ผลของการฝึกโดยแองเคิลดิสค์ร่วมกับการพันเทปต่อโปรปริโอเซ็บชัน ในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง

นางสาวปัทมา สุวรรณคำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา หลักสูตรเวชศาสตร์การกีฬา
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545
ISBN 974-17-3174-4
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF ANKLE DISK TRAINING COMBINED WITH ANKLE TAPING ON PROPRIOCEPTION IN ATHLETES WITH A HISTORY OF CHRONIC ANKLE SPRAIN

Miss Patama Suwanakum

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Sports Medicine

Program of Sports Medicine

Faculty of Medicine

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-3174-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกโดยแองเคิลดิสค์ร่วมกับการพันเทปต่อโปรปริโอเซ็บชันในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง
โดย	นางสาวปัทมา สุวรรณคำ
สาขาวิชา	เวชศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นายแพทย์อี๊ด ลอประยูร

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะแพทยศาสตร์
(ศาสตราจารย์นายแพทย์ภิรมย์ กมลรัตนกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ประสงค์ ศิริวิริยะกุล)

…… อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์นายแพทย์อี๊ด ลอประยูร)

……กรรมการ
(อาจารย์ดร.สุวัตร สิทธิหล่อ)

……..กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์สมพล สงวนรังศิริกุล)

……..กรรมการ
(อาจารย์นายแพทย์ดร.ภาสกร วัธนธาดา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัทมา สุวรรณคำ: ผลของการฝึกโดยแองเคิลดิสค์ร่วมกับการพันเทปต่อโปรปริโอเซ็บชันในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง. (Effect of Ankle Disk Training Combined with Ankle Taping on Proprioception in Athletes with a History of Chronic Ankle Sprain) อ.ที่ปรึกษา: อาจารย์นายแพทย์อี๊ด ลอประยูร, 92 หน้า. ISBN 974-17-3174-4

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการฝึกโดยแองเคิลดิสค์ร่วมกับการพันเทปต่อโปรปริโอเซ็บชันในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยเป็นนักกีฬา 26 คน อายุระหว่าง 18-25 ปี มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรังภายใน 18 เดือนก่อนวันทำการศึกษาวิจัยและเกิดข้อเท้าแพลงระดับ 2 ในข้างเดียวกันก่อนเข้าร่วมการศึกษาวิจัย 1 สัปดาห์ แบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมการวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ในกลุ่มควบคุมได้รับการรักษาข้อเท้าแพลงโดยวิธีมาตรฐาน ส่วนกลุ่มทดลองได้รับการรักษาวิธีมาตรฐานร่วมกับโปรแกรมการฝึกโดยแองเคิลดิสค์ร่วมกับการพันเทป โดยฝึกโดยแองเคิลดิสค์ร่วมกับการพันเทปฝึกวันละ 10 นาที, 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ตัวชี้วัดในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้ area of postural sway เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของระบบ proprioception ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยได้รับการทดสอบโดยการยืนบนขาข้างที่ได้รับบาดเจ็บในแต่ละสัปดาห์ตั้งแต่ก่อนการศึกษา, ระหว่างการฝึกทุกสัปดาห์, และหลังการฝึก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าเมื่อครบ 8 สัปดาห์ของการศึกษา ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ area of postural sway ระหว่างทั้งสองกลุ่มที่ระดับ $p < 0.05$ สรุปผลการวิจัยคือ การฝึกโดยแองเคิลดิสค์ร่วมกับการพันเทปเพิ่มเติมจากวิธีรักษามาตรฐานไม่สามารถเพิ่ม proprioception จากการเปลี่ยนแปลง area of postural sway ได้มากกว่าการรักษาวิธีมาตรฐานเพียงอย่างเดียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักสูตร ....เวชศาสตร์การกีฬา.... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....เวชศาสตร์การกีฬา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา .....2545.....

4375239530: MAJOR SPORTS MEDICINE

KEY WORD: ANKLE INVERSION SPRAIN / PROPRIOCEPTION / ANKLE DISK TRAINING

PATAMA SUWANAKUM: EFFECT OF ANKLE DISK TRAINING COMBINED WITH ANKLE TAPING ON PROPRIOCEPTION IN ATHLETES WITH A HISTORY OF CHRONIC ANKLE SPRAIN. THESIS ADVISOR: EAD LORPRAYOON, M.D., 92 PP. ISBN 974-17-3174-4

The objective of this study was to evaluate the effect of ankle disk training combined with ankle taping on proprioception in athletes with a history of chronic ankle sprain. Twenty-six athletes, aged between 18 and 25 years with a history of ankle sprain 18 months prior to the study and current grade II sprain at the same side one week prior to the study agreed to participate. The subjects were randomized into two groups: the experimental and control group. The control group was intervened by a standard treatment, whereas the experimental group was intervened by ankle disk training combined with ankle taping additional to a standard treatment. Ankle disk training combined with ankle taping was scheduled 10 minutes a day, 3 times a week, for 8 weeks.

The parameter of this study was the area of postural sway to assess training effect to proprioception. Subjects were required to stand on an injury limb prior to the study, every week during training protocol, and after the training period.

The results revealed that there was no significant difference in the area of postural sway between two groups at $p < 0.05$ after eight weeks of training. In conclusion, an additional protocol of ankle disk training combined with ankle taping could not improve proprioception assessed by area of postural sway than a standard treatment.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Program……..Sports Medicine.…. Student's signature……

Field of study…. Sports Medicine.… Advisor's signature……..……..

Academic year……. 2002……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนจากองค์กรและบุคลากรหลายฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นในด้านของกำลังกาย กำลังใจ สติปัญญา เวลา หรือทุนทรัพย์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัจจัยเกื้อหนุนสำคัญต่อการศึกษาวิจัย ซึ่งไม่อาจจะละเลยโดยไม่กล่าวถึง ณ ที่นี้ได้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์นายแพทย์อี๊ด ลอประยูร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์นายแพทย์ประสงค์ ศิริวิริยะกุล ประธานสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ดร.สุวัตร สิทธิหล่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์สมพล สงวนรังศิริกุล และอาจารย์นายแพทย์ดร. ภาสกร วัธนธาดา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำให้คำปรึกษาตลอดกระบวนการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ของการเก็บข้อมูล ซึ่งทำให้ผู้ทำการวิจัยมีกำลังใจในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ ขอขอบพระคุณ คุณชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล นักกายภาพบำบัด 6 ที่ให้ความช่วยเหลือในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย มากไปกว่านั้นในการศึกษาครั้งนี้ยังได้รับทั้งน้ำใจและกำลังใจจากเพื่อนๆนักศึกษาปริญญาโทเวชศาสตร์การกีฬาหลายๆท่าน ที่พยายามช่วยเหลือและสละเวลาเป็นธุระให้ในหลายสิ่งหลายอย่าง ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณและส่งความปรารถนาดีไปยังผู้ที่ให้ความช่วยเหลือสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี ตั้งแต่เริ่มแรกจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการวิจัย

สุดท้ายขอขอบพระคุณอาจารย์นายแพทย์ดร. ภาสกร วัธนธาดา ที่กรุณาดูแลให้คำแนะนำปรึกษาตั้งแต่เริ่มต้นการศึกษาวิจัย เสนอความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ และแก้ไขข้อบกพร่องในการดำเนินการวิจัยจนกระทั่งงานวิจัยสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ปัทมา สุวรรณคำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญรูปภาพ..... ฌ

สารบัญตาราง..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

คำถามการวิจัย..... 5

สมมติฐานการวิจัย..... 5

วัตถุประสงค์การวิจัย..... 5

ขอบเขตของการวิจัย..... 5

ข้อตกลงเบื้องต้น..... 5

ข้อจำกัดในการวิจัย..... 6

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 7

รูปแบบของการวิจัย..... 7

วิธีการดำเนินการวิจัย..... 7

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย..... 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

