นสูงถึง .99 เมื่อวัดวันต่อวัน

หลักการทดสอบแบบไอโซไคเนติก

เนื่องมาจากรูปแบบการทำงานแบบไอโซไคเนติก เป็นรูปแบบที่แปลกใหม่ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้ผู้เข้ารับการทดสอบได้เข้าใจถึงวิธีการและสร้างความคุ้นเคยกับเครื่องมือเพื่อให้ได้ค่าที่มีความแม่นยำและความเที่ยงตรงสูง ดังนั้นจึงควรอธิบายให้ผู้เข้ารับการทดสอบได้ทราบถึงการกำหนดความเร็วของเครื่องมือ และความต้านทานที่เครื่องมือกำหนดออกมาจะสัมพันธ์กับปริมาณที่กล้ามเนื้อของผู้ทดสอบออกแรงกระทำ โดยเครื่องไอโซไคเนติกสามารถทำการทดสอบได้ทั้งกับ

การทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นและแบบเหยียดออก ซึ่งในการทดสอบทั้ง 2 แบบ ผู้ถูกทดสอบจะต้องออกแรงต้านกับแรงที่ส่งออกมาจากแกนของเครื่องมือ

ก่อนที่จะทำการทดสอบควรให้ผู้เข้ารับการทดสอบได้มีการอบอุ่นร่างกาย และทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือ โดยทั่วไปควรให้ผู้เข้ารับการทดสอบได้ทำการทดสอบ 6 ครั้ง โดยออกแรงต่ำกว่าระดับสูงสุดใน 3 ครั้งแรก และออกแรงสูงสุดใน 3 ครั้งหลัง ทั้งนี้เพื่อให้ค่าทอร์ค ค่าของงาน และค่ากำลังของกล้ามเนื้อที่บันทึกได้มีความเที่ยงตรง (Perrin, 1993)

ในขณะที่ทำการทดสอบควรจัดตำแหน่งของร่างกายและการยึดตรึงร่างกายของผู้เข้ารับการทดสอบ เพื่อแยกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้องการโดยตรง แยกออกจากกล้ามเนื้อที่มีส่วนช่วยในการทำงานให้มากที่สุด เช่น การรัดเข็มขัดที่หน้าอกและเอวเมื่อทดสอบกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายและต้องให้ผู้เข้ารับการทดสอบใช้แขนทั้งสองข้างกอดอก เป็นต้น

การตรวจด้วยอัลตราซาวนด์หรือคลื่นเสียงความถี่สูง

บทบาทของอัลตราซาวนด์ในการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์

อัลตราซาวนด์ หรือคลื่นเสียงความถี่สูง เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์อย่างหนึ่ง สามารถตรวจดูขนาด ขอบเขต และรูปร่างของอวัยวะ ตลอดจนการเคลื่อนไหวของอวัยวะและหลอดเลือด โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายทางรังสีต่อผู้ป่วยและให้ประโยชน์ในด้านการวินิจฉัยอย่างมาก โดยในปัจจุบันได้มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีของเครื่องมือเพิ่มมากขึ้น ทำให้ภาพที่บันทึกได้มีความละเอียดชัดเจน สามารถเพิ่มความแม่นยำในการตรวจวินิจฉัยโรคได้มากขึ้น รวมทั้งยังได้นำมาช่วยในด้านการรักษาด้วย เช่น ใช้นำทางในการเจาะเอาหนองออก หรือเจาะไตเพื่อทึบหรือระเบิดเอานิวออก เป็นต้น

การเกิดของอัลตราซาวนด์

อัลตราซาวนด์ เกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าสลับที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้าสูงๆ ระหว่าง 300-700 โวลต์ ผ่านเข้าไปในผลึกที่ให้คุณสมบัติที่เรียก piezoelectric effect อันหมายถึง สสารนั้นให้

เสียงความถี่สูงขึ้นเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงๆ โดยทำให้สสารมีการหดและยืดตัวสลับกันไปอย่างรวดเร็วเกิดกระแสคลื่นเสียงขึ้น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (จิตเจริญและ จิราภรณ์, 2541)

1. หัวตรวจ (transducer) หมายถึง หัวหรือส่วนที่ผลิตเสียงความถี่สูง โดยหัวตรวจจะรับกระแสไฟฟ้าชนิด intermittent pulse มาจาก generator ซึ่งในตัวหัวตรวจจะมี piezoelectric material เมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าก็จะเกิดการหดและขยาย ทำให้เกิดคลื่นเสียงความถี่สูงที่ผิวของหัวตรวจ เมื่อคลื่นเสียงสะท้อนกลับจากวัตถุก็จะถูกเปลี่ยนเป็นคลื่นไฟฟ้าใหม่

หัวตรวจจะมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันมากมาย ซึ่งจะใช้เพื่อการตรวจและวินิจฉัยโรค โดยในงานวิจัยนี้ใช้หัวตรวจชนิด linear array (ภาพที่ 10) ที่ภายในประกอบด้วย piezoelectronic element เรียงขนานกัน ทำหน้าที่ส่งคลื่นเสียงไปยังผู้ป่วยและรับคลื่นสะท้อนกลับ



ภาพที่ 10 แสดงภาพหัวตรวจ (transducer) ชนิด linear array

2. ลำเสียง (sound beams) หมายถึง เสียงที่ออกจากหัวตรวจ โดยจะออกมาเป็นลำ ลักษณะของลำเสียงมี 3 แบบ คือ

2.1 Collimated หมายถึง ลำเสียงที่มีขนาดเท่ากันตลอด โดยพุ่งเป็นลำตรงไปข้างหน้า

2.2 Divergent หมายถึง ลำเสียงที่เมื่อพุ่งออกไป จะมีขนาดใหญ่มากขึ้นตามลำดับ

2.3 Focused หมายถึง ลำเสียงที่เมื่อพุ่งออกไปแล้ว มีลำเล็กลงสุดที่จุดหนึ่งต่อไปลำเสียงก็เริ่มใหญ่ขึ้นเรื่อย

ลักษณะลำเสียงขึ้นกับความถี่เสียง เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวตรวจและขึ้นกับว่ามีเลนส์อยู่ร่วมหรือไม่ ลำเสียงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรคได้จะต้องเกิดจากเสียงที่มีความถี่สูง 1 เมกกะเฮิรตซ์ (MHz)

3. Time gain compensation เสียงที่เดินทางมาจากส่วนที่ลึกย่อมลดความเข้มลง ดังนั้นเครื่องอัลตราซาวนด์ทุกเครื่องจึงต้องมีส่วนที่ขยายสัญญาณ เพื่อชดเชยความเข้มของเสียงส่วนที่หายไปเนื่องจากระยะทาง

4. Display เครื่องอัลตราซาวนด์สามารถแสดงสัญญาณที่สะท้อนกลับจากผู้ป่วยได้หลายแบบ

หลักการของอัลตราซาวนด์

ภาพอัลตราซาวนด์ที่เห็นหรือบันทึกไว้ในฟิล์มนั้น เกิดจากการส่งคลื่นเสียงความถี่สูงในช่วงความถี่ 3-15 MHz (3-15 ล้านรอบต่อวินาที) ซึ่งสูงกว่าความถี่ที่หูคนเราได้ยิน (20-20,000 Hz) คลื่นเสียงจะถูกส่งออกจากหัวตรวจผ่านลงไปในตัวผู้ป่วย ผ่านอวัยวะต่างๆ หรือบริเวณที่ต้องการตรวจ เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลาง 2 ชนิด (interface) ที่มีคุณสมบัติต่างกัน ทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่เบี่ยงเบน เนื่องมาจากอัตราเร็วของคลื่นเปลี่ยนไป โดยคลื่นจะเกิดการสะท้อนกลับ (reflection) การหักเห (refraction) รวมทั้งการทะลุผ่าน (transmit) ของเสียงกลับออกมาในระดับต่างๆ กัน หัวตรวจจะรับเสียงที่สะท้อนกลับมา แล้วเปลี่ยนเป็นจุดขาวหรือดำบนจอภาพ ถ้าเสียงกระทบรอยต่อระหว่างตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกันมากจะสะท้อนกลับมาก (hyperecho) ภาพที่ได้จะมีสีขาว ถ้าเสียงสะท้อนกลับปานกลาง ภาพที่บันทึกได้จะเป็นเทาจาง (เกือบขาว) จนถึงเทาเข้ม (เกือบดำ) ถ้าไม่มีเสียงสะท้อนกลับเลย (anecho) ภาพที่ได้จะมีสีดำ ส่วนเสียงที่ทะลุผ่านลงไปก็จะกระทบกับ interface อื่นอีก ทำให้เกิดเสียงสะท้อน (echo) และภาพของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย

การตรวจอัลตราซาวด์ของระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้าง (musculoskeletal system)

ปัจจุบันการตรวจอัลตราซาวด์เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่มีส่วนช่วยในการวินิจฉัยกล้ามเนื้อ ข้อต่อ และภาวะอื่นทางออร์โธปิดิกส์มากขึ้น เนื่องจากมีความสะดวก รวดเร็ว ไม่ต้องเตรียมตัวก่อนตรวจ มีความปลอดภัยในขณะตรวจเนื่องจากไม่มีผลกระทบจากรังสี และที่สำคัญคือเครื่องมือมีการพัฒนาขึ้นมาก ทำให้เห็นภาพคลื่นเสียงที่สัมพันธ์กับกายวิภาคของเนื้อเยื่อ สามารถแยกแยะชั้นกล้ามเนื้อ ฟังซิด (fascia) เอ็น (ligament) และเอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) ได้ชัดเจน อีกทั้งยังสามารถตรวจการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อได้ด้วย เช่น การตรวจข้อไหล่ กรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการฉีกขาดของเอ็นกล้ามเนื้อรอบๆ ข้อไหล่ (rotator cuff tear), การตรวจข้อเท้า (ankle joint) กรณีที่สงสัยว่ามีการบาดเจ็บที่เอ็นร้อยหวาย (achilles tendon injury) เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

ความหนาหรือการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์กับแรงที่กระทำต่อฝ่าเท้า โดยในปี 2003 D'Ambrogi *et al.* ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า การเคลื่อนไหวของข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้ากับนิ้วเท้า (metatarsophalangeal joints) และแรงที่กระทำต่อหัวของกระดูกฝ่าเท้า (metatarsal head) ในผู้ป่วยเบาหวาน 61 คน โดยใช้เครื่องตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงประเมินความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า และใช้แผ่นวัดแรงประเมินปริมาณของแรงจากพื้นที่มากระทำต่อเท้า สำหรับการเคลื่อนไหวของข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้ากับนิ้วเท้าที่หนึ่ง (first metatarsophalangeal joint) ถูกประเมินด้วยเครื่องวัดมุมการเคลื่อนไหว (goniometer) จากการศึกษาของ D'Ambrogi *et al.* (2003) พบว่า ผู้ป่วยเบาหวานมีความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพิ่มมากขึ้นซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับแรงจากพื้นในแกนตั้งที่มากระทำต่อหัวของกระดูกฝ่าเท้า (metatarsal head) จนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า คือ แผ่นพังผืดฝ่าเท้าหนาตัวขึ้น และส่งผลให้การเคลื่อนไหวของข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้ากับนิ้วเท้าที่หนึ่ง (first metatarsophalangeal joint) ลดลง นอกจากนี้ในปี 2004 Huang *et al.* ได้ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงตรวจความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าแล้วพบว่า ผู้ที่มีเท้าแบนมีความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามากกว่าผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติ และผู้ที่มีเท้าแบนมีอุบัติการณ์การเกิดโรคแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบมากกว่าผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติ ในปี 2004 Wearing *et al.* ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ากับรูปร่างของอุ้งเท้าและแรงจากพื้นที่มากระทำต่อเท้าในผู้ที่มีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบข้างเดียวและมีอาการปวดอุ้งเท้าเป็นระยะเวลาเฉลี่ย 9 ± 6 เดือน จำนวน 10 คน กับผู้ที่ไม่มีอาการ

แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอีกเสบ 10 คน ผลการศึกษาพบว่า ในขณะที่เดินผู้ที่มีการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า มีมุมของข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้ากับนิ้วเท้า (metatarsophalangeal joints) มากกว่าผู้ที่แผ่นพังผืดฝ่าเท้าไม่อักเสบ รวมทั้งยังตรวจพบแผ่นพังผืดฝ่าเท้าหนากว่าปกติในผู้ที่มีการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่แผ่นพังผืดฝ่าเท้าไม่อักเสบ ซึ่งความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้านี้ สัมพันธ์กับแรงที่มากกระทำต่อกึ่งกลางฝ่าเท้าและรูปร่างของอุ้งเท้า

แรงดึงของเอ็นร้อยหวายอาจจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าได้ Erdemir *et al.* (2004) ได้นำเท้าของผู้เสียชีวิต (cadaver model) มาทำการศึกษาค้นคว้าการทำงานของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าขณะเดินพบว่า ในขณะที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase) แผ่นพังผืดฝ่าเท้าจะถูกดึงทำให้เกิดแรงดึงภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (plantar aponeurosis force) เพิ่มขึ้น โดยแรงดึงจะมีค่าสูงสุดในขณะที่ปลายเท้าสัมผัสพื้น (late stance) นอกจากนี้ยังพบว่า ความตึงตัวในแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (plantar aponeurosis tension) สัมพันธ์กับแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวาย (achilles tendon force) โดยแผ่นพังผืดฝ่าเท้าจะทำหน้าที่ส่งถ่ายแรงดึงจากเอ็นร้อยหวาย (achilles tendon force) ไปยังบริเวณเท้าส่วนหน้าในขณะที่ปลายเท้าออกแรงสัมผัสพื้น เช่นเดียวกับที่ Cheung *et al.* (2006) ได้รายงานว่า ในขณะยืนจะทำให้เกิดแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดแรงดึงภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในปี 2000 Carlson *et al.* ได้นำเท้าของผู้เสียชีวิต (cadaver model) ที่มีอายุเฉลี่ย 60-76 ปี มาทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นร้อยหวาย แผ่นพังผืดฝ่าเท้าและมุมในการกระดกนิ้วเท้าขึ้น (dorsiflexion angle of metatarsophalangeal joints) พบว่า เมื่อแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวาย (achilles tendon force) เพิ่มขึ้น 500 นิวตัน จะทำให้แรงดึงในแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (plantar aponeurosis tension) เพิ่มขึ้นถึง 2.25% นอกจากนี้ยังพบว่า แรงเครียดและแรงดึงในแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (strain and tension of plantar aponeurosis) เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเหยียดของนิ้วหัวแม่เท้า (extension of toe) มากขึ้น ถึงแม้ว่าปริมาณของแรงกระทำจากเอ็นร้อยหวาย (achilles loading magnitude) จะมีขนาดคงที่ก็ตาม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonography) ยี่ห้อ Philips รุ่น iU22 intelligent ultrasound system ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา
2. เครื่องวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้น เครื่องหมายการค้า Kistler ผลิตจากประเทศสวิตเซอร์แลนด์
3. เครื่องไอโซไคเนติก (isokinetic machine) ยี่ห้อ BIODIX
4. ชุดจับเวลา (timer)

วิธีการ

กลุ่มประชากร

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักวิ่งหญิงที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันในระดับเยาวชนหรือระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 15-22 ปี ที่มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ (BMI normal = 18.5-24.9) จำนวน 54 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักวิ่งหญิงที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันในระดับเยาวชนหรือระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 15-22 ปี จำนวน 20 คน ที่มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ (BMI normal = 18.5-24.9) กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบจำเพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างผ่านการคัดเลือกภายใต้เงื่อนไข ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะอุ้งเท้าปกติ จำนวน 10 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ถูกวินิจฉัยว่าอุ้งเท้าแบนทั้ง 2 ข้างจากการตรวจอุ้งเท้าแบบ Navicular height (NH) จำนวน 10 คน และเคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพียงข้างเดียว แต่ไม่มีอาการปวดบริเวณฝ่าเท้าในระยะเวลาน้อยกว่า 6 เดือนก่อนการทดลอง