แนวคิดและทฤษฎี..... 9

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 29

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 35

ประชากรและตัวอย่าง..... 35

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 37

หลักการทำงานของ force plate..... 38

การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 41

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 44

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	45
ผลการวิเคราะห์.....	45
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	55
สรุปผลการวิจัย.....	55
อภิปรายผลการวิจัย.....	55
ข้อเสนอแนะ.....	60
รายการอ้างอิง.....	61
ภาคผนวก	
ส่วนที่ 1. เอกสารแนะนำอาสาสมัครและ ใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย.....	67
ส่วนที่ 2. ตารางเลขสุ่ม.....	72
ส่วนที่ 3. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้า…….	73
ส่วนที่ 4. การเก็บข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมทำการวิจัย…….....	75
ส่วนที่ 5. ค่า Distance sway.....	76
ส่วนที่ 6. ข้อมูล Area of postural sway, mediolateral sway, anteroposterior sway และ distance sway ของผู้เข้าร่วมทำการวิจัย.....	79
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	92

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายวิภาคของข้อเท้า..... 11

ภาพที่ 2 เอ็นข้อเท้าด้านนอก..... 11

ภาพที่ 3 การเคลื่อนไหวข้อเท้า..... 13

ภาพที่ 4 Membranous labyrinth..... 26

ภาพที่ 5 Ankle disk..... 37

ภาพที่ 6 Force plate สำหรับเก็บข้อมูล postural sway..... 37

ภาพที่ 7 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูล..... 38

ภาพที่ 8 แนวแรงที่เกิดจาก 4 sensors ของ force plate..... 39

ภาพที่ 9 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของแรงในแนว vertical
กับจุด center of pressure (COP)..... 40

ภาพที่ 10 การคำนวณพื้นที่ของ COP..... 41

ภาพที่ 11 แสดงการพันเทปแบบ Gibney technique..... 42

ภาพที่ 12 แสดงการยืนบน Force plate..... 43

ภาพที่ 13 กราฟเปรียบเทียบค่าพื้นที่เฉลี่ยในผู้เข้าร่วมทำการ
วิจัยทั้งสองกลุ่มใน 8 สัปดาห์ที่ทำการรักษา..... 50

ภาพที่ 14 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Mediolateral swayในผู้เข้าร่วม
ทำการวิจัยทั้งสองกลุ่มตลอด 8 สัปดาห์ที่ทำการรักษา..... 52

ภาพที่ 15 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Anteroposterior sway ในผู้เข้าร่วม
ทำการวิจัยทั้งสองกลุ่มตลอด 8 สัปดาห์ที่ทำการรักษา..... 54

ภาพที่ 16 การทดสอบความแข็งแรงของ
กล้ามเนื้อกลุ่ม plantar flexors..... 73

ภาพที่ 7 การทดสอบความแข็งแรงของ
กล้ามเนื้อกลุ่ม dorsiflexors..... 73

ภาพที่ 18 การทดสอบความแข็งแรงของ
กล้ามเนื้อกลุ่ม invertors..... 74

ภาพที่ 19 การทดสอบความแข็งแรงของ
กล้ามเนื้อกลุ่ม evertors..... 74

ภาพที่ 20 กราฟเปรียบเทียบค่า distance sway เฉลี่ยในผู้เข้าร่วม
ทำการวิจัยทั้งสองกลุ่มใน 8 สัปดาห์ที่ทำการรักษา..... 78

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยแยกตามลักษณะกีฬาที่เล่น..... 46

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนผู้เข้าการศึกษาวิจัยจำแนกตามเพศ..... 46

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกาย
ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัย..... 47

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนครั้งที่เกิดข้อเท้าแพลง
ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่ม..... 48

ตารางที่ 5 แสดงค่า baseline ค่าพื้นที่, Maximum mediolateral sway และ
anteroposterior sway ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่ม..... 48

ตารางที่ 6 แสดงค่าพื้นที่ของ Center of pressure
ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยกลุ่มทดลอง..... 49

ตารางที่ 7 แสดงค่าพื้นที่ของ Center of pressure
ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยกลุ่มควบคุม..... 49

ตารางที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพื้นที่
ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่ม..... 50

ตารางที่ 9 แสดงค่า Maximum mediolateral sway ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัย
ที่วัดโดย force plate ในกลุ่มทดลอง..... 51

ตารางที่ 10 แสดงค่า Maximum mediolateral sway ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัย
ที่วัดโดย force plate ในกลุ่มควบคุม..... 51

ตารางที่ 11 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า Mediolateral sway
ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่ม..... 52

ตารางที่ 12 แสดงค่า Maximum anteroposterior sway ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัย
ที่วัดโดย force plate ในกลุ่มทดลอง..... 53

ตารางที่ 13 แสดงค่า Maximum anteroposterior sway ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัย
ที่วัดโดย force plate ในกลุ่มควบคุม..... 53

ตารางที่ 14 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า Anteroposterior sway
ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่ม..... 54

ตารางที่ 15 แสดงค่าพื้นที่และค่า Distance sway ที่ได้จากการคำนวณ COP..... 76

ตารางที่ 16 แสดงค่า Distance sway ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัย
ที่วัดโดย force plate ในกลุ่มทดลอง..... 77

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ 17 แสดงค่า Distance sway ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัย
ที่วัดโดย force plate ในกลุ่มควบคุม..... 77

ตารางที่ 18 แสดงผลการเปรียบเทียบค่า Distance sway
ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่ม..... 78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบาดเจ็บที่ข้อเท้าเป็นการบาดเจ็บที่พบได้มากในนักกีฬา โดยพบมากในกีฬาวิ่งและกระโดด จากการศึกษาของ Watson (1993) ต่ออุบัติการณ์การเกิดการบาดเจ็บในนักกีฬาไอร์แลนด์ 324 คน เป็นระยะเวลา 12 เดือน มีการบาดเจ็บทั้งหมด 680 การบาดเจ็บ พบว่าการบาดเจ็บที่พบมากที่สุดคือ muscle strain 22% รองลงมาคือ ankle sprain 13% และ knee overuse injuries 12 % และ Watson (1999) ได้ศึกษาการบาดเจ็บในนักกีฬาฟุตบอลและนักกีฬาขว้างจำนวน 80 คน อายุ 18-27 ปี โดยการศึกษาใช้ระยะเวลา 4 ปี โดยมีสมมติฐานคือ ข้อเท้าแพลงเป็นการบาดเจ็บที่เกิดได้มากที่สุด ผลการศึกษาจากการบาดเจ็บทั้งหมด 962 การบาดเจ็บ ซึ่งรวมถึง 218 strains คิดเป็น 22.7 %, 184 sprains คิดเป็น 19.1%, 163 overuse injuries คิดเป็น 16.9% และ 143 contusion คิดเป็น 14.9% ในส่วนของ sprain พบว่า ankle sprain เป็นการบาดเจ็บที่พบมากที่สุด คือ 122 การบาดเจ็บ มีเพียง 18 ใน 122 ankle sprains (14.8%) ที่ไม่มีการบาดเจ็บมาก่อน ส่วนอีก 104 ankle sprains เป็นการบาดเจ็บซ้ำ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า ankle sprain มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นได้อีก

สำหรับในประเทศไทย ธีรวัฒน์ กุลทนันทน์ (1982) ได้ศึกษานักกีฬาที่ได้รับภยันตรายของข้อเท้าจากการเล่นกีฬา ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย ตั้งแต่มกราคม ค.ศ. 1982 ถึงธันวาคม ค.ศ. 1984 จำนวน 219 ราย เป็นชาย 138 ราย หญิง 81 ราย อายุ 7-57 ปี เป็นข้อเท้าขวา 105 ราย ข้อเท้าซ้าย 108 ราย และเป็นทั้ง 2 ข้าง 6 ราย ลักษณะการบาดเจ็บเป็นข้อเท้าแพลงแบบเฉียบพลัน 117 ราย เป็นการบาดเจ็บที่กระดูก 1 ราย และข้อเท้าแพลงแบบเรื้อรัง 35 ราย