ก่อนเริ่มการทดลอง กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับทราบถึงกระบวนการวิจัย พร้อมทั้งเซ็นต์ใบยินยอมเข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ ทั้งนี้ งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

เกณฑ์การคัดออก

ผู้ที่มีโครงสร้างของกระดูก ขัดต่อบริเวณอื่นที่ผิดปกติ เช่น ผู้ที่มีความยาวของขา 2 ข้างไม่เท่ากัน เป็นต้น

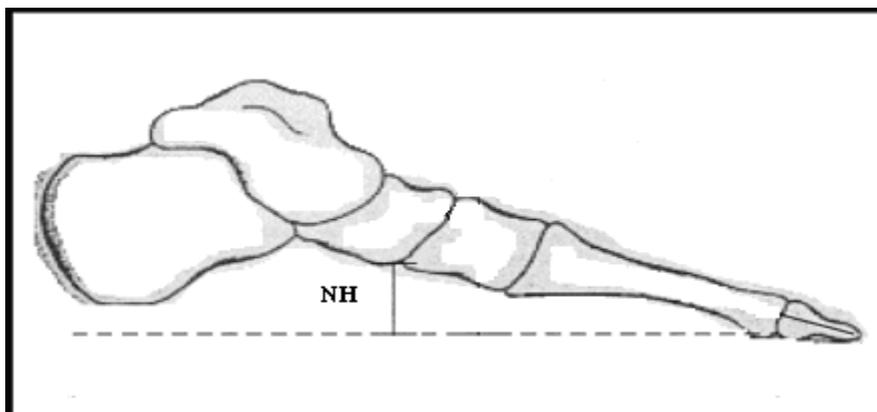
วิธีการทดลอง

ในการทดลองผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้

1. การตรวจลักษณะของอุ้งเท้า

กลุ่มตัวอย่างจะผ่านการตรวจลักษณะของอุ้งเท้าจากนักกายภาพบำบัด โดยใช้การทดสอบอุ้งเท้าแบบ Navicular height (NH) ซึ่งค่า Navicular height ได้จากค่าความสูงของกระดูก navicular ในขณะยืน (ภาพที่ 11) โดยจะทำการวัดกับเท้าทั้งสองข้างและมีวิธีดำเนินการดังนี้ คือ ให้กลุ่มตัวอย่างยืนตรง หลังตรง และให้เท้าทั้งสองข้างวางห่างกันเมื่อวัดจากขอบด้านในของกระดูกสันเท้า (calcaneus) เท่ากับ 20 เซนติเมตร ผู้วิจัยคลำหาปุ่มกระดูก navicular (most anterior-inferior portion of the navicular) แล้วทำเครื่องหมายบนปุ่มกระดูกด้วยปากกาเมจิก วัดความสูงของกระดูก navicular ด้วยแผ่นกระดาษที่เตรียมไว้แล้ว วัด โดยจัดแผ่นกระดาษให้ชิดกับบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้และให้แผ่นกระดาษตั้งฉากกับพื้น จากนั้นทำเครื่องหมายลงบนแผ่นกระดาษให้ตรงกับระดับที่ทำเครื่องหมายไว้ที่ปุ่มกระดูก navicular (Rossi, 2005) ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง แล้วใช้ค่าเฉลี่ยของการวัดซ้ำ

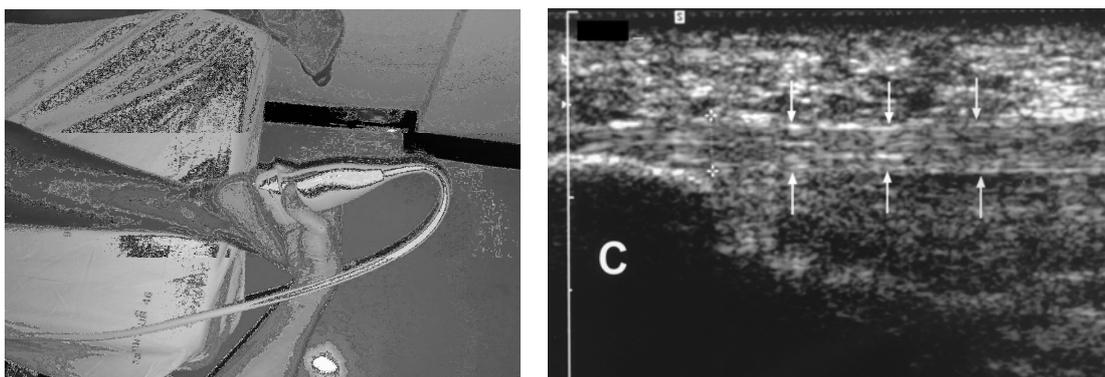
เป็นค่าความสูงของกระดูก navicular (navicular height) ซึ่งผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติ จะมีค่าของ navicular height ในช่วง 15-40 มิลลิเมตร และผู้ที่มีอุ้งเท้าแบน จะมีค่าของ navicular height น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (Williams and McClay, 2000)



ภาพที่ 11 แสดงความสูงของกระดูก navicular (navicular height)

2. ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

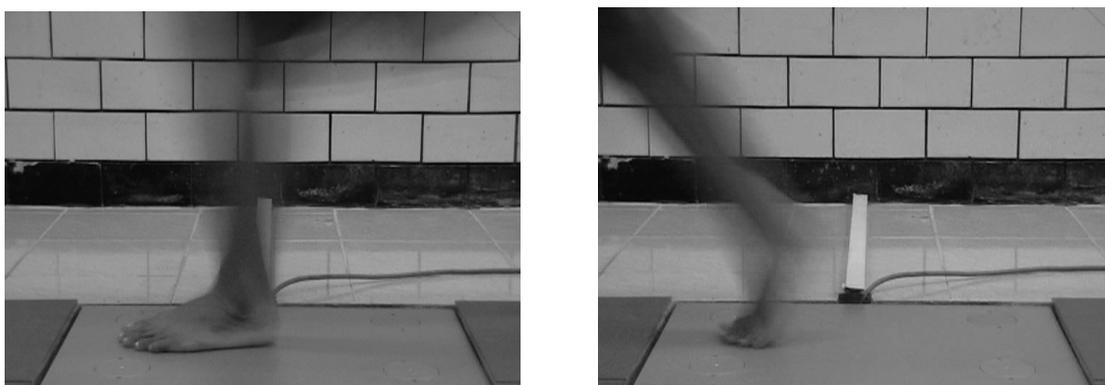
สามารถประเมินด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (high-frequency sonography) กับหัวตรวจแบบ L 12-5 MHz Broadband Linear Array (Philips, iU22 intelligent ultrasound system) โดยทำการวัดกับเท้าทั้งสองข้างและมีวิธีดำเนินการดังนี้ คือ ให้กลุ่มตัวอย่างนอนคว่ำบนเตียงและเท้าพื้นขอบเตียง จากนั้นจึงนำหัวตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง วางบนผิวเท้าในลักษณะตั้งฉากกับแผ่นพังผืดฝ่าเท้าบริเวณด้านข้าง (sagittal plane) ของเท้า แล้วทำการบันทึกภาพคลื่นเสียงความถี่สูง (sagittal sonography image) และวัดความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าซึ่งอยู่ห่างจากจุดเกาะต้น 1.5 เซนติเมตร (Alshami *et al.*, 2007) (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 แสดงการวัดความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าทางด้านข้าง โดยตำแหน่งของปลายลูกศรคือ ขอบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

3. แรงกระทำจากพื้นสูงสุดในขณะวิ่ง

ให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งด้วยความเร็ว 3.5-4 เมตรต่อวินาที เป็นระยะทางประมาณ 10 เมตร โดยที่พื้นจะมีแผ่นบันทึกแรงกระทำจากพื้นติดตั้งไว้ และในขณะวิ่งนั้นให้ทำข้างที่ต้องการศึกษา กระทบกลางแผ่นวัดแรง (ภาพที่ 13) โดยก่อนทดสอบจริงให้กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกซ้อมวิ่ง 2-3 ครั้ง แล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่างทำการวิ่งทั้งหมด 5 ครั้ง ซึ่งความเร็วในการวิ่งถูกควบคุมโดยชุดจับเวลา (timer) และแผ่นวัดแรงทำการบันทึกแรงกระทำจากพื้นด้วยความถี่ 1,000 เฮิรตซ์



ภาพที่ 13 แสดงการเก็บบันทึกแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งและแกนหน้า-หลังขณะวิ่งของกลุ่มตัวอย่าง

4. ทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะที่ปลายเท้าลง

ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งเหยียดขาบนเบาะนั่งของเครื่องไอโซไคเนติก โดยให้เท้าวางอยู่บนที่วางเท้าของเครื่องมือและจัดให้เท้าอยู่ในท่าทางกายวิภาค (anatomical position) แล้วจึงทำการยืดตรงเท้า จากนั้นจึงให้กลุ่มตัวอย่างทำการกระดกเท้าขึ้นและลงเต็มที่จำนวน 3 ครั้ง โดยตั้งโปรแกรมไว้แบบ concentric isokinetic (ภาพที่ 14) โดยกำหนดความเร็วที่ 30 เรเดียนต่อวินาที เนื่องจากเป็นความเร็วที่รายงานค่าทอร์กสูงสุดของการถีบปลายเท้าลง (peak torque of plantarflexion) เมื่อเทียบกับความเร็วอื่น



ภาพที่ 14 แสดงการวัดทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลงด้วยเครื่องไอโซไคเนติก

การใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

1. ทดสอบการแจกแจงแบบโค้งปกติของข้อมูล โดยใช้สถิติ Kolmogorov Smirnov Goodness of Fit ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

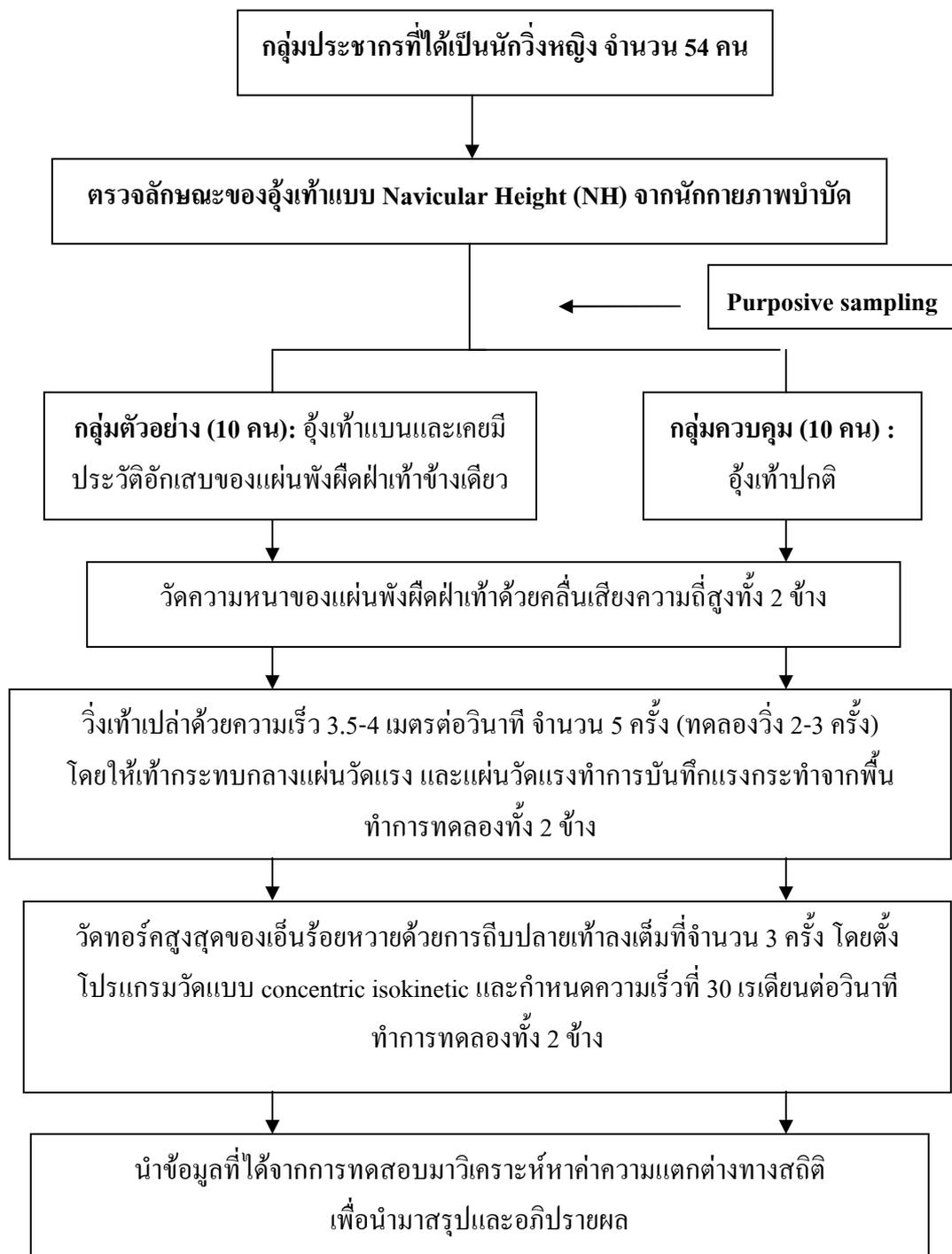
2. คำนวณค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ความเร็วในการวิ่ง ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะที่ถีบปลายเท้าลง และค่า Navicular height ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นฟังกฝืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุด และทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance)

4. วิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นฟังกฝืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุด และทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลงในกลุ่มอุ้งเท้าแบน ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นฟังกฝืดฝ่าเท้ากับเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นฟังกฝืดฝ่าเท้า ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measure)

5. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขั้นตอนการทดลอง



สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

สถานที่

แผนกรังสีวิทยา โรงพยาบาลรามาริบัติ และห้องปฏิบัติการสำนักพัฒนาการกีฬาและ
นันทนาการ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

ระยะเวลาในการทำวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัยเริ่มตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2551 ถึง มกราคม 2552

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังศึคฝ่าเท้า

แหล่งทุนสนับสนุน

ทุนสนับสนุนคุณภาพงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อการตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและ
นานาชาติ ประจำปีงบประมาณ 2551

ผลและวิจารณ์

ผล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำผลจากการวัดค่าความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลง ซึ่งทำการวัดกับเท้าทั้งสองข้าง มาทดสอบการกระจายของแต่ละตัวแปรด้วยสถิติ Kolmogorov Smirnov Goodness of Fit พบว่า ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลงมีการกระจายแบบโค้งปกติ ($P > .05$) จึงใช้สถิติพารามेटริก ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลการวิจัยในรูปแบบของตาราง ภาพ และกราฟเส้นประกอบความเรียง โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง ค่า navicular height (NH) และความเร็วในการวิ่ง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลงในกลุ่มผู้วิ่งเท้าแบน ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ากับเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีผู้วิ่งเท้าแบน และกลุ่มตัวอย่างที่มีผู้วิ่งเท้าปกติ

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง ค่า navicular height (NH) และความเร็วในการวิ่ง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพ ค่า navicular height (NH) และความเร็วในการวิ่งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่ถูกวินิจฉัยว่าอุ้งเท้าแบนทั้ง 2 ข้าง และกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะอุ้งเท้าปกติ ซึ่งประกอบด้วยอายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก โดยได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของลักษณะทางกายภาพ ค่า navicular height และความเร็วในการวิ่งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะอุ้งเท้าปกติ และกลุ่มตัวอย่างที่ถูกวินิจฉัยว่าอุ้งเท้าแบนทั้ง 2 ข้าง