Rebman (1986) กล่าวว่าข้อเท้าแพลงโดยส่วนใหญ่มักเกิดจากท่าที่ข้อเท้าบิดเข้าด้านใน (inversion) ทำให้เกิดอันตรายหรือฉีกขาดของเอ็น (ligament) ที่ด้านนอกของข้อเท้า อันได้แก่ anterior talofibular ligament ซึ่งเป็นเอ็นที่เกิดการฉีกขาดได้มากที่สุด มักเกิดจากท่างอข้อเท้าและข้อเท้าพลิกเข้าใน (plantar flexion and inversion) ส่วน posterior talofibular ligament พบน้อย มักเกิดในท่าข้อเท้าบิดเข้าใน โดยฝ่าเท้าอยู่ราบกับพื้นและ calcaneofibular ligament เป็นเอ็นที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ข้อเท้ามีความมั่นคง ถ้ามีการฉีกขาดเกิดขึ้นมักเกิดจากอันตรายที่รุนแรง ข้อเท้าแพลงโดยส่วนใหญ่ 85 % เป็นการบาดเจ็บบริเวณเอ็นด้านนอกของข้อเท้า ในขณะที่เอ็นด้านในคือ deltoid ligament บาดเจ็บเพียง 3-5 % หลังเกิดข้อเท้าแพลงสิ่งที่พบได้หลังการบาดเจ็บคือ ความ

เจ็บปวดที่หลงเหลืออยู่และข้อต่อขาดความมั่นคง และพบว่า 31% เกิดเป็นการบาดเจ็บเรื้อรังหรือเกิดการบาดเจ็บซ้ำ

จากการศึกษาของ Freeman และ Wayke, 1965; Prins, 1978; Tropp, 1985; Kannus และ Renstrom, 1991 พบว่าปัญหาแทรกซ้อนที่พบได้มากที่สุดภายหลังจากเกิดข้อเท้าแพลงคือ ข้อเท้าขาดความมั่นคง (mechanical instability) และ functional instability โดย mechanical instability มีความผิดปกติการเคลื่อนไหวของข้อเท้ามากกว่าปกติและจำเป็นต้องให้บริเวณที่ได้รับบาดเจ็บมีการเคลื่อนไหวน้อยที่สุด ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเกิดที่เอ็นของข้อเท้า ส่วน functional instability นั้นจะบ่งบอกภาวะที่ข้อขาดความมั่นคงและมีแนวโน้มที่จะเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำได้อีก โดยพบว่า functional instability จะเป็นอาการที่หลงเหลืออยู่มากที่สุดหลังการเกิดข้อเท้าแพลง ซึ่ง 3 สาเหตุหลักที่ทำให้เกิด functional instability คือ 1. การสูญเสียระบบ proprioception 2. กล้ามเนื้ออ่อนแรง และ 3. ligamentous laxity

ดังนั้นเพื่อประเมินผู้ป่วยที่มีข้อเท้าแพลงเรื้อรังว่ามีความสูญเสียในระบบ proprioception, การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้า และ ligamentous laxity เกิดขึ้นในลักษณะใด Lentell และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินสภาวะความผิดปกติหลังการเกิดข้อเท้าแพลงในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงที่มี functional instability จำนวน 42 คน โดยทำการประเมินระบบ proprioception ด้วยการทำ passive movement sense into inversion, การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการวัด peak torque ของกล้ามเนื้อ evertors และ stress radiograph เพื่อประเมินสภาวะความมั่นคงของข้อเท้า ผลการศึกษาพบว่ามีผู้ป่วย 34 คนที่ได้รับการทดสอบ stress radiograph พบข้างที่ได้รับบาดเจ็บ ข้อเท้าขาดความมั่นคงมากกว่าข้างปกติอย่างมีนัยสำคัญ และมีการสูญเสีย passive movement sense แตกต่างจากข้างปกติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบเป็นการสูญเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างในด้าน peak torque ของกล้ามเนื้อ evertors

นอกจากนี้ Konradsen, Olesen และ Hansen (1998) ได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยที่มีข้อเท้าแพลงใน grade II (partial ligament rupture) ถึง grade III (total ligament rupture) ต่อการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ evertors และ sensorimotor control function หลังการเกิดข้อเท้าแพลงเฉียบพลันเป็นครั้งแรก โดยทำการทดสอบ 1. pathologic talar tilt และ anterior talar translation ที่สัปดาห์ที่ 1 และ 12 หลังการบาดเจ็บ 2. isometric eccentric ankle inversion strength 3. peroneal reaction time to sudden ankle inversion ที่สัปดาห์ที่ 3, 6 และ 12 หลังการบาดเจ็บ และ 4. ความถูกต้องของ inversion position assessment ที่สัปดาห์ที่ 1, 3, 6 และ 12 หลังการบาดเจ็บ ผลการศึกษาพบว่า ในสัปดาห์แรกผู้ป่วยมี mechanical instability 19 คน จากทั้งหมด 40 คน คิดเป็น 47.5% และลดลงเหลือ 4 คนคิดเป็น 9 % ในสัปดาห์ที่ 12 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ evertors ลดลง พบ 88 % เทียบกับข้างปกติในสัปดาห์ที่ 3 และเป็นปกติในสัปดาห์ที่ 6 ค่า peroneal reaction time ข้างที่ได้รับบาดเจ็บไม่มีความแตกต่างกับด้านตรงข้ามในสัปดาห์ที่ 3, 6 และ 12 หลังได้รับ

บาดเจ็บ ระดับของ position sense error 190% เทียบกับข้างปกติในสัปดาห์ที่ 1 และค่ายังมีความผิดปกติอยู่ที่ 133% ในสัปดาห์ที่ 12

จะเห็นได้ว่าการสูญเสียระบบ proprioception เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้มากในผู้ป่วยข้อเท้าแพลง Bernier และ Perrin (1998) กล่าวว่า จากการบาดเจ็บของเอ็นที่ข้อเท้าครั้งแรกเกิดการทำลายของ joint mechanoreceptors ซึ่งมีความไวต่อ joint pressure และ tension ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนไหว และ static position ถ้าหากมีความผิดปกติของ afferent input จาก mechanoreceptors ไม่ส่งผลแต่เฉพาะความรู้สึกของการเคลื่อนไหวและ position เท่านั้นแต่ยังส่งผลถึง proprioceptive reflex ที่ควบคุมท่าทางและ coordination การศึกษา functional instability ของข้อเท้าจึงได้มีการศึกษาโดยใช้การทดสอบของ joint position sense, reaction time ของกล้ามเนื้อ peroneal ในผู้ป่วยที่มีข้อเท้าแพลง, postural sway ขณะยืนขาเดียว โดย parameters เหล่านี้มีความสำคัญในการใช้ทดสอบ functional instability ของข้อเท้าได้ ผลจากการลดลงของ proprioceptive information จาก joint, ligament และ capsule ทำให้มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บซ้ำอีกโดย proprioception จะบ่งบอกถึงการรับรู้ในเรื่องท่าทาง, การเคลื่อนไหว, การเปลี่ยนแปลงสมดุลและตำแหน่งน้ำหนักและแรงต้านทานของวัตถุที่สัมพันธ์กับร่างกาย ดังนั้นเพื่อลดอุบัติการณ์ของการเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำ การฝึก proprioception จึงเป็นส่วนประกอบประกอบจำเป็นสำหรับโปรแกรมการฟื้นฟู

Mascaro และ Swanson (1994) ได้แบ่งโปรแกรมการฟื้นฟูผู้ป่วยข้อเท้าแพลงเป็น 4 ระยะด้วยกันคือ ระยะที่ 1 (Acute Phase) เป็นการบาดเจ็บระยะเฉียบพลัน ในระยะนี้การควบคุมการบวมเป็นสิ่งจำเป็นในช่วงแรกของการบาดเจ็บ การบวมของเนื้อเยื่อทำให้เพิ่มการยึดติด ซึ่งจะทำให้การหายช้าลงและทำให้มุมการเคลื่อนไหวลดลง ควรให้เอ็นที่ได้รับบาดเจ็บอยู่นิ่งๆ แล้วให้การรักษาขั้นแรกคือ พักการใช้งาน, ใช้ความเย็นประคบ, ใช้ผ้ายืดหรือเทปพันและยกบริเวณที่บาดเจ็บให้สูง ความสามารถในการลงน้ำหนักขึ้นกับความรุนแรงของการบาดเจ็บ ถ้าเป็นการบาดเจ็บที่รุนแรงจะไม่ลงน้ำหนักหรือแตะพื้นเบาๆใน 24-72 ชั่วโมงแรกของการบาดเจ็บ แต่การกระตุ้นให้ลงน้ำหนักให้เร็วที่สุดเป็นสิ่งที่ควรกระทำเพื่อป้องกันการสูญเสียระบบ proprioception

ระยะที่ 2 (Subacute or Early Rehabilitation Phase) เมื่ออาการบวมและอาการปวดลดลง นักกีฬาจะเข้าสู่ระยะที่ 2 ของการฟื้นฟู การใช้การรักษาทางไฟฟ้าเป็นหลักในการรักษาความเจ็บปวดและอาการบวม การรักษาด้วยความเย็นเป็นวิธีการรักษาที่ได้ผลมากที่สุดในรักษาข้อเท้าบวมในระยะ subacute การให้การเคลื่อนไหวแบบ active exercise สามารถทำได้ตลอดช่วงการรักษา การยืดกล้ามเนื้อด้วยตนเองสามารถทำได้เป็นการเพิ่มการกระดกข้อเท้าขึ้น

ระยะที่ 3 (Chronic or Late Rehabilitation Phase) เริ่มเมื่อนักกีฬาสามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่ และสามารถยืน, เดินได้ตามปกติ อาการเจ็บไม่ควรมีหลงเหลืออยู่ และอาการบวมมีน้อยหรือแทบไม่มีเลย วัตถุประสงค์ในการฟื้นฟูระยะนี้รวมถึงการเคลื่อนไหวให้ได้เต็มองศาการเคลื่อนไหว การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการฟื้นคืนของระบบ proprioception

การสูญเสียระบบ proprioception เป็นสาเหตุของการเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำ ดังนั้นการฝึก proprioception เป็นสิ่งจำเป็นในโปรแกรมการฟื้นฟู การฝึกทำได้เต็มที่ทันทีเมื่อผู้ป่วยสามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่เท่าที่ทนได้ การปิดตาจะทำให้การฝึกยากขึ้น

ระยะที่ 4 (Return to activity or Functional Phase) เมื่อนักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้เต็มองศาการเคลื่อนไหวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ที่ประมาณ 80 % ของความแข็งแรงก่อนการบาดเจ็บ ระยะนี้จะเป็นขั้นตอนการเตรียมตัวกลับเข้าสู่กิจกรรมปกติ โปรแกรมการฝึกขึ้นกับความต้องการของนักกีฬาแต่ละคนที่จะกลับไปเล่นกีฬา โดยกิจกรรมที่ฝึกรวมถึงการวิ่งเบาๆ การวิ่งทางตรง การวิ่งเลข 8 การกระโดด และเพิ่มความหนักขึ้นจนกระทั่งสามารถฝึกแบบแข่งขันได้

Ankle disk training เป็นโปรแกรมการฝึก proprioception ที่นำมาใช้ในปัจจุบันมากขึ้น ได้มีการศึกษาถึงประโยชน์และผลของ ankle disk ต่อ proprioception ในรูปแบบต่างๆกันไม่ว่าจะเป็นในเรื่องการควบคุมท่าทางของร่างกาย (postural control) ในคนปกติ (Hoffmann และ Pyne, 1995), การปรับเปลี่ยนรูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้า (Sheth และคณะ, 1997), อุบัติการณ์ของการบาดเจ็บซ้ำ (Wester และคณะ, 1996) โดยวิธีการศึกษาศึกษาทั้งในคนปกติ, ผู้ป่วยและนักกีฬาที่มีข้อเท้าแพลงในสภาวะการบาดเจ็บแตกต่างกันไปทั้งในภาวะเฉียบพลัน, ภาวะเรื้อรัง ซึ่งผลที่ได้ในการใช้ ankle disk ซึ่งระยะเวลาของการฝึกขึ้นกับแพทย์, ผู้รักษาและนักกีฬา ระยะเวลาที่น้อยที่สุดและได้ผลดีที่สุดเป็นสิ่งสำคัญ โดยระยะเวลาในการฝึกที่ได้ทำการศึกษาอยู่ในระยะเวลาประมาณ 8-12 สัปดาห์ พบว่า proprioception ดีขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนฝึก

นอกจาก ankle disk แล้ว การใช้เทปพันที่ข้อเท้าสามารถเพิ่ม proprioception ได้อีกทางหนึ่ง โดยการพันเทปสามารถเพิ่มการรับรู้ตำแหน่งของเท้า (Robbins, Waked และ Reppel, 1995), ลด reaction time ของกล้ามเนื้อ Peroneus longus และกล้ามเนื้อ Peroneus brevis (Karlsson และ Andreasson, 1992) ผู้ชำนาญการส่วนใหญ่เห็นด้วยที่จะให้ใช้การพันเทปเพื่อพยุงข้อเท้าเพื่อลดอุบัติการณ์การเกิดข้อเท้าแพลงและข้อเท้าขาดความมั่นคง ดังนั้นเพื่อให้การเพิ่ม proprioception เป็นไปได้โดยเร็วที่สุด การนำ ankle disk ฝึกร่วมกับการพันเทปน่าจะทำให้ proprioception ดีขึ้นได้เร็วกว่าการรักษาแบบ conventional การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาโปรแกรมการฟื้นฟูนักกีฬาที่มีข้อเท้าแพลงโดยการใช้ ankle disk ร่วมกับการพันเทปที่จะช่วยเพิ่ม proprioception ได้ดีขึ้น

คำถามการวิจัย

การเพิ่มการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปกับวิธีรักษามาตรฐานสามารถเพิ่ม proprioception โดยการวัดการเปลี่ยนแปลง area of postural sway ได้มากกว่าในนักกีฬาที่ได้รับการรักษาโดยวิธีมาตรฐานเพียงอย่างเดียวหรือไม่

สมมติฐานการวิจัย

การเพิ่มการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปกับวิธีรักษามาตรฐานสามารถเพิ่ม proprioception จากการเปลี่ยนแปลง area of postural sway ได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปต่อ proprioception โดยการวัดการเปลี่ยนแปลง area of postural sway

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มผู้เข้าร่วมทำการวิจัย กลุ่มผู้เข้าร่วมทำการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงด้านนอกอย่างน้อย 1 ครั้งภายในระยะเวลา 18 เดือนนับก่อนหน้าวันที่จะเข้าร่วมทำการวิจัยนอกเหนือจากเกิดข้อเท้าแพลงด้านนอกในขาข้างเดียวกันก่อนทำการศึกษาภายใน 1 สัปดาห์ ซึ่งผู้ป่วยได้รับการตรวจวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีข้อเท้าแพลงอยู่ใน grade II

2. ตัวแปร การวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลของการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปต่อ proprioception ในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง โดยการวัดการเปลี่ยนแปลง area of postural sway

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- การฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปกับการรักษามาตรฐาน
- การรักษามาตรฐาน

2.2 ตัวแปรตามได้แก่

- การเปลี่ยนแปลง area of postural sway

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำเชื่อถือได้
2. การเก็บข้อมูลทุกครั้งโดยผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยด้วยความเต็มใจตลอดการศึกษาวิจัย

การสุ่มตัวอย่างผู้ป่วย ใช้การสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายโดยวิธีตารางเลขสุ่ม (Table of random numbers) ทำการสุ่มโดยผู้วิจัย ซึ่งแพทย์ผู้ร่วมวิจัยที่เป็นผู้ประเมินจะไม่ทราบว่าผู้ป่วยอยู่ในกลุ่มการศึกษาใด (randomized single blind clinical trial)

3. กลุ่มประชากรศึกษาเป็นกลุ่มนักกีฬาที่มีข้อเท้าแพลง grade II ที่เห็นชอบในการฝึกตามวิธีการของผู้วิจัย โดยการลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย และให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจตลอดการศึกษาวิจัยครั้งนี้

4. การฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปกระทำภายใต้การดูแลของผู้ทำวิจัยโดยทำการฝึกต่อเนื่อง 3 วันต่อสัปดาห์ ฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลง area of postural sway จากการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปในกลุ่มนักกีฬาอายุระหว่าง 18-25 ปี ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัย อาจไม่สามารถนำไปใช้ในผู้ป่วยในช่วงอายุอื่นๆได้

2. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้นักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงภายในระยะ 18 เดือนก่อนวันที่เริ่มทำการศึกษา ดังนั้นอาจจะมีผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการรักษาโดยวิธีอื่นนอกเหนือจากโปรแกรมการฝึกที่ได้รับ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ข้อเท้าแพลงด้านนอก (Ankle inversion sprain) การบาดเจ็บ (disruption) ของเอ็นด้านนอกของข้อเท้า โดยส่วนใหญ่ข้อเท้าแพลงมักจะเกิดขณะที่เท้าบิดหมุนออกจากแนวของข้อเท้า เมื่อเกิดการบาดเจ็บขึ้นเอ็นที่มักถูกทำลายได้แก่ Anterior talofibular ligament แรงที่เกิดขึ้นอย่างมากที่กระทำต่อข้อเท้าทำให้ข้อเท้าเคลื่อนไหวมากกว่ามุมปกติโดยไม่มีข้อเคลื่อนหรือหลุด

2. Ankle disk training โปรแกรมการฝึกเพื่อเพิ่ม proprioception ของข้อเท้าโดยใช้อุปกรณ์การฝึกที่เรียกว่า ankle disk ซึ่งมีลักษณะฐานเป็นรูปครึ่งวงกลม

3. Postural sway การเคลื่อนไหวเพียงเล็กน้อยของส่วนต่างๆของร่างกายเพื่อคงท่าทางของร่างกายโดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของ base of support การวัด postural sway ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้กระทำโดย ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนเท้าเปล่าขาข้างเดียว ลืมตา และกอดอก บน force plate ขาอีกข้างงอเข่า 90º เมื่อผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยยืนงอเข่านิ่งบน force plate แล้วประมาณ 5 วินาที จึงเริ่มเก็บข้อมูลเป็นเวลา 30 วินาที ทำการวัด 3 ครั้งพักระหว่างการวัดแต่ละครั้ง 2 นาที โดยที่ force plate มี transducer 4 ตัวเป็นตัววัดแรงบริเวณฝ่าเท้าที่ลงน้ำหนักบน force plate โดยวัดแรงที่ได้ในแนว vertical axis นำค่าที่ได้จากแต่ละ transducer มาคำนวณหา center of pressure (COP) จากนั้น

นำ COP ในช่วงเวลา 30 วินาที คำนวณโดยหาพื้นที่ที่เท้าเหยียบลงไป หากค่าพื้นที่มีมากหมายความถึงมี postural sway มาก

4. ผู้ป่วย หมายถึง นักกีฬาชายหรือหญิงที่มีประวัติข้อเท้าแพลงด้านนอกอย่างน้อย 1 ครั้งภายในระยะเวลา 18 เดือนนับก่อนหน้าวันที่จะเข้าร่วมทำการวิจัยนอกเหนือจากเกิดข้อเท้าแพลงด้านนอกในขาข้างเดียวกันก่อนทำการศึกษา 1 สัปดาห์ ซึ่งผู้ป่วยได้รับการตรวจวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีข้อเท้าแพลงอยู่ใน grade II อายุระหว่าง 18-25 ปี แบ่งผู้ป่วยในการวิจัยครั้งนี้ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปพร้อมการรักษาวิธีมาตรฐาน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการรักษาข้อเท้าแพลงด้วยวิธีการรักษามาตรฐานแต่ไม่ได้รับโปรแกรมการฝึกเช่นกลุ่มทดลอง

5. การฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทป หมายถึงรูปแบบการฝึกเพื่อเพิ่มระบบ proprioception โดยผู้ป่วยได้รับการพันเทปแบบ Gibney technique ร่วมกับการยืนบน ankle disk เป็นระยะเวลา 10 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยใช้ฝึกในนักกีฬาที่มีข้อเท้าแพลงเพื่อเพิ่ม proprioception ในนักกีฬาที่ได้รับบาดเจ็บ
2. เพิ่มความมั่นใจให้กับนักกีฬาในการกลับไปเล่นกีฬาใหม่อีกครั้ง
3. ลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจอันเกิดจากการบาดเจ็บของนักกีฬา
4. สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวิจัยครั้งต่อไปได้

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในคน (Experimental research design) แบบ randomized single blind clinical trial ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีการรักษามาตรฐานร่วมกับโปรแกรมการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทป เทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการรักษาด้วยการรักษามาตรฐานเพียงอย่างเดียว โดยเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลง area of postural sway ทุกสัปดาห์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. นำคนปกติที่มีอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงใกล้เคียงกับกลุ่มนักกีฬาที่มีข้อเท้าแพลง และไม่มีการบาดเจ็บของข้อเท้า, ขา มาก่อน วัด postural sway เป็นค่า area of postural sway ที่ใช้เปรียบเทียบของคนปกติ

2. นักกีฬาทุกคนจะได้รับการทดสอบ postural sway โดยใช้ force plate เพื่อใช้เป็นค่า baseline ก่อนทำการฝึก แบ่งนักกีฬาออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลอง (Experimental group)

กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีการรักษามาตรฐานร่วมกับโปรแกรมการฝึกโดยใช้ ankle disk ร่วมกับการพันเทป โดยโปรแกรมการฝึกจะทำการฝึกวันละ 10 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

กลุ่มควบคุม (Control group)

กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาตามวิธีการรักษามาตรฐาน

4. นักกีฬาทั้งสองกลุ่มจะได้รับการทดสอบ postural sway ทุกสัปดาห์ จนกระทั่งสิ้นสุดการวิจัย

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลงานการวิจัย

เดือนที่	1-4	5-7	8-9	10-15	16-18
เดือน	ธ.ค.-มี.ค.	เม.ย.-มิ.ย.	ก.ค.-ส.ค.	ก.ย.-ก.พ.	มี.ค.-เม.ย.
ก. ขั้นเตรียมการ					
1) เขียนโครงร่างวิทยานิพนธ์ ส่งตรวจสอบและแก้ไข	*				
2) วางแผนการทดลอง ทดสอบการใช้เครื่องมือ เตรียมแผนงานและประชาสัมพันธ์		*			
ข. ขึ้นปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล		*	*	*	
ค. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล				*	
ง. ขั้นพิมพ์รายงาน สอบวิทยานิพนธ์และแก้ไข				*	*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

กายวิภาคของข้อเท้า

สุธี สุทัศน์ ณ อยุธยา (1990) รายงานลักษณะทางกายวิภาคของข้อเท้าไว้ดังนี้

ข้อเท้าจัดเป็นข้อเท้าชนิด synovial hinge (ดังภาพที่ 1) ข้อต่อประกอบไปด้วย

ก. ปลายล่างกระดูก tibia ซึ่งเรียกว่า tibial plafond มีลักษณะเว้าใน sagittal plane และโค้งเล็กน้อยใน coronal plane ความกว้างทางด้านส่วนหน้ามากกว่าส่วนหลังเล็กน้อย และขอบด้านนอกที่อยู่ชิดกับ lateral malleolus ยาวกว่าขอบด้านในที่ขอบด้านในของ tibial plafond ต่อลงไปเป็น medial malleolus

ข. ปลายล่างของกระดูก fibula ซึ่งยาวเลยต่ำกว่าระดับของ tibial plafond ลงไปประมาณ 1 เซนติเมตร และอยู่ค่อนไปด้านหลังเล็กน้อยเรียกว่า lateral malleolus กับ trochlea ซึ่งเป็นส่วนบนของ body ของกระดูก talus ที่มีรูปร่างรับกับเบ้าข้อเท้าได้พอดี โดยผิวบนโค้งใน sagittal plane รับกับ tibial plafond ผิวด้านนอกเป็นบริเวณกว้างรูปสามเหลี่ยมรับกับหน้าต่อของ lateral malleolus และผิวด้านในรับกับหน้าต่อของ medial malleolus ตัว trochlea มีความกว้างทางด้านหน้ามากกว่าด้านหลังเป็นมุมประมาณ 25° เช่นเดียวกับเบ้าข้อเท้า ลักษณะเช่นนี้ทำให้ในท่า dorsiflexion ส่วนกว้างทางด้านหน้าของ trochlea เลื่อนเข้าไปอัดอยู่ในเบ้าข้อเท้า ซึ่งจะขยายออกได้เล็กน้อยจากการเคลื่อนไหวของข้อ tibiofibular ข้อเท้าจึงมีความมั่นคงมากกว่าในท่าถีบปลายเท้าลง (plantar flexion)