ลักษณะทางกายภาพ	กลุ่มอุ้งเท้าแบน ($\bar{X} \pm SD$)	กลุ่มอุ้งเท้าปกติ ($\bar{X} \pm SD$)	P
อายุ (ปี)	18.2 \pm 2.35	17.0 \pm 2.58	.291
ส่วนสูง (ซม.)	162.1 \pm 4.01	162.4 \pm 2.95	.851
น้ำหนัก (กก.)	54.55 \pm 4.49	51.90 \pm 2.18	.111
ค่า NH ข้างขวา (มม.)	10.40 \pm 0.84	21.50 \pm 2.41	.000*
ค่า NH ข้างซ้าย (มม.)	10.60 \pm 0.96	22.50 \pm 2.63	.000*
ความเร็วในการวิ่ง (เมตร/วินาที)	3.83 \pm 0.07	3.81 \pm 0.04	.443

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง น้ำหนักและความเร็วที่ใช้ในการวิ่งไม่แตกต่างกันโดยนัยทางสถิติในกลุ่มอุ้งเท้าแบนมีอายุ ส่วนสูง น้ำหนักและความเร็วที่ใช้ในการวิ่งเฉลี่ย ตามลำดับดังนี้คือ 18.2 \pm 2.35 ปี, 162.1 \pm 4.01 เซนติเมตร, 54.55 \pm 4.49 กิโลกรัม และ 3.83 \pm 0.07 เมตร/วินาที ส่วนกลุ่มอุ้งเท้าปกติมีอายุ ส่วนสูง น้ำหนักและความเร็วที่ใช้ในการวิ่งเฉลี่ย ตามลำดับดังนี้คือ 17.0 \pm 2.58 ปี, 162.4 \pm 2.95 เซนติเมตร, 51.90 \pm 2.18 กิโลกรัม และ 3.81 \pm 0.04 เมตร/วินาที

นอกจากนี้ ตารางที่ 1 ยังแสดงให้เห็นว่า ค่า navicular height (NH) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (P=.000) โดยในกลุ่มอุ้งเท้าแบนมีค่า navicular height ของเท้าข้างขวาและเท้าข้างซ้ายคือ 10.40 \pm 0.84 มิลลิเมตร และ 10.60 \pm 0.96

มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนกลุ่มอุ้งเท้าปกติมีค่า navicular height ของเท้าข้างขวาและเท้าข้างซ้ายคือ 21.50 ± 2.41 มิลลิเมตร และ 22.50 ± 2.63 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลงในกลุ่มผู้เท้าแบน ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ากับเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลงในกลุ่มผู้เท้าแบน ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ากับเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measure)

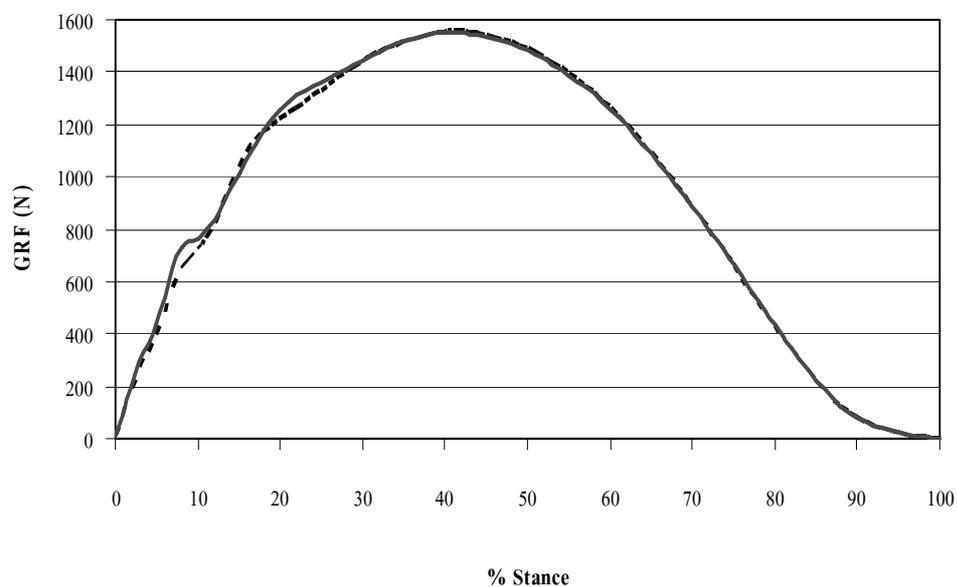
	เท้าข้างที่เคยมี ประวัติอักเสบของ แผ่นพังผืดฝ่าเท้า ($\bar{X} \pm SD$)	เท้าข้างที่ไม่เคยมี ประวัติอักเสบของ แผ่นพังผืดฝ่าเท้า ($\bar{X} \pm SD$)	P
1.ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (มม.)	2.90 ± 0.39	2.98 ± 0.41	.573
2.แรงกระทำจากพื้นสูงสุดใน แกนตั้ง (นิวตัน)	1565.22 ± 195.55	1562.00 ± 219.69	.915
3.แรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกน หน้า-หลัง (นิวตัน)			
- ด้านหน้า (anterior GRF)	260.80 ± 33.35	248.50 ± 40.52	.156
- ด้านหลัง (posterior GRF)	-283.60 ± 35.26	-289.00 ± 63.85	.643
4.ทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวาย ขณะถีบปลายเท้าลง (นิวตันเมตร)	70.24 ± 22.46	61.16 ± 21.64	.013*

* P<.05

จากตารางที่ 2 แสดงถึงผลการเปรียบเทียบตัวแปรต่างๆ ภายในกลุ่มที่มีผู้เท้าแบน โดยทำการแบ่งตัวแปรออกเป็นตัวแปรของเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า กับตัวแปรของเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ซึ่งพบว่า ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ารวมทั้งแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งและแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนหน้า-หลังของเท้า

ข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าไม่มีความแตกต่างกัน

นอกจากนี้ ตารางที่ 2 ยังแสดงให้เห็นว่า ทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลงในกลุ่มอุ้งเท้าแบน ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($P=.013$) โดยขณะถีบปลายเท้าลง ทอร์กสูงสุดที่เกิดขึ้นในเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า มีค่ามากกว่า ทอร์กสูงสุดที่เกิดขึ้นในเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า



ภาพที่ 15 กราฟแสดงแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้ง ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

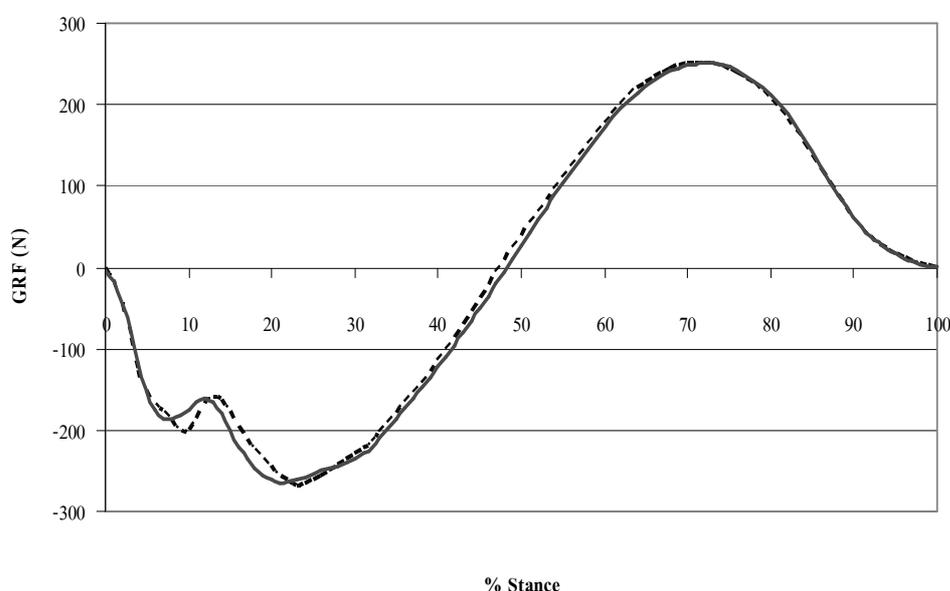
หมายเหตุ เส้นประ คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

เส้นทึบ คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

ค่าเป็นบวก หมายถึง แรงกระทำในทิศทางขึ้นข้างบน

จากภาพที่ 15 จะเห็นได้ว่าแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งจะมีลักษณะเป็น Double peak หรือมีการกระทบพื้นของส้นเท้า (heel impact) แสดงให้เห็นว่าการทดลองนี้กลุ่มตัวอย่างมีลักษณะของการวิ่งลงส่วนหลังของเท้าหรือส้นเท้า (heel strikers) โดยค่าแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งเกิดขึ้นขณะที่ปลายเท้าสัมผัสพื้น ซึ่งมีค่าประมาณ 1,560 นิวตัน และมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ทั้งนี้แรงกระทำจากพื้นสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงประมาณ 40-50% ของช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase)

นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนหน้า-หลัง ทั้งด้านหน้า (anterior GRF) และด้านหลัง (posterior GRF) ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 16) โดยแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนหน้า-หลัง ทั้งด้านหน้าและด้านหลังในเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 260.80 ± 33.35 นิวตัน และ -283.60 ± 35.26 นิวตัน ส่วนแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนหน้า-หลัง ทั้งด้านหน้าและด้านหลังในเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 248.50 ± 40.52 นิวตัน และ -289.00 ± 63.85 นิวตัน ตามลำดับ



ภาพที่ 16 กราฟแสดงแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลัง ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

ภาพที่ 16 (ต่อ)

หมายเหตุ เส้นประ คือ แรงกระทำจากพื้นในหน้า-หลังของเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

เส้นทึบ คือ แรงกระทำจากพื้นในหน้า-หลังของเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

เครื่องหมายลบ หมายถึง แรงมีทิศทางไปทางด้านหลัง

เครื่องหมายบวก หมายถึง แรงมีทิศทางไปทางด้านหน้า

จากภาพที่ 16 จะเห็นได้ว่าแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะหยุด (breaking phase) ซึ่งก็คือช่วงที่แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังอยู่ในทิศทางลบ และระยะขับเคลื่อน (push-off phase) ที่แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังอยู่ในทิศทางบวก ซึ่งในระยะหยุดพบว่า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่ผลักดันเท้าไปทางด้านหลัง (peak posterior GRF) ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ทั้งนี้แรงกระทำจากพื้นสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงประมาณ 20-30% ของช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase) นอกจากนี้ ในระยะขับเคลื่อนก็จะมีค่าแรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่ผลักดันเท้าไปทางด้านหน้า (peak anterior GRF) ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า โดยแรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่ผลักดันเท้าไปทางด้านหน้านี้อาจจะเกิดขึ้นในช่วงประมาณ 70-80% ของช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

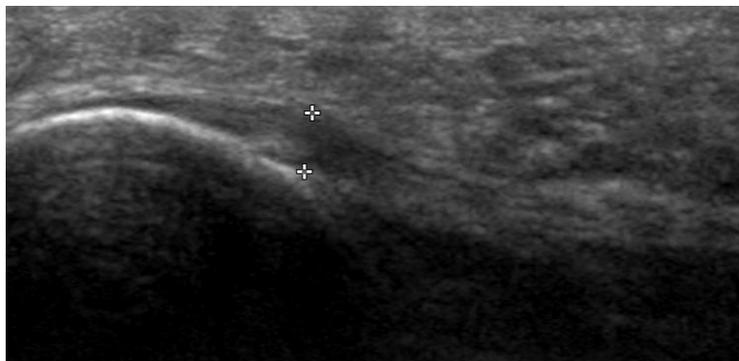
ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดและทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance)

	กลุ่มอุ้งเท้าแบน ($\bar{X} \pm SD$)	กลุ่มอุ้งเท้าปกติ ($\bar{X} \pm SD$)	P
1.ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (มม.)	2.93 ± 0.39	2.84 ± 0.50	.536
2.แรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้ง (น้ำหนักตัว; BW)	2.96 ± 0.39	2.99 ± 0.28	.762
3.แรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกน หน้า-หลัง (น้ำหนักตัว; BW)			
- ด้านหน้า (anterior GRF)	0.48 ± 0.05	0.46 ± 0.08	.408
- ด้านหลัง (posterior GRF)	-0.54 ± 0.08	-0.50 ± 0.12	.287
4.ทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบ ปลายเท้าลง (นิวตันเมตรต่อน้ำหนัก ตัว)	1.22 ± 0.40	1.57 ± 0.31	.003*

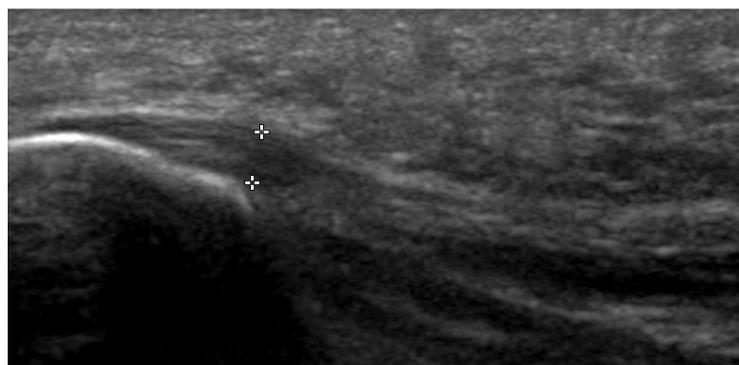
* P<.05

เนื่องจากเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบและไม่เคยมีประวัติอักเสบของกลุ่มตัวอย่างอุ้งเท้าแบนประกอบไปด้วยเท้าซ้ายและเท้าขวา แต่ตารางที่ 2 ได้แสดงให้เห็นว่าความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าของเท้าที่เคยมีประวัติอักเสบและไม่เคยมีประวัติอักเสบไม่แตกต่างกัน จึงได้นำความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาของผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนมาทำการเปรียบเทียบกับความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาของผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติ ซึ่งตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าลักษณะของอุ้งเท้าไม่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า เนื่องจากความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนกับผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติไม่แตกต่างกัน โดยความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในกลุ่มอุ้งเท้าแบนและกลุ่มอุ้งเท้าปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93 ± 0.39 มิลลิเมตร และ 2.84 ± 0.50 มิลลิเมตร

ตามลำดับ ซึ่งภาพที่ได้จากการตรวจแผ่นฟังผิฝ่าเท้าด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ได้แสดงไว้ในภาพที่ 17 ก, ข และภาพที่ 18



ก

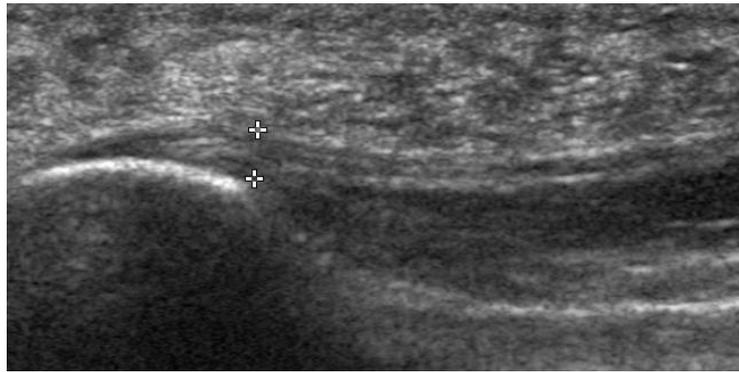


ข

ภาพที่ 17 ภาพที่ได้จากการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง ที่บริเวณฝ่าเท้า

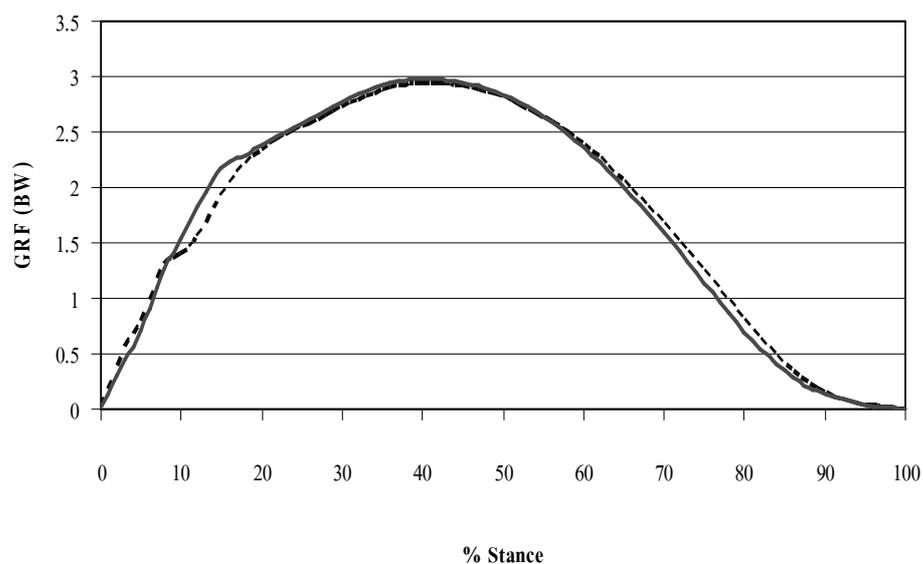
ก แสดงตัวอย่างภาพที่ได้จากการตรวจแผ่นฟังผิฝ่าเท้า ในเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นฟังผิฝ่าเท้าของผู้ที่มีอุ้งเท้าแบน โดยวัดความหนาของแผ่นฟังผิฝ่าเท้าได้ 2.59 มม.