Ligaments : ที่ขอบของผิวข้อมี fibrous capsule ยึดอยู่โดยรอบและเสริมความแข็งแรงด้วย collateral ligaments ทางด้านในและด้านนอก ดังนี้

1. Medial collateral ligaments หรือ deltoid ligament เป็นแผ่นหนารูปสามเหลี่ยม มีความแข็งแรงมาก เส้นใยแยกเป็นสองกลุ่มคือ

1.1 Superficial fibers ยึดจากส่วนปลายของ medial malleolus แผ่กว้างออกคล้ายรูปพัดไปยึดกับ navicular tubercle (tibionarvicular part) ผิวด้านในตอนหน้าของกระดูก talus (anterior tibiotalar part) sustentaculum tali ของกระดูก calcaneus (tibiocalcaneal part) และ medial tubercle ทางด้านหลังของกระดูก talus (posterior tibiotalar part)

1.2 Deep fibers ยึดจาก medial malleolus บริเวณถัดจากส่วนปลายมาทางด้านหลังไปเกาะกับผิวด้านในของกระดูก talus เส้นใยทอดเกือบจะขนานกับแนวราบ

2. Lateral collateral ligaments (ดังภาพที่ 2) บางและแข็งแรงน้อยกว่า แยกจากกันเป็น 3 ligaments คือ

2.1 Anterior talofibular ligament เป็นแผ่นแบนบาง ทอดเฉียงจากขอบหน้าของ lateral malleolus ไปทางด้านหน้าเข้าไปยึดที่ขอบหน้าต่อด้านข้างของกระดูก talus โดย anterior talofibular ligament นี้เป็นส่วนที่มีการฉีกขาดบ่อยที่สุดในกรณีข้อเท้าแพลง

2.2 Calcaneofibular ligament มีลักษณะคล้ายเส้นเชือกแข็งแรงทอดจากปลาย lateral malleolus เฉียงลงไปทางด้านหลังข้ามข้อเท้าและข้อ subtalar ไปยึดกับปุ่มที่ผิวบนด้านนอกของกระดูก calcaneus โดยมีเส้นเอ็นของกล้ามเนื้อ Peroneus พาดทับอยู่บน ligament นี้

โดยทั่วไป anterior talofibular ligament และ calcaneofibular ligament ทำมุมกันประมาณ 105° ในท่า plantar flexion แนวของ anterior talofibular ligament จะตรงกับแนวยาวของกระดูก fibula จึงเป็นตัวด้าน inversion ในท่านี้ ส่วน calaneofibular ligament อยู่ในแนวเดียวกับกระดูก fibula และเป็นตัวต้าน inversion ในท่า dorsiflexion สำหรับในท่า neutral ligaments ทั้งสองตัวจะร่วมกันทำหน้าที่นี้ ในบางคนที่มุมระหว่าง ligaments ทั้งสองนี้ป้านมาก ข้อเท้าจะแพลงได้ง่าย โดยเฉพาะในท่า plantar flexion

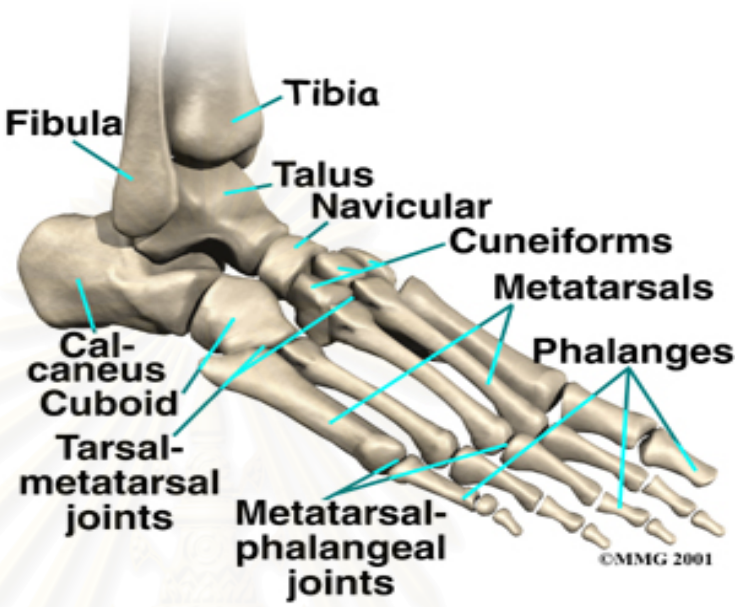
2.3 Posterior talofibular ligament เป็นแผ่นหนาทอดเกือบจะขนานกับแนวราบจาก malleolar fossa ทางด้านหลังของ lateral malleolus ไปยัง lateral tubercle ของ posterior process of talus ซึ่งอยู่ด้านนอกของร่องของเอ็น flexor hallucis longus

โดยเหตุที่แรงดึงของกล้ามเนื้อและแรงที่กระทำผ่านข้อเท้า เช่นในการวิ่งหรือกระโดดแล้วหยุดทันทีมีแนวโน้มให้กระดูก talus และเท้าเคลื่อนที่ไปทางด้านหลัง posterior talofibular ligament ที่แข็งแรงร่วมกับลักษณะเบ้าข้อเท้าและ trochlea ที่กว้างทางด้านหน้าและแคบทางด้านหลังจึงมีความสำคัญมากต่อความมั่นคงทางด้านหลังของข้อเท้า

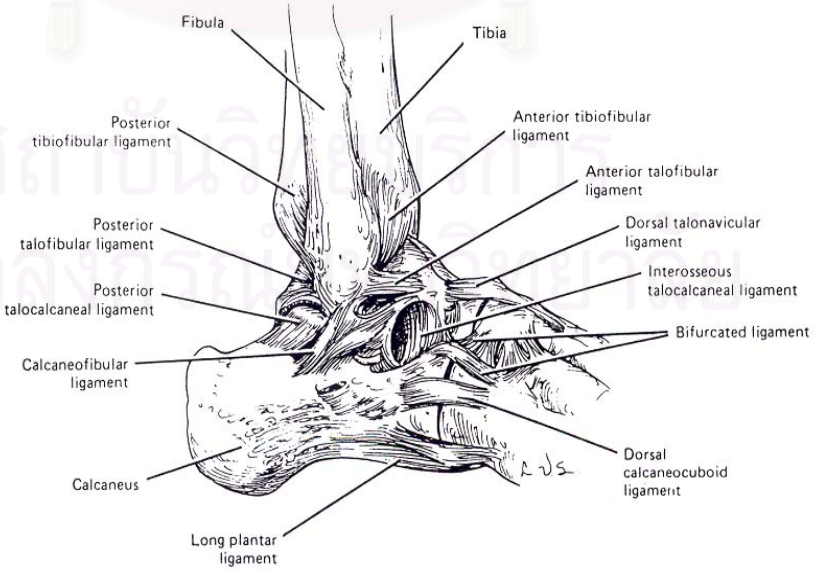
Nerve supply : แขนงจากเส้นประสาท tibial และ deep peroneal

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายวิภาคของข้อเท้า



ภาพที่ 2 เอ็นข้อเท้าด้านนอก



การเคลื่อนไหวของข้อเท้าและเท้า (ดังภาพที่ 3)

1. กระดกเท้าขึ้นและลง (dorsiflexion-plantar flexion) มีการเคลื่อนไหวส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ข้อเท้า

1.1 กระดกเท้าขึ้น (dorsiflexion) ทำได้ 20° โดยอาศัยกล้ามเนื้อ :-

- Tibialis anterior
- Extensor hallucis longus (EHL)
- Extensor digitorum longus (EDL)

1.2 กระดกเท้าลง (plantar flexion) ทำได้ 50° โดยอาศัยกล้ามเนื้อ :-

- Triceps surae (Gastrocnemius & Soleus)
- Peroneus longus & brevis
- Tibialis posterior
- Flexor digitorum longus (FDL)
- Flexor hallucis longus (FHL)

2. บิดฝ่าเท้าเข้าด้านใน และออกด้านนอก (inversion-eversion) มีการเคลื่อนไหวส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ข้อ subtalar และ midtarsal

2.1 บิดฝ่าเท้าเข้าด้านใน (inversion) ทำได้ประมาณ 40° โดยอาศัยกล้ามเนื้อ:-

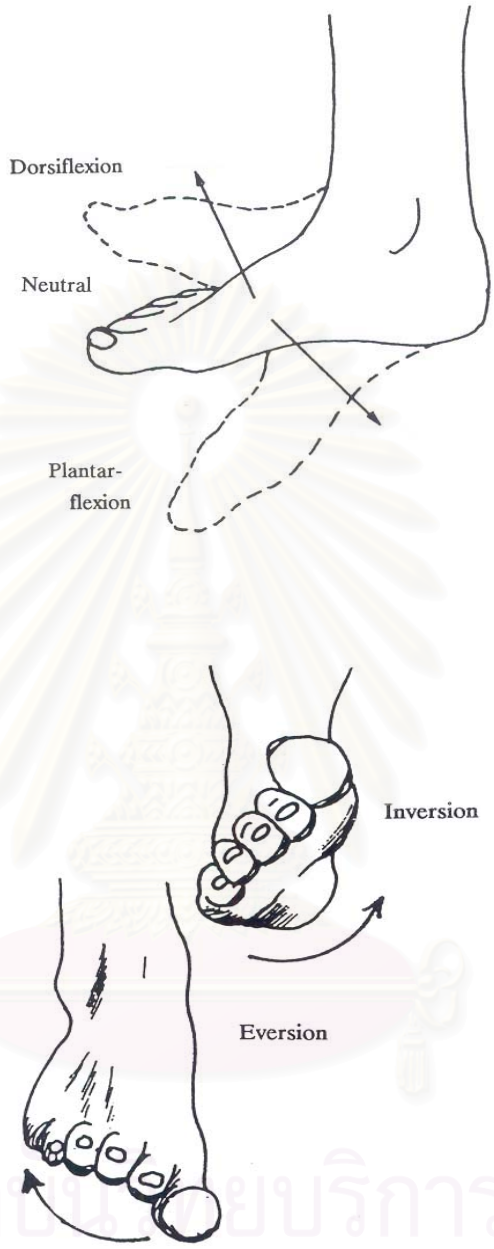
- Tibialis anterior
- Tibialis posterior
- Extensor hallucis longus
- Flexor hallucis longus
- Flexor digitorum longus

2.2 บิดฝ่าเท้าออกด้านนอก (eversion) ทำได้ประมาณ 20° โดยอาศัยกล้ามเนื้อ:

- Peroneus longus & brevis
- Extensor digitorum longus

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3 การเคลื่อนไหวข้อเท้า



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลไกการเคลื่อนไหวของข้อเท้า

ชีวกลศาสตร์การเคลื่อนไหวของข้อเท้าและเท้ามีความซับซ้อน ตามลักษณะทางกายวิภาค ข้อเท้าเป็นข้อต่อชนิด hinge joint ที่มีความมั่นคงที่ส่วนยอดของ talus ต่อกับส่วนปลายของกระดูก tibia และ fibula การเคลื่อนของข้อเท้าออกในแนวด้านข้างจะถูกป้องกันโดยกระดูกตาตุ่ม รูปแบบการจัดเรียงตัวของเอ็นรอบข้อเท้าทำให้เกิดการเคลื่อนไหว inversion และ eversion ที่ subtalar joint

รูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสของกระดูก talus ทำให้ข้อเท้ามีความมั่นคง เนื่องจาก talus มีความกว้างทางด้านหน้ามากกว่าด้านหลัง ท่าที่มั่นคงของข้อเท้าจะอยู่ในท่ากระดกข้อเท้าขึ้น (dorsiflexion) ในท่านี้ ความกว้างทางด้านหน้าของ talus จะเคลื่อนมาติดกับส่วนที่แคบกว่าระหว่างกระดูกตาตุ่ม ซึ่งจะประกบแน่นพอดี ในทางตรงข้าม การถีบข้อเท้าลง (plantar flexion) ส่วนที่กว้างของ tibia จะเคลื่อนมาติดกับส่วนที่แคบกว่าทางด้านหลังของ talus ทำให้การเคลื่อนไหวขาดความมั่นคงกว่าการกระดกข้อเท้าขึ้น

องศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้าอยู่ที่ 10° ของการกระดกข้อเท้าขึ้น ถึง 50° ของการถีบข้อเท้าลง การเดินปกติต้องการอย่างน้อย 20°ของการถีบปลายเท้าลง และ 10° ของการกระดกข้อเท้าขึ้นขณะที่ข้อเข่าเหยียด

การทำงานปกติของข้อเท้าขึ้นกับข้อเท้าที่ส่วนส้นเท้า เป็นส่วนสำคัญที่สุดที่ subtalar joint การเคลื่อนไหวของ talus ระหว่าง pronation และ supination ซึ่งมีผลต่อการเคลื่อนไหวของขาทั้งส่วนต้นและส่วนปลาย

การบาดเจ็บของข้อเท้า

Fu และ Stone (1994) กล่าวว่าการบาดเจ็บที่พบได้มากในการเล่นกีฬา คือ ข้อเท้าแพลง ข้อเท้าซึ่งทำหน้าที่กระดกข้อเท้าขึ้น, ถีบปลายเท้าลง ประกอบไปด้วยกระดูก tibia, fibula และ talus ตัว tibia และ fibular ประกอบกันเป็น mortis หรือ notch ที่ปลายที่ body ของ talus ซึ่งกระดูกเหล่านี้ถูกห่อหุ้มด้วยเอ็นที่แข็งแรง 3 เอ็นด้วยกัน ที่ปลายของ tibia และ fibula ถูกรวมโดย anterior และ posterior inferior tibiofibular ligaments หรือ syndesmotic ligaments medial หรือ deltoid ligament เป็นส่วนประกอบทั้งส่วนลึกและส่วนตื้น ส่วนลึกประกอบไปด้วย anterior tibiofibular และ posterior tibiotalus parts ส่วนตื้นประกอบไปด้วย tibionavicular, tibiocalcaneal และ posterior tibiotalar parts ส่วนเอ็นด้านนอกประกอบด้วยเอ็น 4 เอ็น คือ anterior และ posterior talofibular และ calcaneofibular และ talocalcaneal ligaments

ระดับของ lateral ligaments ที่อยู่ตื้นทำให้สามารถที่จะวินิจฉัยโรคได้ ซึ่งง่ายต่อแพทย์สนามที่จะเป็นผู้วินิจฉัยโรค การถ่ายภาพรังสี ถ้าเป็นการช่วยวินิจฉัยโรคอีกทางหนึ่ง โดยส่วนใหญ่ภาพถ่ายรังสีของผู้ป่วยข้อเท้าแพลงจะปกติ อย่างไรก็ตาม การตรวจร่างกายยังใช้เป็นหลักในการวินิจฉัยโรค inversion injury เป็นการบาดเจ็บที่เรียกว่า lateral ankle sprain การตรวจสอบทาง

คลีนิกแล้วจากศพของผู้ที่มีข้อเท้าแพลงได้ทำนายลำดับของการทำลายของ ligament ระหว่างที่เกิด inversion injuries ของข้อเท้า

Body ของ talus จะกว้างทางด้านหน้า ดังนั้นข้อเท้าจะมีความมั่นคงเมื่ออยู่ในท่า dorsiflexion เมื่อด้านหน้าของ talus ติดกับ mortise การเกิดข้อเท้าแพลงโดยส่วนใหญ่จะเกิดในท่า plantar flexion ซึ่งเป็นท่าที่ข้อเท้าขาดความมั่นคงมากที่สุด เอ็นที่ได้รับบาดเจ็บอันแรกคือ anterior talofibular ligament ตัว ligament นี้จะมีความหนาทางด้านหน้า ส่วน capsule ของข้อเท้าจะงอเข้าไปจนไม่สามารถมองเห็นได้ การขาดของ anterior talofibular ligament จึงทำให้เกิดการบาดเจ็บของ capsule ด้วย ligament ที่ได้รับบาดเจ็บต่อมาคือ calcaneofibular ligament สำหรับ anterior talofibular ligament ไม่จำเป็นต้องขาดทั้งหมดเพื่อที่จะทำให้เกิดการทำลายของ calcaneofibular ligament ตัว calcaneofibular ligament นี้เป็นส่วนหนึ่งของ medial wall ของ peroneal tendon sheath ซึ่ง calcaneofibular ligament อาจจะบาดเจ็บได้โดยไม่มีการทำลายของ anterior talofibular ligament ในสถานการณ์ที่ไม่ปกติของแรงในแนว inversion stress ที่เกิดขึ้นขณะข้อเท้าเกิด dorsiflexion ส่วน posterior talofibular ligament อยู่บริเวณ binding ดังนั้นจึงไม่พบการขาดบ่อยนักหากมีการบาดเจ็บเกิดขึ้น