ข แสดงตัวอย่างภาพที่ได้จากการตรวจแผ่นฟังผิฝ่าเท้าในเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นฟังผิฝ่าเท้าของผู้ที่มีอุ้งเท้าแบน โดยวัดความหนาของแผ่นฟังผิฝ่าเท้าได้ 2.57 มม.



ภาพที่ 18 ภาพที่ได้จากการตรวจแผ่นพังผืดฝ่าเท้าของผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง โดยวัดความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าได้ 2.83 มม.

นอกจากนี้ ตารางที่ 3 ยังพบว่า ค่าแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งและแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนหน้า-หลังของกลุ่มอุ้งเท้าแบนและกลุ่มอุ้งเท้าปกติ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลง ระหว่างกลุ่มอุ้งเท้าแบนและกลุ่มอุ้งเท้าปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($P=.003$) โดยขณะถีบปลายเท้าลง ทอร์คสูงสุดที่เกิดขึ้นในกลุ่มอุ้งเท้าปกติ มีค่ามากกว่า ทอร์คสูงสุดที่เกิดขึ้นในกลุ่มอุ้งเท้าแบน



ภาพที่ 19 กราฟแสดงแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยมีหน่วยเป็นน้ำหนักตัว (BW)

ภาพที่ 19 (ต่อ)

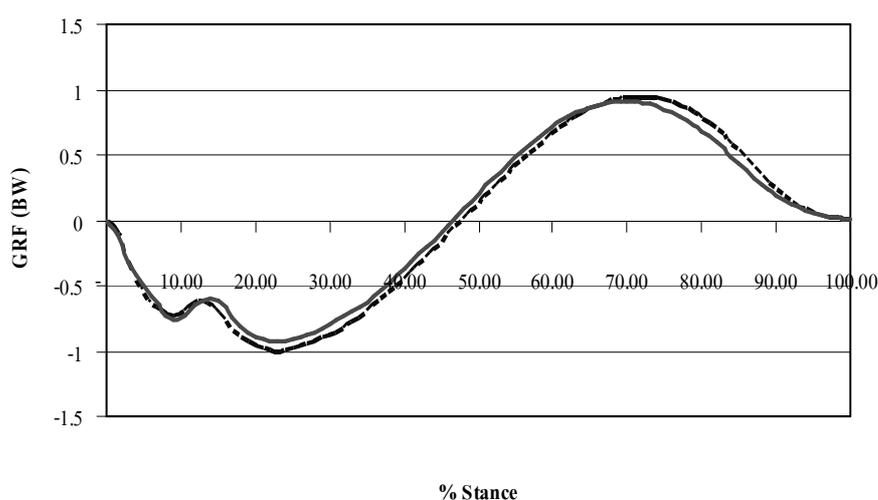
หมายเหตุ เส้นประ คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของกลุ่มอุ้งเท้าแบน

เส้นทึบ คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของกลุ่มอุ้งเท้าปกติ

ค่าเป็นบวก หมายถึง แรงกระทำในทิศทางขึ้นข้างบน

จากภาพที่ 19 จะเห็นได้ว่าแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งจะมีลักษณะเป็น Double peak หรือมีการกระทบพื้นของส้นเท้า (heel impact) แสดงให้เห็นว่าการทดลองนี้กลุ่มตัวอย่างมีลักษณะของการวิ่งลงส่วนหลังของเท้าหรือส้นเท้า (heel strikers) โดยค่าแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งจะมีค่าประมาณ 2.99 เท่าของน้ำหนักตัว และไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอุ้งเท้าแบนและกลุ่มอุ้งเท้าปกติ ทั้งนี้แรงกระทำจากพื้นสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงประมาณ 40-50% ของช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase)

ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนหน้า-หลัง ทั้งด้านหน้า (anterior GRF) และด้านหลัง (posterior GRF) ระหว่างกลุ่มอุ้งเท้าแบนและกลุ่มอุ้งเท้าปกติไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 20) โดยแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนหน้า-หลัง ทั้งด้านหน้าและด้านหลังในกลุ่มอุ้งเท้าแบนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 ± 0.05 เท่าของน้ำหนักตัว และ -0.54 ± 0.08 เท่าของน้ำหนักตัว ส่วนแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนหน้า-หลัง ทั้งด้านหน้าและด้านหลังในกลุ่มอุ้งเท้าปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.46 ± 0.08 เท่าของน้ำหนักตัว และ -0.50 ± 0.12 เท่าของน้ำหนักตัว ตามลำดับ



ภาพที่ 20 กราฟแสดงแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลัง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยมีหน่วยเป็นน้ำหนักตัว (BW)

ภาพที่ 20 (ต่อ)

หมายเหตุ เส้นประ คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังของกลุ่มอู้งเท้าแบน

เส้นทึบ คือ แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังของกลุ่มอู้งเท้าปกติ

เครื่องหมายลบ หมายถึง แรงมีทิศทางไปทางด้านหลัง

เครื่องหมายบวก หมายถึง แรงมีทิศทางไปทางด้านหน้า

จากภาพที่ 20 จะเห็นได้ว่าแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะหยุด (breaking phase) ซึ่งก็คือช่วงที่แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังอยู่ในทิศทางลบหรือผลักสั้นเท้าไปทางด้านหลัง และระยะขับเคลื่อน (push-off phase) ที่แรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังอยู่ในทิศทางบวกหรือผลักปลายเท้าไปทางด้านหน้า ซึ่งไม่พบความแตกต่างของแรงผลักสั้นเท้าสูงสุดระหว่างกลุ่มอู้งเท้าแบนและกลุ่มอู้งเท้าปกติ ทั้งนี้แรงผลักสั้นเท้าสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงประมาณ 20-30% ของช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase) นอกจากนี้ ในระยะขับเคลื่อนก็จะมีค่าแรงกระทำจากพื้นผลักปลายเท้าไปทางด้านหน้า ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มอู้งเท้าแบนและกลุ่มอู้งเท้าปกติ โดยแรงผลักปลายเท้าไปทางด้านหน้าสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงประมาณ 70-80% ของช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (stance phase)

วิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติและเท้าแบน ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักวิ่งหญิง จำนวน 20 คน อายุระหว่าง 15-25 ปี ซึ่งความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าสามารถประเมินด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง โดยให้กลุ่มตัวอย่างนอนคว่ำบนเตียงและเท้าพ้นขอบเตียง จากนั้นจึงนำหัวตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง วางบนผิวเท้าในลักษณะตั้งฉากกับแผ่นพังผืดฝ่าเท้าบริเวณด้านข้าง (sagittal plane) ของเท้า แล้วทำการบันทึกภาพคลื่นเสียงความถี่สูง (sagittal sonography image) และวัดความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าซึ่งอยู่ห่างจากจุดเกาะต้น 1.5 ซม. (Alshami *et al.*, 2007) ซึ่งทำการวัดกับเท้าทั้งสองข้าง ส่วนแรงกระทำจากพื้นสูงสุดสามารถประเมินได้โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งเท้าเปล่าด้วยความเร็ว 3.5-4 เมตรต่อวินาที จำนวน 5 ครั้ง โดยให้เท้ากระทบกลางแผ่นวัดแรง และแผ่นวัดแรงทำการบันทึกแรงกระทำจากพื้น ทำการทดลองทั้ง 2 ข้าง สำหรับทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายถูกประเมินในขณะที่ปลายเท้าลง โดยตั้งโปรแกรมของเครื่องไอโซไคเนติกแบบ concentric isokinetic และกำหนดความเร็วที่ 30 เรเดียนต่อวินาที ทำการทดลองทั้ง 2 ข้าง

จากนั้นนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และวิจารณ์ผลการทดลอง โดยออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า
2. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติและผู้ที่มีอุ้งเท้าแบน พบว่าความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ดังนั้นลักษณะของอุ้งเท้าจึงไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ซึ่งผลของการวิจัยครั้งนี้ขัดแย้งกับ Huang *et al.* (2004) ที่พบว่า ผู้ที่มีเท้าแบนจะมีความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามากกว่าผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติ โดยความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าข้างขวาในกลุ่มอุ้งเท้าแบนและกลุ่มอุ้งเท้าปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 ± 0.10 มิลลิเมตร และ 3.30 ± 0.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าข้างซ้ายในกลุ่มอุ้งเท้าแบนและกลุ่มอุ้งเท้าปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 ± 0.06 มิลลิเมตร และ

3.30 ± 0.05 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่งานวิจัยครั้งนี้ต่างจาก Huang *et al.* (2004) เนื่องจากงานวิจัยของ Huang *et al.* (2004) ได้ศึกษาในผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนที่มีอาการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าร่วมกับผู้ที่ไม่มีการอักเสบ ซึ่งการอักเสบน่าจะเป็นปัจจัยร่วมที่ส่งผลให้ผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนมีความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามากกว่ากลุ่มที่มีอุ้งเท้าปกติ ดังที่ Cardinal *et al.* (1996) และ Gibbon and Long (1999) ได้รายงานว่าการอักเสบทำให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าหนาขึ้น แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ตัดปัจจัยร่วมคือ การอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าออก โดยผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพียงข้างเดียวได้รับการตรวจประเมินความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในระยะเวลาที่ไม่มีอาการอักเสบ และไม่มีอาการปวดบริเวณฝ่าเท้าในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 6 เดือนก่อนการทดลอง ดังนั้น จึงน่าจะเชื่อได้ว่าความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในกลุ่มอุ้งเท้าปกติและกลุ่มอุ้งเท้าแบนไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะของอุ้งเท้าไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า แต่ลักษณะของอุ้งเท้าหรือโครงสร้างของเท้าที่ผิดปกติ (อุ้งเท้าแบน) อาจส่งผลต่อแรงจากพื้นที่กระทำต่อเท้าในขณะวิ่งหรือทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลง ซึ่งอาจเป็นปัจจัยเสริมที่เป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าได้

นอกจากนี้ จากงานวิจัยของ Cardinal *et al.* (1996) และงานวิจัยของ Gibbon and Long (1999) ที่กล่าวว่าความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่มากกว่า 4 มิลลิเมตร สามารถใช้วินิจฉัยได้ว่ามีอาการแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อเกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อใดๆ จะทำให้เนื้อเยื่อนั้นอักเสบหรือชอกช้ำ และทันทีที่เกิดการบาดเจ็บ เส้นเลือดจะขยายตัวเพื่อให้เลือดมาเลี้ยงบริเวณที่บาดเจ็บมากขึ้น ดังนั้นจึงมีเลือดมาคั่งที่เส้นเลือดในบริเวณอักเสบ กล่าวคือ ในระหว่างการอักเสบจะมีการไหลของของเหลว (น้ำเลือด น้ำเหลือง) ไปสะสมระหว่างเซลล์ปริมาณมาก ทำให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีการหนาตัวเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่ออาการดีขึ้นหรือหายไป ของเหลวที่สะสมหรือคั่งค้างอยู่ระหว่างเซลล์ก็จะหมดไป เป็นผลให้ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าลดลง (Oakes *et al.*, 1992)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

จากการศึกษาที่ผ่านมาคาดว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าคือ ทอร์คของเอ็นร้อยหวายและแรงกระทำจากพื้น แต่จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า แรงกระทำจากพื้นสูงสุดทั้งในแกนตั้งและแกนหน้า-หลังของกลุ่มที่มีอุ้งเท้าแบนและกลุ่มที่มีอุ้งเท้าปกติไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบว่า ทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลงในกลุ่มอุ้งเท้าแบน ระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบแผ่นพังผืดฝ่าเท้าและเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบแผ่นพังผืดฝ่าเท้า มีความ

แตกต่างกัน ($P=0.013$) โดยขณะถีบปลายเท้าลง ทอร์กสูงสุดที่เกิดขึ้นในเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า มีค่ามากกว่า ทอร์กสูงสุดที่เกิดขึ้นในเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า นั่นหมายถึง แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายของเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า มากกว่า แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายของเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า แสดงให้เห็นว่า แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้าในกลุ่มคนที่มียู้งเท้าแบน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Cheung *et al.* (2006) ที่รายงานว่า การที่แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้เกิดความตึงตัวในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าเพิ่มขึ้น กล่าวคือ การที่แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายเพิ่มขึ้น 500 นิวตัน จะทำให้ความตึงตัวในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าเพิ่มขึ้นถึง 2.25% (Carlson *et al.*, 2000) โดยแผ่นพังศืดฝ่าเท้าจะมีความตึงตัวสูงสุดในขณะที่ปลายเท้าผลัดพื้น (late stance) (Erdemir *et al.*, 2004) เนื่องจากในขณะที่เท้าออกแรงผลัดพื้น แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายจะค่อยๆ เพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งแรงจากเอ็นร้อยหวายมีมากเพียงพอที่จะยกสันเท้าพ้นพื้น (Cheung *et al.*, 2006) ขณะเดียวกันแผ่นพังศืดฝ่าเท้าก็จะทำหน้าที่ส่งถ่ายแรงดึงจากเอ็นร้อยหวายไปยังบริเวณเท้าส่วนหน้า จึงทำให้เกิดแรงดึงภายในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าเพิ่มขึ้นสูงสุด (Erdemir *et al.*, 2004)

นอกจากนี้ยังพบว่า ขณะถีบปลายเท้าลง ทอร์กสูงสุดที่เกิดขึ้นในกลุ่มยู้งเท้าปกติ มีค่ามากกว่า ทอร์กสูงสุดที่เกิดขึ้นในกลุ่มยู้งเท้าแบน ($P=0.003$) นั่นหมายถึง แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายของกลุ่มยู้งเท้าปกติ มากกว่า แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายของกลุ่มยู้งเท้าแบน จะเห็นได้ว่าในผู้ที่มียู้งเท้าปกติถึงแม้จะมีแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายมาก ก็ไม่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า ซึ่งตรงข้ามกับผู้ที่มียู้งเท้าแบน กล่าวคือ เมื่อมีแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายมากขึ้น ก็จะส่งผลให้เกิดแรงดึงภายในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการบาดเจ็บของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า นอกจากจะเกิดจากการที่แรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายเพิ่มสูงขึ้น (Cheung *et al.*, 2006) แล้วยังมีปัจจัยร่วมคือ ลักษณะของยู้งเท้าที่ผิดปกติ (เท้าแบน) อีกด้วย เนื่องจากเท้าแบนเป็นลักษณะของเท้าที่มีการคว่ำของเท้าที่ผิดปกติในขณะที่ฝ่าเท้าสัมผัสพื้น ซึ่งการคว่ำของเท้าส่วนหลังส่งผลให้เท้าส่วนหน้าหงายอยู่ในลักษณะที่กางออก จึงทำให้เกิดความตึงตัวภายในแผ่นพังศืดฝ่าเท้า เนื่องจากเท้าแบนมีการยืดยาวออกของเท้า เป็นผลให้แผ่นพังศืดฝ่าเท้าถูกยืด เกิดความตึงตัวภายในแผ่นพังศืดฝ่าเท้า (Scherer, 1991) ดังนั้น ในการเดินหรือการวิ่ง ความตึงตัวภายในแผ่นพังศืดฝ่าเท้าจะเพิ่มสูงขึ้นอีกจากการหดตัวของเอ็นร้อยหวาย ซึ่งมีจุดเกาะปลายอยู่ที่กระดูกสันเท้า (calcaneus) และเป็นจุดเกาะต้นของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า ซึ่งการที่เอ็นร้อยหวายมีแรงดึงตัวมากขึ้นและมีค่าสูงสุดในขณะที่ปลายเท้าผลัดพื้น (Erdemir *et al.*, 2004) ส่งผลให้แผ่นพังศืดฝ่าเท้า

ยึดขาออกอีกจากเดิมที่ถูกยึดขาออกจากลักษณะ โครงสร้างของอุ้งเท้าที่ผิดปกติ (เท้าแบน) เป็นผลให้ แรงดึงตัวภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพิ่มสูงขึ้น เกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ซึ่งเมื่อการบาดเจ็บ และลักษณะของพังผืดฝ่าเท้าซ้ำๆ กันจะทำให้กระบวนการซ่อมแซมปกติขาดหายไปจนทำให้เกิด การอักเสบเรื้อรัง (Kwong *et al.*, 1988)

เมื่อผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติและผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนวิ่งด้วยความเร็ว 3.5-4 เมตร/วินาที พบว่าแรงกระทำ จากพื้นสูงสุดทั้งในแกนตั้งและแกนหน้า-หลังของกลุ่มที่มีอุ้งเท้าแบนและกลุ่มที่มีอุ้งเท้าปกติไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น จึงไม่อาจสรุปผลจากงานวิจัยว่าแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งและ แกนหน้า-หลังเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า D'Ambrogi *et al.* (2004) พบว่า ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าของผู้ป่วยเบาหวานมีความสัมพันธ์โดยตรงกับแรงจากพื้นที่มากระทำ ต่อหัวของกระดูกฝ่าเท้า (metatarsal head) ในแกนตั้ง กล่าวคือ ถ้ามีแรงจากพื้นที่มากระทำต่อหัวของ กระดูกฝ่าเท้า (metatarsal head) ในแกนตั้งมาก แผ่นพังผืดฝ่าเท้าจะหนาขึ้น นอกจากนี้ Cheung *et al.* (2006) ยังพบว่า แผ่นพังผืดฝ่าเท้าจะมีความตึงตัวเพิ่มขึ้นหรือเกิดการฉีกขาดได้เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของ แรงในแกนตั้ง (vertical compression force) เพียงอย่างเดียว หรือมีความตึงตัวภายในเอ็นร้อยหวาย เพิ่มขึ้นด้วย โดยการเพิ่มขึ้นของแรงดึงภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับ แรงในแกนตั้ง (vertical compression force) Erdemir *et al.* (2004) รายงานว่าความตึงตัวภายในแผ่น พังผืดฝ่าเท้าจะมีค่าต่ำในช่วงสั้นเท้ากระทบพื้น (heel impact) และจะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นในช่วงที่เท้ารับ น้ำหนักตัว (midstance) โดยจะมีค่าสูงสุดในช่วงปลายเท้าผลักพื้น (late stance) ซึ่งแรงกระทำจากพื้น สัมพันธ์กับความเร็วในขณะวิ่ง ดังที่ Nilsson and Thortensson (1989) รายงานว่า แรงในการผลักเท้า สูงสุดในแกนตั้ง (active peak) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วของการวิ่ง โดยแรงในการผลักเท้า สูงสุดในแกนตั้งจะเพิ่มขึ้นจาก 1.2 เท่าของน้ำหนักตัว เมื่อวิ่งที่ความเร็ว 1.5 เมตร/วินาที เป็น 2.6 เท่า ของน้ำหนักตัว เมื่อเพิ่มความเร็วในการวิ่งเป็น 6 เมตร/วินาที เช่นเดียวกับ Keller *et al.* (1996) ที่พบว่า แรงในการผลักเท้าสูงสุดในแกนตั้ง (active peak) มีค่าประมาณ 1.15 เท่าของน้ำหนักตัว เมื่อวิ่งด้วย ความเร็ว 1.5 เมตร/วินาที และจะเพิ่มเป็น 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว เมื่อวิ่งด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที นอกจากนี้ยังพบว่า แรงในการผลักเท้าสูงสุดในแกนตั้งจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนเชิงเส้นตรง เมื่อเพิ่ม ความเร็วในการวิ่งจาก 3 เมตร/วินาที จนถึง 6 เมตร/วินาที (Keller *et al.*, 1996; Munro *et al.*, 1987)

การทำงานวิจัยในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่เกิดขึ้นในช่วง ปลายเท้าผลักพื้นระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม อาจเนื่องมาจากความเร็วที่ใช้ในการวิ่ง กล่าวคือ งานวิจัยนี้ใช้ความเร็วที่อยู่ในระดับของการวิ่งเหยาะๆ คือ 3.5-4 เมตร/วินาที เพื่อไม่ให้เกิดการ

บาดเจ็บแก่แผ่นพังผืดฝ่าเท้าขึ้นในกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น แรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่บันทึกได้จึงอาจไม่สูงพอที่จะทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ถ้าให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักวิ่งวิ่งด้วยความเร็วที่ใช้ในขณะฝึกซ้อมซึ่งมากกว่า 3.5 เมตร/วินาที ก็อาจจะเห็นความแตกต่างของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มได้ หรืออาจจะเป็นไปได้ว่าแรงกระทำจากพื้นไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ เนื่องจากแรงกระทำจากพื้นระหว่างเท้าทั้ง 2 ข้าง ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น จากข้อค้นพบของงานวิจัยนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าการที่แผ่นพังผืดฝ่าเท้าของผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนเกิดการอักเสบนั้น น่าจะมีสาเหตุมาจากความผิดปกติทางโครงสร้างของอุ้งเท้า (เท้าแบน) ร่วมกับแรงดึงที่เกิดขึ้นภายในเอ็นร้อยหวายที่ส่งแรงดึงให้เส้นเท้ากระดกขึ้น ถึงแม้ว่าแรงดึงภายในเอ็นร้อยหวายของผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนน้อยกว่าผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติก็ตาม แต่การที่อุ้งเท้าแบนยุบตัวลงมากในขณะที่รับน้ำหนักร่างกายในขณะที่ผลัดปลายเท้าร่วมกับแรงดึงจากเอ็นร้อยหวายที่มากพอ จึงทำให้แรงดึงภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพิ่มขึ้น (Carlson *et al.*, 2000) จนเกิดการฉีกขาดของเส้นใยภายในแผ่นพังผืดฝ่าเท้า (microtrauma) และเมื่อเกิดเหตุการณ์นี้ซ้ำๆ กันในขณะวิ่งก็จะทำให้เกิดการฉีกขาดของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่มากขึ้น หรือเกิดการอักเสบเรื้อรังของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าได้ (Kwong *et al.*, 1988)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ในเท้าปกติกับเท้าแบน และศึกษาถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า โดยทำการศึกษาในนักวิ่งหญิงที่มีอายุเฉลี่ย 17.6 ± 2.48 ปี และเคยเข้าร่วมการแข่งขันในระดับเยาวชน หรือระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 20 คน กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ที่มีลักษณะอุ้งเท้า ปกติ 10 คน และผู้ที่ถูกวินิจฉัยว่าอุ้งเท้าแบนทั้ง 2 ข้างจากการตรวจอุ้งเท้าแบบ Navicular height 10 คน สำหรับกลุ่มที่มีอุ้งเท้าแบนจะต้องมีเท้าข้างหนึ่งที่เคยมีประวัติอักเสบและเท้าอีกข้างหนึ่งไม่เคย มีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มถูกวัดความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (high-frequency sonography) ส่วนแรงกระทำจากพื้นสูงสุดจะประเมิน ได้โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งเท้าเปล่าด้วยความเร็ว 3.5-4 เมตรต่อวินาที โดยให้เท้ากระทบกลางแผ่นวัด แรง และแผ่นวัดแรงทำการบันทึกแรงกระทำจากพื้น นอกจากนี้แรงดึงของกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดถูกประเมินด้วย Isokinetic Machine และรายงานผลเป็นทอร์คสูงสุดในขณะปลาย เท้าพลิกพื้น (plantarflexion) จากนั้นนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน สองทาง (Two-way Analysis of Variance) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measure) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการ วิจัยพบว่า

1. ผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนมาตั้งแต่กำเนิดไม่ได้มีแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่หนากว่าผู้ที่มีอุ้งเท้าปกติมาแต่ กำเนิด นั่นหมายถึง ผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนจะมีแผ่นพังผืดฝ่าเท้าที่เป็นปกติมาตั้งแต่กำเนิด แต่เมื่อผู้นั้นมี การใช้เท้ามาก อุ้งเท้าที่แบนจึงมีส่วนที่ดึงให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้ายืดยาวขึ้นจนเกิดการฉีกขาดและการ อักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในภายหลัง ซึ่งเป็นสาเหตุให้แผ่นพังผืดฝ่าเท้าหนาตัวขึ้นได้

2. ผู้ที่มีอุ้งเท้าแบนมีแรงดึงของกล้ามเนื้อหรือเอ็นร้อยหวายน้อยกว่าคนปกติ แต่แรงดึง ของกล้ามเนื้อที่น้อยกว่าคนปกติสามารถทำให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในผู้ที่มีอุ้ง เท้าแบนได้ ถ้าแรงดึงนั้นมากพอ ดังนั้น แรงดึงของกล้ามเนื้อน่าจะเป็ปัจจัยร่วมกับ โครงสร้าง ของอุ้งเท้าที่แบน ที่ส่งผลให้เกิดการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า เนื่องจากพบว่าในกลุ่มผู้ที่มีอุ้งเท้า

แบน ทอร์คสูงสุดของเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบมีค่ามากกว่าทอร์คสูงสุดของเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบ

3. ไม่อาจสรุปผลจากงานวิจัยว่าแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งและแกนหน้า-หลังเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า เนื่องจากไม่พบความแตกต่างของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดที่เกิดขึ้นในช่วงปลายเท้าหลักพื้นของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม และระหว่างเท้าข้างที่เคยมีประวัติกับไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในนักวิ่งหญิงไทย จำนวน 20 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มผู้เท้าปกติและกลุ่มผู้เท้าแบนที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าเพียงข้างเดียว และไม่มีอาการปวดบริเวณฝ่าเท้าในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 6 เดือนก่อนการทดลอง ซึ่งงานวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาถึงความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในผู้ที่มีอาการอยู่ในระยะอักเสบ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการวินิจฉัยโรคแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบของคนไทยต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จิตเจริญ ไชยคำ และ จิราภรณ์ ศรีนักรินทร์. 2541. การตรวจโรคด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง. ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สิริพร ศศิเมณฑกุล. 2550. เอกสารประกอบการสอนวิชาชีวกลศาสตร์ในการกีฬา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Aldridge, T. 2004. Diagnosing heel pain in adults. **American Family Physician** 70(2): 332-338.
- Alshami, A.M., T. Souvlis and M.W. Coppieters. 2007. A review of plantar heel pain of neural origin: differential diagnosis and management. **Manual Therapy** 13(2): 103-111.
- American College of Foot and Ankle Surgeons (ACFAS). 2004. Foot Deformities. **Medical Necessity Guidelines** 150: 5.
- Bompa, T. and L. Cornacchia. 1998. **Serious strength training**. Champaign, Illinois. 300 p.
- Butler, R.J., P. H.P. Crowell and I.M. Davis. **Lower extremity stiffness: implications for performance and injury**. Clinical Biomechanics. Available source : <http://www.elsevier.com/locate/clinbiomech> [Accessed 2003 May 7]
- Cardinal E., R.K. Chhem, C.G. Beaugard, B. Aubin and M. Pelletier. 1996. Plantar fasciitis: sonographic evaluation. **Radiology** 201: 257-259.
- Carlson, R.E., L.L. Fleming and W.C. Hutton. 2000. The biomechanical relationship between the tendoachilles, plantar fascia and metatarsophalangeal joint dorsiflexion angle. **Foot Ankle Int.** 21: 18-25.

- Cheung, J.T.M., M. Zhang and K.N. An. 2006. Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. **Clinical Biomechanics** 21: 194-203.
- D'Ambrogio, E., L. Giurato, M. A. D'Agostino, C. Giacomozzi, V. Macellari, A. Caselli and L. Uccioli. 2003. Contribution of plantar fascia to the increased forefoot pressures in diabetic patients. **Diabetes Care** 26: 1525-1529.
- Daly, P.J., H.B. Kitaoka and Y.S. Chao. 1992. Plantar fasciotomy for intractable plantar fasciitis: clinical results and biomechanical evaluation. **Foot Ankle** 13: 188-195.
- Erdemir, A., A. J. Hamel, A. R. Fauth, S. J. Piazza and N. A. Sharkey. 2004. Dynamic Loading of the Plantar Aponeurosis in Walking. **J Bone Joint Surg Am** 86: 546-552.
- Foss L.M. and Keteyian J.S. 1998. **Fox's Physiological Basic for Exercise and Sport**. McGraw Hill companies, Inc, New York.
- Gefen A. 2003. The in vivo elastic properties of the plantar fascia during the contact phase of walking. **Foot Ankle Int** 24(3): 238-244.
- Gibbon W.W. and G. Long, 1999. Ultrasound of the plantar aponeurosis (fascia). **Skeletal Radiol** 28: 21-26.
- Hicks, J.H. 1954. The mechanics of the foot II: the plantar aponeurosis and the arch. **J Anat** 88: 25-30.
- Huang, Y.C., L.Y. Wang, H.C. Wang, K.L. Chang and C.P. Leong. 2004. The relationship between the flexible flatfoot and plantar fasciitis: ultrasonographic evaluation. **Chang Gung Med J** 27: 443-448.

- Karl, B.L., A.M. Keenan and D.H. Robert. 2006. Effectiveness of foot orthoses to treat plantar fasciitis. **Arch Intern Med** 166: 1305-1310.
- Keller, T. S., A. M. Weisberger, J. L. Ray, S. S. Hasan, R. G. Shiavi and D. M. Spengler. 1996. Relationship between vertical ground reaction force and speed during walking, slow jogging, and running. **Clinical Biomechanics** 11(5): 253-259.
- Kitaoka, H.B., T.K. Ahn, Z.P. Luo and K.N. 1997. Stability of arch of the foot. **Foot Ankle Int** 18 (10): 644-648.
- Kwong, P.K., D. Kay, R.T. Voner and M.W. White. 1988. Plantar fasciitis: Mechanics and pathomechanics of treatment. **Clinical Sports Medicine** 7(1): 119–126.
- Lemont, H., K.M. Ammirati and N. Usen. 2003. Plantar fasciitis: a degenerative process (fasciosis) without inflammation. **Journal of the American Podiatric Medical Association** 93(3): 234-237.
- Lepow, G.M. and P.L. Valenza. 1989. Flat foot overview. **Clinical Podiar Medicine Surgery** 6: 477-489.
- Lynch, D.M., W.P. Goforth, J.E. Martin, R.D. Odom, C.K. Preece and M.W. Kotter. 1998. Conservative treatment of plantar fasciitis. **J Am Podiatr Med Assoc** 88: 375-380.
- Maud J.P. and Foster C. 1995. Physiological assessment of human fitness. *Human Kinetics*.
- McCarthy, D. 1998. Nonsteroidal anti-inflammatory drug-related gastrointestinal toxicity: definitions and epidemiology. **Am J Med** 105: 3S-9S.

- Mizel, M.S., J.V. Marymont and E. Trepman. 1996. Treatment of plantar fasciitis with a night splint and shoe modification consisting of a steel shank and anterior rocker bottom. **Foot Ankle Int** 17: 732-735.
- Munro, C.F., Miller, D.I., Fuglevand A.J. 1987. Ground reaction forces in running: a reexamination. **Journal of Biomechanics** 20(2): 147-155.
- Munteanu, E. and D. Bessed. 2006. Effect of foot posture and inverted foot orthoses on hallux dorsiflexion. **JAPMA** 96(1): 32-37
- Nilsson, J., Thorstensson, A. 1989. Ground reaction forces at different speeds of human walking and running. **Acta physiologica Scandinavica** 136(2): 217-27.
- Oakes, B., P. Fuller, M. Kenihan and S. Sandor. 1992. **Sport injury**. Pitman, Melbourne.
- Perrin H.D. 1993. **Isokinetic Exercise and Assessment**. Champaign, Illinois. p.212
- Powell, M., W.R. Post, J. Keener and S. Wearden. 1998. Effective treatment of chronic plantar fasciitis with dorsiflexion night splints: a crossover prospective randomized outcome study. **Foot Ankle Int** 19: 8-10.
- Puttaswamaiah, R. and P. Chandran. 2007. Degenerative plantar fasciitis: a review of current concepts. **The Foot** 17: 3-9.
- Riddle, D.L., M. Pulisic, P. Pidcoe and R.E. Johnson. 2003. Risk factors for plantar fasciitis: a matched case-control study. **J Bone Joint Surg Am** 85-A(5): 872-877.

- Riddle, D.L. and S.M. Schappert. 2004. Volume of ambulatory care visits and patterns of care for patients diagnosis with plantar fasciitis: a national study of doctors. **Foot Ankle Int** 25: 303-310.
- Rossi, D.G., P. Fiolkowski, M.B. Horodyski, M. Bishop and Trimble M. 2005. For how long do temporary techniques maintain the height of the medial longitudinal arch. **Physical therapy in sport** 5: 84-89.
- Schepesis, A.A., R.E. Leach and J. Gorzyca. 1991. Plantar fasciitis: Aetiology, treatment, surgical results and review of the literature. **Clin Orthop** 266: 185-196.
- Scherer, P.R. 1991. Heel spur syndrome: pathomechanics and nonsurgical treatment. **Journal of the American Podiatric Medical Association** 81: 68.
- Sollitto, R.J., E.L. Plotkin, P.G. Klein and P. Mullin. 1997. Early clinical results of the use of radiofrequency lesioning in the treatment of plantar fasciitis. **J Foot Ankle Surg** 36: 215-9,256.
- Taunton, J.E., M.B. Ryan, D.B. Clement, D.C. McKenzie, D.R. Lloyd-smith and B.D. Zumbo. 2002. A restrospective case-control analysis of 2002 running injuries. **Br J Sports Medicine** 36: 95-101.
- Valmassy, R.L. 1996. **Clinical biomechanics of the lower extremities**. St-Louis: Mosby.
- Wearing, S.C., J.E. Smeathers, B. Yates, P. M. Sullivan, S.R. Urry and P. Dubois. 2004. Sagittal thickness of the plantar fascia is related to static arch shape and regional loading of the foot in plantar fasciitis. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 36(10):1761-1767.
- Williams, D.S. and I.S. McClay. 2000. Measurements used to characterize the foot and medial longitudinal arch: reliability and validity. **Physical Therapy** 80(9): 864-871.

Wolgin, M., C. Cook, C. Graham and D. Mauldin. 1994. Conservative treatment of plantar heel pain: long-term follow-up. **Foot Ankle Int** 15: 97-102.

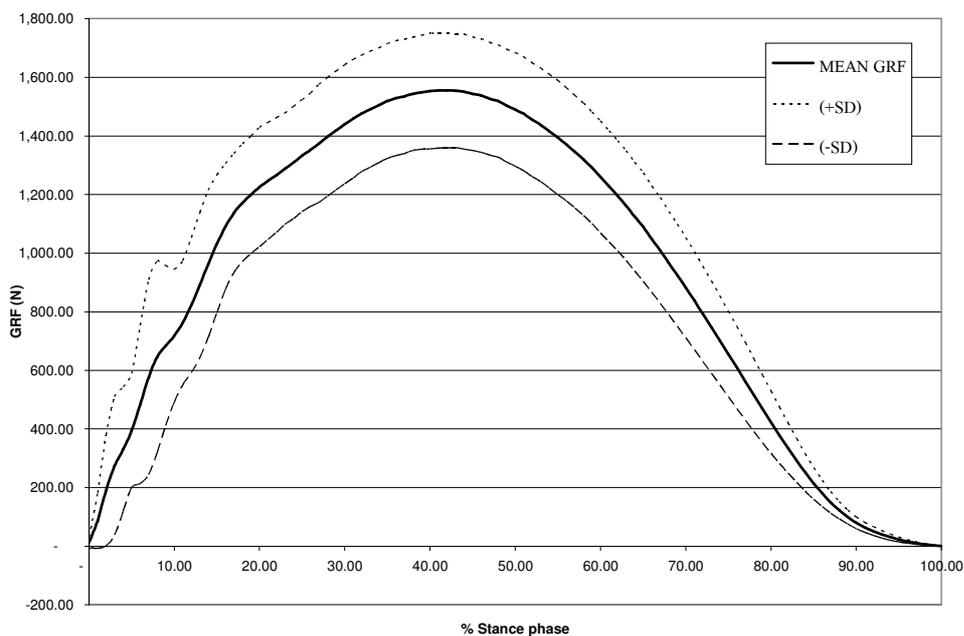
Young, C.C., D.S. Rutherford and M.W. Neidfeldt. 2001. Treatment of plantar fasciitis. **Am Fam Physician** 63(3):467-74, 477-8.

ภาคผนวก

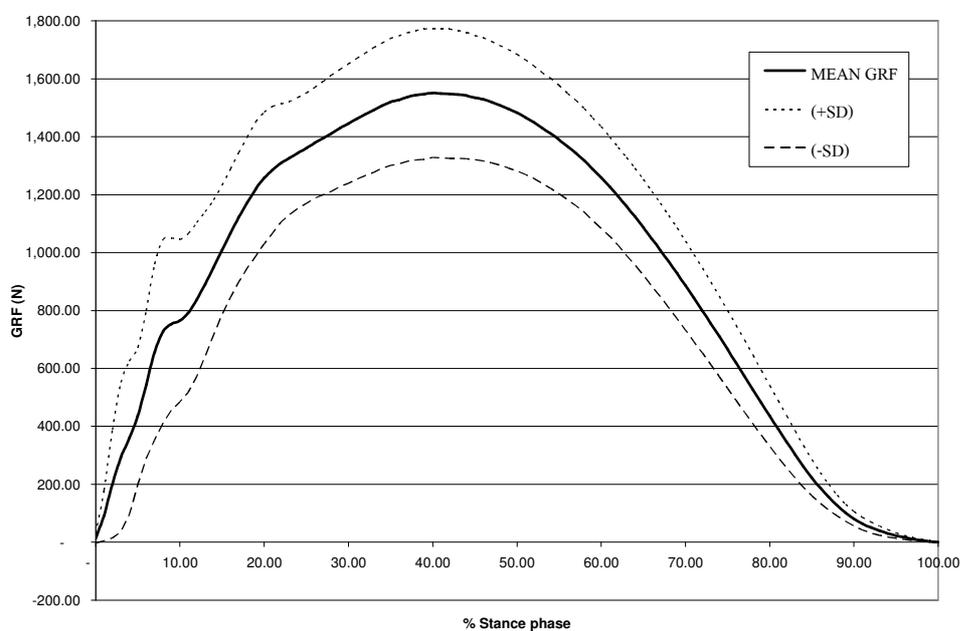
ภาคผนวก ก
แรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งและแกนหน้า-หลัง

ตารางผนวกที่ ก1 แสดงแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งและแกนหน้า-หลังของกลุ่มอู่เท้าแบน

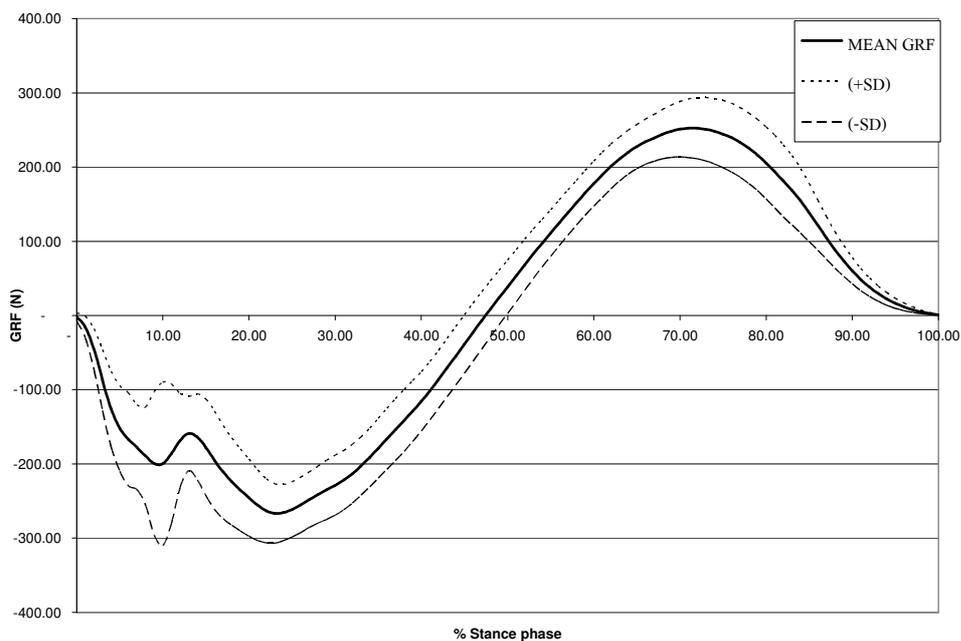
กลุ่มอู่ เท้าแบน	แรงกระทำจากพื้นสูงสุด ในแกนตั้ง (นิวตัน)		แรงกระทำจากพื้นสูงสุด ทางด้านหน้า (นิวตัน)		แรงกระทำจากพื้นสูงสุด ทางหลัง (นิวตัน)	
	เท้าข้างที่ เคยมี ประวัติ อัคเสบ	เท้าข้างที่ไม่ เคยมี ประวัติ อัคเสบ	เท้าข้างที่ เคยมี ประวัติ อัคเสบ	เท้าข้างที่ไม่ เคยมี ประวัติ อัคเสบ	เท้าข้างที่ เคยมี ประวัติ อัคเสบ	เท้าข้างที่ไม่ เคยมี ประวัติ อัคเสบ
1	1729.60	1,787.40	288.00	287.00	- 265.00	- 313.00
2	1,733.80	1,738.40	279.00	268.00	- 327.00	- 340.00
3	1,802.80	1,793.40	264.00	243.00	- 318.00	- 346.00
4	1,364.60	1,249.60	220.00	183.00	- 229.00	- 210.00
5	1,589.60	1,722.00	256.00	199.00	- 287.00	- 255.00
6	1,681.80	1,619.20	307.00	284.00	- 297.00	- 331.00
7	1,287.80	1,294.60	247.00	229.00	- 243.00	- 194.00
8	1,268.00	1,248.20	214.00	221.00	- 263.00	- 234.00
9	1,669.60	1,612.00	303.00	308.00	- 333.00	- 384.00
10	1,524.60	1,563.40	230.00	263.00	- 274.00	- 283.00



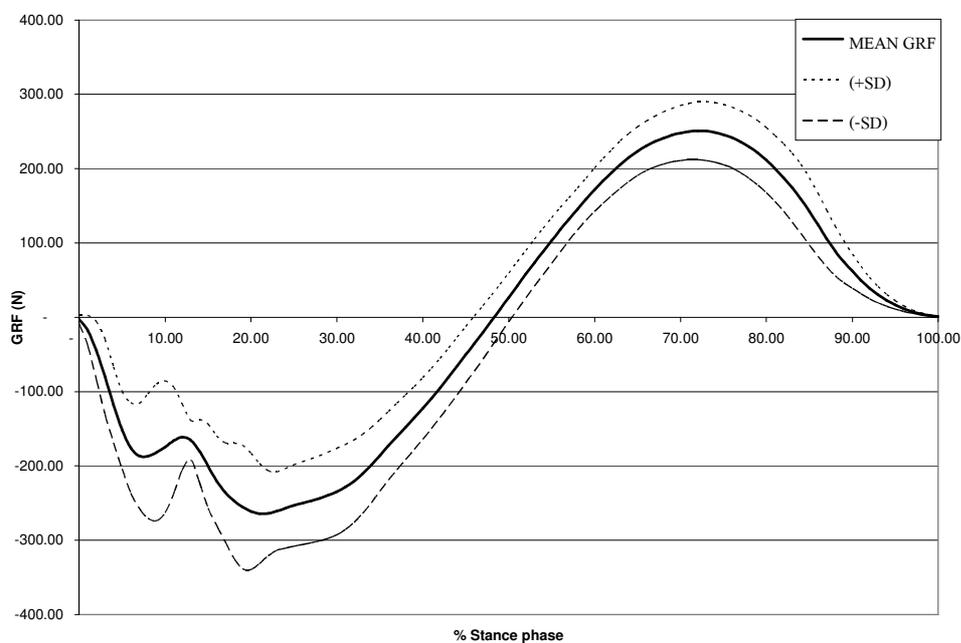
ภาพผนวกที่ ก1 แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของ
กลุ่มผู้เท้าแบน ในเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า



ภาพผนวกที่ ก2 แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของ
กลุ่มผู้เท้าแบน ในเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า



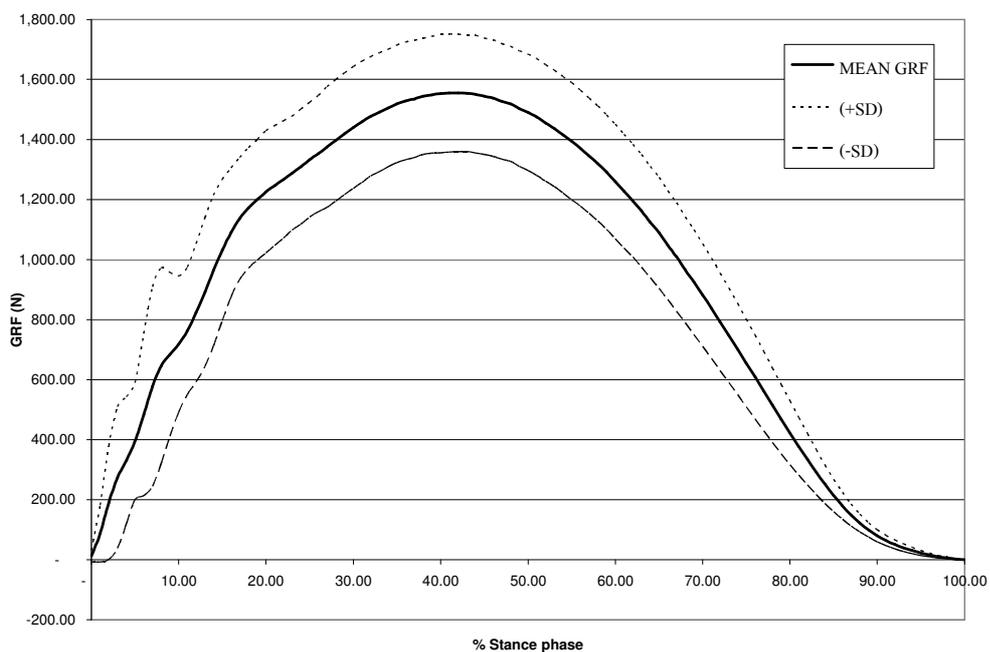
ภาพผนวกที่ ก3 แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังของกลุ่มผู้เท้าแบน ในเท้าข้างที่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า



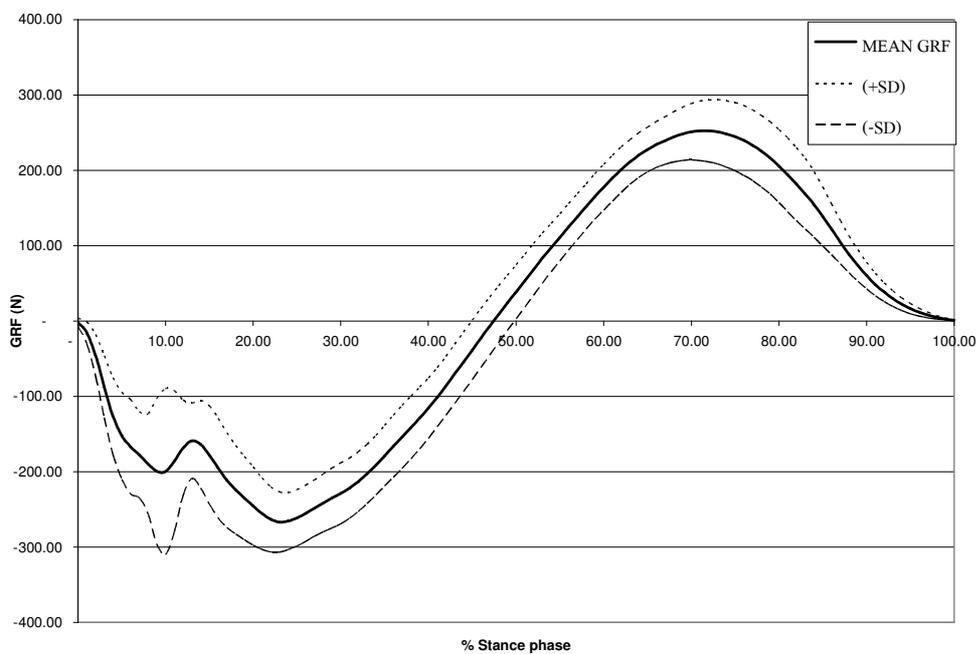
ภาพผนวกที่ ก4 แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-หลังของกลุ่มผู้เท้าแบน ในเท้าข้างที่ไม่เคยมีประวัติอักเสบของแผ่นพังศืดฝ่าเท้า

ตารางผนวกที่ ก2 แสดงแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้งและแกนหน้า-หลังของกลุ่มอู่เท้าปกติ

กลุ่มอู่เท้าปกติ	แรงกระทำจากพื้นสูงสุด ในแกนตั้ง (นิวตัน)		แรงกระทำจากพื้นสูงสุด ทางด้านหน้า (นิวตัน)		แรงกระทำจากพื้นสูงสุด ทางหลัง (นิวตัน)	
	เท้าซ้าย	เท้าขวา	เท้าซ้าย	เท้าขวา	เท้าซ้าย	เท้าขวา
1	1,526.20	1,459.60	206.00	184.00	- 276.00	- 224.00
2	1,690.00	1,727.80	276.00	284.00	- 394.00	- 367.00
3	1,605.80	1,611.80	276.00	275.00	- 191.00	- 193.00
4	1,533.20	1,455.40	225.00	234.00	- 274.00	- 251.00
5	1,224.60	1,224.00	145.00	137.00	- 224.00	- 257.00
6	1,599.60	1,626.40	295.00	241.00	- 193.00	- 272.00
7	1,464.40	1,503.40	297.00	280.00	- 187.00	- 219.00
8	1,282.60	1,274.00	179.00	188.00	- 194.00	- 180.00
9	1,293.20	1,328.80	191.00	209.00	- 275.00	- 292.00
10	1,369.40	1,336.40	207.00	190.00	- 229.00	- 225.00



ภาพผนวกที่ ก5 แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนตั้งของ
กลุ่มผู้เฒ่าปกติ



ภาพผนวกที่ ก6 แสดงถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงกระทำจากพื้นในแกนหน้า-
หลังของกลุ่มผู้เฒ่าปกติ

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ

ตารางผนวกที่ ข1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของดัชนีมวลกายและค่า Navicular height ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะอุ้งเท้าปกติ และกลุ่มตัวอย่างที่ถูกวินิจฉัยว่าอุ้งเท้าแบนทั้ง 2 ข้าง

ลักษณะทางกายภาพ	กลุ่มอุ้งเท้าแบน ($\bar{X} \pm SD$)	กลุ่มอุ้งเท้าปกติ ($\bar{X} \pm SD$)	P
ดัชนีมวลกาย	20.74 \pm 1.28	20.04 \pm 0.95	.183
ค่า NH (ขวา)	10.40 \pm 0.84	21.50 \pm 2.41	.000*
ค่า NH (ซ้าย)	10.60 \pm 0.96	22.50 \pm 2.63	.000*

* P<.05

ตารางผนวกที่ ข2 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ลักษณะของอุ้งเท้า	.080	1	.080	.402	.530
ข้างของเท้า	.610	1	.610	3.502	.089
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของอุ้งเท้าและข้างของเท้า	.003	1	.003	.013	.911
ภายในกลุ่ม	7.192	36	.200		
รวม	342.827	40			

* P<.05

ตารางผนวกที่ ข3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดในแกนตั้ง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ลักษณะของอุ้งเท้า	.011	1	.011	.088	.768
ข้างของเท้า	.004	1	.004	.035	.852
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของอุ้งเท้าและข้างของเท้า	.001	1	.001	.011	.918
ภายในกลุ่ม	4.433	36	.123		
รวม	360.035	40			

* P<.05

ตารางผนวกที่ ข4 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดทางด้านหน้า (peak anterior GRF) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ลักษณะของอุ้งเท้า	.003	1	.003	.672	.418
ข้างของเท้า	.003	1	.003	.535	.469
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของอุ้งเท้าและข้างของเท้า	.000	1	.000	.024	.878
ภายในกลุ่ม	.183	36	.005		
รวม	9.091	40			

* P<.05

ตารางผนวกที่ ข5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงกระทำจากพื้นสูงสุดทางด้านหลัง (peak posterior GRF) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ลักษณะของอุ้งเท้า	.012	1	.012	1.111	.299
ข้างของเท้า	.001	1	.001	.110	.742
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของอุ้งเท้าและข้างของเท้า	.000	1	.000	.033	.858
ภายในกลุ่ม	.397	36	.011		
รวม	11.394	40			

* P<.05

ตารางผนวกที่ ข6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของทอร์คสูงสุดของเอ็นร้อยหวายขณะถีบปลายเท้าลงระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ลักษณะของอุ้งเท้า	1.271	1	1.271	9.618	.004*
ข้างของเท้า	.113	1	.113	.858	.360
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของอุ้งเท้าและข้างของเท้า	.047	1	.047	.355	.555
ภายในกลุ่ม	4.757	36	.132		
รวม	84.560	40			

* P<.05

ภาคผนวก ค
ประวัติของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางผนวกที่ ค1 แสดงประวัติของกลุ่มตัวอย่างที่มีอุ้งเท้าปกติ

คนที่	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	เท้า ถนัด	นักวิ่งระยะ (ม.)	ค่า Navicular height (มม.)	
						ขวา	ซ้าย
1	17	50	160	ขวา	400	20	20
2	17	51	162	ขวา	400	20	20
3	17	54	167	ขวา	400	20	25
4	16	59	167	ขวา	400	25	25
5	16	58	163	ขวา	400	20	25
6	15	53	161	ซ้าย	200	25	20
7	16	54	162	ขวา	200,400	25	25
8	15	48	160	ขวา	200	20	20
9	17	50	158	ขวา	400	20	20
10	22	52	164	ขวา	200	20	20

ตารางผนวกที่ ค2 แสดงประวัติของกลุ่มตัวอย่างที่มีอุ้งเท้าแบน

คนที่	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	เท้า ถนัด	นิ้วโป้งระยะ (ม.)	ค่า Navicular height (มม.)		ข้างที่เคยมี ประวัติ อักเสบ
						ขวา	ซ้าย	
1	17	51	158	ขวา	400	10	10	ซ้าย
2	18	58	170	ขวา	400	10	10	ขวา
3	15	51	163	ขวา	400	10	10	ซ้าย
4	15	49	156	ขวา	400	10	12	ซ้าย
5	16	52	163	ขวา	400	12	12	ขวา
6	21	58	165	ขวา	400	10	10	ขวา
7	19	57	160	ขวา	200	10	10	ขวา
8	21	50.5	160	ขวา	200,400	10	10	ซ้าย
9	20	63	165	ขวา	400	10	10	ขวา
10	20	56	161	ขวา	400	12	12	ซ้าย

ประวัติการบาดเจ็บของกลุ่มตัวอย่างที่มีอุ้งเท้าแบน

คนที่ 1

ประวัติอดีต : 10 เดือนก่อน มีอาการเจ็บบริเวณอุ้งเท้าซ้ายทางด้านใน โดยจะมีอาการปวดมากในก้าวแรกขณะลุกขึ้นจากการตื่นนอนในตอนเช้าและเมื่อมีการฝึกซ้อมหนัก อาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้นั่งพัก ถ้าในช่วงพักหรือหยุดการฝึกซ้อม อาการปวดก็จะค่อยๆ ดีขึ้น โดยแต่ละครั้งจะมีอาการปวดประมาณ 1 อาทิตย์ แต่ถ้ามีการแข่งขันหรือฝึกซ้อมหนัก ก็จะมีอาการปวดเป็นเดือนถึงจะหาย

ประวัติปัจจุบัน : ไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : ไม่เคยพบแพทย์

การรักษา : แช่เท้าในน้ำอุ่น และทายานวด

คนที่ 2

ประวัติอดีต : 7 เดือนก่อน มีอาการเจ็บบริเวณอุ้งเท้าขวาทางด้านใน โดยจะมีอาการปวดมากในก้าวแรกขณะลุกขึ้นจากการตื่นนอนในตอนเช้า และจะปวดเพิ่มมากขึ้นเมื่อถีบปลายเท้าลงขณะวิ่ง โดยเฉพาะจังหวะที่ต้องเร่งความเร็ว อาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้นั่งพัก

ประวัติปัจจุบัน : มกราคม พ.ศ. 2551 เคยไปพบแพทย์ที่คลินิก แพทย์วินิจฉัยว่าเป็นแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ และแนะนำให้รักษาทางกายภาพบำบัด ปัจจุบันไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ

การรักษา : รักษาทางกายภาพบำบัดด้วยการประคบร้อน อัลตราซาวนด์และนวด

คนที่ 3

ประวัติอดีต : 12 เดือนก่อน มีอาการเจ็บบริเวณอุ้งเท้าซ้ายทางด้านใน โดยจะมีอาการปวดมากเมื่อขึ้นด้วยปลายเท้าหรือเมื่อถีบปลายเท้าลงขณะวิ่ง โดยเฉพาะจังหวะที่ต้องเร่งความเร็ว อาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้นั่งพัก ซึ่งแต่ละครั้งจะมีอาการปวดประมาณ 1 อาทิตย์ แต่ถ้ามีการแข่งขันตลอด ก็จะมีอาการปวดเป็นเดือนถึงจะหาย

ประวัติปัจจุบัน : ไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : ไม่เคยพบแพทย์

การรักษา : ไม่ได้รักษา (ปล่อยให้หายเอง)

คนที่ 4

ประวัติอดีต : 12 เดือนก่อน มีอาการเจ็บบริเวณอุ้งฝ่าเท้าซ้ายทางด้านใน โดยจะมีอาการปวดมากในก้าวแรกขณะลุกขึ้นจากการตื่นนอนในตอนเช้า และจะปวดเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการฝึกซ้อมหนัก (ช่วงก่อนการแข่งขัน) อาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้นั่งพัก ถ้าในช่วงพักหรือหยุดการฝึกซ้อม อาการปวดก็จะค่อยๆ ดีขึ้น โดยแต่ละครั้งจะมีอาการปวดประมาณ 1 อาทิตย์ แต่ถ้ามีการแข่งขันหรือฝึกซ้อมหนัก ก็จะมีอาการปวดเป็นเดือนถึงจะหาย

ประวัติปัจจุบัน : ไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : ไม่เคยพบแพทย์

การรักษา : ไม่ได้รักษา (พักและปล่อยให้หายเอง)

คนที่ 5

ประวัติอดีต : 6 เดือนก่อน มีอาการเจ็บบริเวณอุ้งฝ่าเท้าซ้ายทางด้านใน โดยจะมีอาการปวดมากในก้าวแรกขณะลุกขึ้นจากการตื่นนอนในตอนเช้า และจะปวดเพิ่มมากขึ้นเมื่อถีบปลายเท้าลงขณะวิ่ง อาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้นั่งพักหรือยืดกล้ามเนื้อ

ประวัติปัจจุบัน : ไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : ไม่เคยพบแพทย์

การรักษา : ปรคบด้วยลูกประคบ และนวดแผนไทย

คนที่ 6

ประวัติอดีต : 12 เดือนก่อน มีอาการเจ็บบริเวณอุ้งเท้าซ้ายทางด้านใน โดยจะปวดมากในก้าวแรกขณะลุกขึ้นจากการตื่นนอนในตอนเช้า และอาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้ขยับเท้าเดินสักครู่หนึ่ง ซึ่งแต่ละครั้งจะมีอาการปวดประมาณ 1-2 อาทิตย์ โดยอาการปวดจะเป็นๆ หายๆ ไม่คงที่

ประวัติปัจจุบัน : ไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : ไม่เคยพบแพทย์

การรักษา : ไม่ได้รักษา (ปล่อยให้หายเอง)

คนที่ 7

ประวัติอดีต : 6 เดือนก่อน มีอาการเจ็บอุ้งเท้าซ้ายบริเวณปุ่มกระดูกสันเท้าทางด้านใน โดยจะมีอาการปวดมากในก้าวแรกขณะลุกขึ้นจากการตื่นนอนในตอนเช้า และจะปวดเพิ่มมากขึ้นเมื่อถีบปลายเท้าลงขณะวิ่งหรือเดินเร็วๆ อาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้นั่งพัก

ประวัติปัจจุบัน : กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 เคยไปพบแพทย์ที่คลินิก แพทย์วินิจฉัยว่าเป็นแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ และแนะนำให้รักษาทางกายภาพบำบัด ปัจจุบันไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : แผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบ

การรักษา : รักษาทางกายภาพบำบัดด้วยการประคบร้อน อัลตราซาวนด์และนวด

คนที่ 8

ประวัติอดีต : 12 เดือนก่อน มีอาการเจ็บบริเวณอุ้งเท้าซ้ายทางด้านใน โดยจะปวดมากในก้าวแรกขณะลุกขึ้นจากการตื่นนอนในตอนเช้า และอาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้ขยับเท้าเดินสักครู่หนึ่ง ซึ่งแต่ละครั้งจะมีอาการปวดประมาณ 3-5 วัน

ประวัติปัจจุบัน : ไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : ไม่เคยพบแพทย์

การรักษา : ไม่ได้รักษา ปล่อยให้หายเอง บางครั้งก็แช่เท้าในน้ำอุ่น

คนที่ 9

ประวัติอดีต : 6 เดือนก่อน มีอาการเจ็บบริเวณอุ้งเท้าซ้ายทางด้านใน เมื่อกดในฝ่าเท้าจะพบว่ามีจุดกดเจ็บบริเวณด้านในของอุ้งเท้า และจะมีอาการปวดมากในก้าวแรกขณะลุกขึ้นจากการตื่นนอนในตอนเช้า อาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้ขยับเท้าเดินสักครู่หนึ่ง

ประวัติปัจจุบัน : ไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : ไม่เคยพบแพทย์

การรักษา : แช่เท้าในน้ำอุ่นและนวด

คนที่ 10

ประวัติอดีต : 9 เดือนก่อน มีอาการเจ็บบริเวณอุ้งเท้าซ้ายทางด้านใน โดยจะมีอาการปวดมากในก้าวแรกขณะลุกขึ้นจากการตื่นนอนในตอนเช้า และจะปวดเพิ่มมากขึ้นเมื่อถีบปลายเท้าลงขณะวิ่ง อาการปวดจะทุเลาลงเมื่อได้นั่งพักหรือยืดกล้ามเนื้อน่อง ซึ่งแต่ละครั้งจะมีอาการปวดประมาณ 1 อาทิตย์

ประวัติปัจจุบัน : ไม่มีอาการปวด

การวินิจฉัยทางการแพทย์ : ไม่เคยพบแพทย์

การรักษา : ประคบด้วยลูกประคบ และนวดแผนไทย

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

ที่ ศธ 0513.213/574



คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

25 สิงหาคม 2551

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

เรียน หัวหน้าศูนย์ฝึกกีฬาเยาวชน

ด้วยนางสาวไพลิน เมือกประคอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติและเท้าแบน” Significant Factors of Plantar Fascia Thickness in Normal and Flat Feet ภายใต้การควบคุมของ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ศติมณฑลกุล, Ph.D. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
 2. รองศาสตราจารย์ พญ.พิมใจ ศิริวงศ์ไพรัช, M.D. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
- ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นนักวิ่งหญิงที่เคยเข้าร่วมการแข่งขัน

ในระดับเยาวชนหรือระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 15 – 25 ปี ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสำรวจแล้วพบว่า มีนักเรียนในโรงเรียนของท่านเป็นผู้ที่ตรงตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ จำนวน 13 คน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์แก่นางสาวไพลิน เมือกประคอง ทั้งนี้ได้แนบรายชื่อและตารางการเก็บข้อมูลมาด้วยแล้ว

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ศติมณฑลกุล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
โทร 0-2579-0594
โทรสาร 0-2942-8675

ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้อุปกรณ์และสถานที่ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย



ที่ ศธ 0513.213/ ๕๗๕

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

25 สิงหาคม 2551

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ใช้อุปกรณ์และสถานที่ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา

ด้วยนางสาวไพลิน เพื่อกบระครอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติและเท้าแบน” Significant Factors of Plantar Fascia Thickness in Normal and Flat Feet ภายใต้การควบคุมของ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ศศิเมณฑลกุล, Ph.D. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
 2. รองศาสตราจารย์ พญ.พิมพ์ใจ ศิริวงศ์ไพรัช, M.D. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
- ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีที่พำนักในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สามารถที่จะ

เดินทางไปยังคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาเขตกำแพงแสนได้ คณะฯ จึงมีใคร่ขอความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และยืมอุปกรณ์ คือ

- | | |
|---|-----------------|
| 1. เครื่องวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้น รุ่น Kistler | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. เครื่องไอโซไคเนติก ยี่ห้อ BIODEX system 3 | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. ชุดจับเวลา | จำนวน 1 ชุด |

ในวันที่ 31 สิงหาคม 2551 เวลา 8.30 – 16.00 น. ทั้งนี้ได้ประสานกับคุณชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล เป็นการเบื้องต้นแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์แก่นางสาวไพลิน เพื่อกบระครอง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ศศิเมณฑลกุล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
โทร 0-2579-0594
โทรสาร 0-2942-8675

ภาคผนวก จ

เอกสารรับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี



คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล
ถนนพระราม 6 กทม. 10400
โทร. (662) 354-7275, 201-1296 โทรสาร (662) 354-7233
Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University
Rama VI Road, Bangkok 10400, Thailand
Tel. (662) 354-7275, 201-1296 Fax (662) 354-7233

เอกสารรับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี
มหาวิทยาลัยมหิดล

เลขที่ ๒๕๕๑/๕๐๔

ชื่อโครงการ	ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติและเท้าแบน
เลขที่โครงการ/รหัส	ID ๐๗ - ๕๑ - ๓๔ ๖
ชื่อหัวหน้าโครงการ	นางสาวไพลิน เฟือกประคอง
สถานศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอรับรองว่าโครงการดังกล่าวข้างต้นได้ผ่านการพิจารณาเห็นชอบโดยสอดคล้องกับแนวปฏิบัติ
เฮลซิงกิ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

ลงนาม
กรรมการและเลขานุการจริยธรรมการวิจัยในคน (รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงดวงฤดี วัฒนศิริชัยกุล)

ลงนาม
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน (ศาสตราจารย์ นายแพทย์บุญส่ง องค์กร์พัฒนากุล)

วันที่รับรอง ๑๖ กรกฎาคม ๒๕๕๑



คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

ถนนพระราม 6 กทม. 10400

โทร. (662) 354-7275, 201-1296 โทรสาร (662) 354-7233

Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University

Rama VI Road, Bangkok 10400, Thailand

Tel. (662) 354-7275, 201-1296 Fax (662) 354-7233

**Documentary Proof of Ethical Clearance Committee on Human Rights
Related to Researches Involving Human Subjects
Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University**

No. MURA2008/904

Title of Project	Significant Factors of Plantar Fascia Thickness in Normal and Flat Feet
Protocol Number	ID 07 – 51 – 34
Principal Investigator	Miss Pailin Puagprakong
Education Address	Faculty of Sport Science Kasetsart University

The aforementioned project has been reviewed and approved by Committee on Human Rights Related to Researches Involving Human Subjects, based on the Declaration of Helsinki.

Signature of Secretary 
Committee on Human Rights Related to Researches Involving Human Subjects Assoc. Prof. Duangrudee Wattanasirichaigoon, M.D.

Signature of Chairman 
Committee on Human Rights Related to Researches Involving Human Subjects Prof. Boonsong Ongphiphadhanakul, M.D.

Date of Approval July 16, 2008



คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

ถนนพระราม 6 กทม. 10400

โทร. (662) 354-7275, 201-1296 โทรสาร (662) 354-7233

Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University

Rama VI Road, Bangkok 10400, Thailand

Tel. (662) 354-7275, 201-1296 Fax (662) 354-7233

ที่ จวก ๑๓๕๔/๒๕๕๑

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

วันที่ ๒๘ กรกฎาคม ๒๕๕๑

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

เรียน นางสาวไพลิน เตือกประคอง

อ้างถึง โครงการวิจัยเรื่อง ปิงจี้ที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังคีฟ่าทำในเท้าปกติและเท้าแบน
หมายเลขโครงการวิจัย ID ๐๗ - ๕๑ - ๑๔ ๖

ในนามของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ผมขอแสดงความยินดีที่โครงการวิจัยดังกล่าวข้างต้นของท่านได้ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการฯ แล้ว

เพื่อให้สอดคล้องกับระเบียบปฏิบัติคณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามธิบดี ว่าด้วยการศึกษาวิจัยและการทดลองในมนุษย์ พ.ศ. ๒๕๕๔ คณะกรรมการฯ ขอให้ท่านถือปฏิบัติโดยเป็นไปตามข้อแนะนำดังต่อไปนี้

๑. การดำเนินการวิจัยจะต้องเป็นไปตามโครงร่างวิจัยล่าสุดที่ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนแล้ว
๒. การดำเนินการวิจัยจะต้องไม่เบี่ยงเบนไปจากโครงร่างวิจัยหรือมีการเปลี่ยนโครงร่างการวิจัยก่อนที่การแก้ไขเพิ่มเติมโครงร่างวิจัยนั้นจะได้รับการอนุมัติและเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนก่อน ยกเว้นในกรณีจำเป็นที่จะต้องกระทำไปก่อนเพื่อจัดอันตรายเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นกับผู้ยินยอมคนให้ทำวิจัย
๓. ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงชื่อโครงการไปจากชื่อเดิมที่เสนอไว้ ต่อคณะกรรมการฯ ต้องแจ้งชื่อมายังคณะกรรมการฯ เพื่อออกหนังสือรับรองให้เสมอ
๔. ผู้ยินยอมคนให้ทำวิจัยจะต้องได้รับเอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้ยินยอมคนให้ทำวิจัย (Patient/Participant Information Sheet) และลงนามในหนังสือยินยอมโดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจ (Informed Consent Form) ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย
๕. ในเอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้ยินยอมคนให้ทำวิจัย (Patient's Information Sheet) จะต้องพิมพ์ข้อความดังต่อไปนี้ไว้ด้วยทุกครั้ง

" ถ้าท่านมีข้อข้องใจหรือมีความกังวลใจเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัยของโครงการวิจัยนี้ ท่านสามารถติดต่อได้ที่ ประธานกรรมการ จริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามธิบดี หน่วยจริยธรรมการวิจัยในคน สำนักงานวิจัยคณะฯ อาคารวิจัยและสวัสดิการ ชั้น ๓ (ห้อง ๓) โทรศัพท์ ๐๒-๒๑๑ ๑๕๕๔ ในเวลาราชการ"

๖. ความลับของผู้ยินยอมคนให้ทำวิจัย จะต้องถูกปกปิดไว้ตลอดเวลา ยกเว้นถ้าเป็นคำสั่งตามกฎหมาย

สุดท้ายนี้ ขอให้โครงการวิจัยของท่านประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายอันจะนำมาซึ่งความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการ และเพื่อประโยชน์ของมนุษยชาติสืบต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์บุญส่ง องค์กรพัฒน์กุล)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

ภาคผนวก ข

หนังสือแสดงความยินยอมการเข้าร่วมใน โครงการวิจัย

หนังสือแสดงความยินยอมการเข้าร่วมในโครงการวิจัย

INFORMED CONSENT FORM

ข้าพเจ้า เด็กหญิง / นางสาว.....

ให้ความยินยอมที่จะเข้าเกี่ยวข้องในการวิจัย/ค้นคว้า เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติและเท้าแบนของนักวิ่งหญิง (Significant Factors of Plantar Fascia Thickness in Normal and Flat Feet of Female Runners) ซึ่งผู้วิจัย ได้แก่ นางสาวไพลิน เพ็ญประคอง ได้อธิบายต่อข้าพเจ้าเกี่ยวกับการวิจัยครั้งนี้แล้ว (ตามรายละเอียดที่แนบมากับหนังสือยินยอมนี้)

ผู้วิจัยมีความยินดีที่จะให้คำตอบต่อคำถามประการใดที่ข้าพเจ้าอาจจะมีได้ตลอดระยะเวลาการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลการวิจัย และผู้วิจัยจะได้ปฏิบัติในสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายหรือจิตใจของข้าพเจ้าตลอดการวิจัยนี้ และรับรองว่าหากเกิดมีอันตรายใดๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาอย่างเต็มที่

ข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมวิจัยโดยสมัครใจ และสามารถที่จะถอนตัวจากการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ ทั้งนี้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการรักษาพยาบาลที่ข้าพเจ้าจะได้รับ และในกรณีที่เกิดข้อข้องใจหรือปัญหาที่ข้าพเจ้าต้องการปรึกษากับผู้วิจัย ข้าพเจ้าสามารถติดต่อกับผู้วิจัย คือ นางสาวไพลิน เพ็ญประคอง ได้ที่ 49/22 ถ.ประชาชื่น ต.บางเขน อ.เมืองนนทบุรี จ.นนทบุรี 10160 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 083-8287185

โดยการลงนามนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้สละสิทธิ์ใดๆ ที่ข้าพเจ้าพึงมีตามกฎหมาย

ลายมือชื่อผู้เข้าร่วมวิจัย _____ วัน-เดือน-ปี _____

(_____)

ลายมือชื่อผู้ให้ข้อมูลการวิจัย _____ วัน-เดือน-ปี _____

(_____)

พยาน _____ วัน-เดือน-ปี _____

(_____)

รายละเอียดการวิจัย

ชื่อเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าในเท้าปกติและเท้าแบนของนักวิ่งหญิง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักวิ่งหญิงที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันในระดับเยาวชนหรือระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 15-22 ปี จำนวน 20 คน ที่มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ (BMI normal = 18.5-24.9) จากกลุ่มประชากรทั้งหมด 54 คน ภายใต้งี้อุ่นใจ คือ กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะอุ้งเท้าปกติ จำนวน 10 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ถูกวินิจฉัยว่าอุ้งเท้าแบนทั้ง 2 ข้างจากการตรวจอุ้งเท้าแบบ Navicular height (NH) จำนวน 10 คน และเคยมีอาการของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าอักเสบเพียงข้างเดียว แต่ไม่มีอาการปวดบริเวณฝ่าเท้าในระยะเวลา 6 เดือนก่อนการทดลอง

วิธีการทดลอง

ในการทดลองผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้

1. ความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้าสามารถประเมินด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (high-frequency sonography) กับหัวตรวจแบบ L 12-5 MHz Broadband Linear Array (Philips, iU22 intelligent ultrasound system) โดยทำการวัดกับเท้าทั้งสองข้างและมีวิธีดำเนินการดังนี้ คือ ให้ผู้เข้าร่วมนอนคว่ำบนเตียงและเท้าพ้นขอบเตียง จากนั้นจึงนำหัวตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง วางบนฝ่าเท้าในลักษณะตั้งฉากกับแผ่นพังผืดฝ่าเท้าบริเวณด้านข้าง (sagittal plane) ของเท้า แล้วทำการบันทึกภาพคลื่นเสียงความถี่สูง (sagittal sonography image) และวัดความหนาของแผ่นพังผืดฝ่าเท้า ซึ่งอยู่ห่างจากจุดเกาะต้น 1.5 เซนติเมตร (Alshami, 2007)

2. แรงกระทำจากพื้นสูงสุดในขณะวิ่ง

ให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งด้วยความเร็ว 3.5-4 เมตรต่อวินาที เป็นระยะทางประมาณ 10 เมตร โดยที่พื้นจะมีแผ่นบันทึกแรงกระทำจากพื้นติดตั้งไว้ และในขณะที่วิ่งนั้นให้เท้าข้างที่ต้องการศึกษากระทบกับแผ่นวัดแรงโดยก่อนทดสอบจริงให้กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกซ้อมวิ่ง 2-3 ครั้ง แล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่างทำการวิ่งทั้งหมด 5 ครั้ง ซึ่งความเร็วในการวิ่งถูกควบคุมโดยชุดจับเวลา (timer) และแผ่นวัดแรงทำการบันทึกแรงกระทำจากพื้นด้วยความถี่ 1,000 เฮิร์ตซ์

3. ทอร์กสูงสุดของเอ็นร้อยหวายในขณะถีบปลายเท้าลง

ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งเหยียดขาบนเบาะนั่งของเครื่องไอโซไคเนติก โดยให้เท้าวางอยู่บนที่วางเท้าของเครื่องมือและจัดให้เท้าอยู่ในท่าทางกายวิภาค (anatomical position) แล้วจึงทำการยืดตริ่งเท้า จากนั้นจึงให้กลุ่มตัวอย่างทำการกระดกเท้าขึ้นและลงเต็มที่จำนวน 3 ครั้ง โดยตั้งโปรแกรมไว้แบบ concentric isokinetic โดยกำหนดความเร็วที่ 30 เรเดียนต่อวินาที เนื่องจากเป็นความเร็วที่รายงานค่าทอร์กสูงสุดของการถีบปลายเท้าลง (peak torque of plantarflexion) เมื่อเทียบกับความเร็วอื่น

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวไพลิน เพ็ญประคอง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	29 ธันวาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2547
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่เวชศาสตร์การกีฬา ประจำศูนย์กีฬา บริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนสนับสนุนคุณภาพงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อการตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ ประจำปีงบประมาณ 2551 จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์