การประเมินร่วมที่ใช้ในการวินิจฉัยข้อเท้าแพลง คือ anterior และ lateral instability ซึ่งใช้ประเมินการยืดของ ligament ที่ได้รับบาดเจ็บ การทดสอบแรก คือ anterior drawer test ซึ่งคล้ายกับ Lachman test ที่ใช้ประเมินในข้อเข่าสำหรับ anterior cruciate ligament การทดสอบใช้มือจับส้นเท้าขยับเท้าเบาๆมาด้านหน้าขณะยึด tibia ด้วยมืออีกข้าง การทดสอบให้ทำซ้ำๆขณะที่ผู้ป่วยผ่อนคลายเท้าจัดอยู่ในท่า dorsiflexion เล็กน้อยและทำเปรียบเทียบกับอีกข้าง

การทำ x-ray เป็นการวัดเพื่อบอกปริมาณระดับความรุนแรง anterior drawer หรือ inversion talar tilt เทียบข้างที่บาดเจ็บกับข้างปกติ stress x-ray ทำได้ทั้ง manual หรือใช้เครื่องมือ เช่น Telos device ซึ่งเครื่องมือนี้มีประโยชน์ที่สามารถทำซ้ำๆได้ และลดการโดนรังสี

Cass และ Morrey (1984) ใช้ Talos stress device พบว่า talar tilt ที่ 10° หรือมากกว่านี้มีความสัมพันธ์กับ lateral ligament injury ใน 99% ของกลุ่มที่ทำการศึกษา ค่าปกติของ talar tilt มีค่าที่ 5°- 23° หากใช้เทียบกับข้างปกติที่ต่างกันมากกว่า 10° ถือว่ามีนัยสำคัญในการวัด anterior talofibular และ calcaneofibular ligaments การทำ anterior drawer stress test ใช้ทดสอบที่เฉพาะของ anterior talofibular ligament

Staples (1965) กล่าวว่า การเพิ่มขึ้น 4 mm. แสดงถึงความไม่มั่นคงจากการทำ anterior drawer test อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นมากกว่า 9 mm. ถือว่าเป็นความผิดปกติ จากทั้งหมดค่าที่อยู่ที่ 5 mm. ที่มีการแยกกันของ talus และ distal tabia ถือว่าปกติ ขณะที่ค่าระหว่าง 5-10 mm. อาจจะมีความผิดปกติและค่าที่มากกว่า 10 mm. ถือว่ามีความผิดปกติ

การเกิดข้อเท้าแพลงของเอ็นด้านนอกเกิดขึ้นถึง 85% แรงที่กระทำต่อข้อเท้าจะเป็นตัวบอกระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บ ตามมาตรฐานของ Nomenclature of Athletic Injuries แบ่ง first-degree sprain เป็น mild injury, a second-degree sprain เป็น moderate injury และ a third-degree sprain เป็น severe injury ซึ่ง severe injury เป็นการขาดของเอ็นอย่างสมบูรณ์รวมถึงเอ็นและกล้ามเนื้อ

ระดับการบาดเจ็บของข้อเท้าแพลง

Arnheim และ Prentice (2000) ได้แบ่งระดับการบาดเจ็บของข้อเท้าแพลงเป็น 3 ระดับ คือ

ข้อเท้าแพลงระดับ 1 (Grade I Inversion Ankle Sprain) ข้อเท้าแพลงระดับ 1 เป็นการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นได้มาก การเกิดข้อเท้าแพลงด้านนอกพบได้มากในการเล่นกีฬาโดยเฉพาะกีฬาวิ่งและกระโดด

สาเหตุ: inversion sprain เกิดเมื่อเท้าอยู่ในท่า inversion, plantar flexion และ adduction โดยมีการยืดเล็กน้อยของ anterior talofibular ligament

อาการและอาการแสดง: มีอาการเจ็บเล็กน้อย ไม่สามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่ มีจุดกดเจ็บและบวมเล็กน้อยบริเวณเอ็นที่ได้รับบาดเจ็บโดยไม่มีข้อหลวม

การรักษา: ใช้หลัก RICE คือ Rest, Ice, Compression และ Elevation 20นาที ทุกๆชั่วโมงใน 1-2 วันแรกของการบาดเจ็บ การใช้ horseshoe pad สามารถช่วยควบคุมเลือดออกได้ ควรแนะนำให้นักกีฬาจำกัดการลงน้ำหนัก 1-2 วัน หลังจากโปรแกรมการฟื้นฟูจึงค่อยๆเพิ่มการลงน้ำหนักมากขึ้น การพันผ้ายืดที่ไม่แน่นมาก ควรใช้เมื่อเริ่มมีการลงน้ำหนัก เมื่อไม่มีอาการเจ็บและไม่มีอาการบวมหลงเหลือแล้ว การออกกำลังกล้ามเนื้อข้อเท้าโดยการหมุนข้อเท้าควรทำทุกวันวันละหลายๆครั้ง เมื่อสามารถลงน้ำหนักได้อาจได้เทปพันเพื่อป้องกันการบาดเจ็บ การบาดเจ็บในระดับที่ 1 นี้นักกีฬาควรสามารถกลับไปเล่นกีฬาได้ภายใน 7-10 วัน

ข้อเท้าแพลงระดับ 2 (Grade 2 Inversion Ankle Sprain)

ข้อเท้าแพลงระดับ 2 มีอุบัติการณ์การเกิดสูงมากในการเล่นกีฬา และเป็นสาเหตุของ disability พร้อมกับทำให้ต้องสูญเสียเวลาในการรักษา

สาเหตุ: เกิดจากแรงระดับหนักปานกลางกระทำต่อข้อเท้า ขณะที่ข้อเท้าอยู่ในท่า inversion, plantar flexion และ adduction

อาการและอาการแสดง: นักกีฬาจะบอกอาการ pop หรือ snap ขณะที่ข้อเท้าด้านนอกลงสัมผัสกับพื้น มีอาการเจ็บปานกลางและเคลื่อนไหวข้อเท้าได้เล็กน้อย มีความยากลำบากในการลงน้ำหนัก พบจุดกดเจ็บและบวมเนื่องจากมีเลือดออกในข้อ มีการคั่งของของเหลวและการทำ talar

tilt testให้ผลบวก และ anterior drawer signให้ผลบวกระหว่าง 4-14 มิลลิเมตร (0.16-0.55 นิ้ว) การบาดเจ็บระดับ 2 อาจมีการฉีกขาดของ anterior talofibular ligament อย่างสมบูรณ์ และมีการยืดและฉีกขาดของ calcaneofibular ligament การทำ anterior drawer test อาจทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติของข้อเท้าได้ การบาดเจ็บระดับนี้ อาจทำให้ข้อเท้าขาดความมั่นคงและเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำได้ และมีการดำเนินโรคต่อไปเป็นการอักเสบของข้อเท้าจากการบาดเจ็บได้

การรักษา: หลักการ RICE ยังคงใช้ในการรักษา 72 ชั่วโมงแรกของการบาดเจ็บ การถ่ายภาพ x-ray ควรทำในการบาดเจ็บระดับนี้ นักกีฬาควรใช้ไม้ค้ำยันเป็นระยะเวลา 5-10 วัน จากนั้นจึงเพิ่มระดับการลงน้ำหนักขึ้นเรื่อยๆ นักกีฬาบางคนอาจต้องใช้อุปกรณ์เพื่อจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อเท้าใน 1-2 สัปดาห์แรก การออกกำลังข้อเท้าโดยการกระดกข้อเท้าขึ้น, ถีบปลายเท้าลง ทำได้โดยไม่มีอาการเจ็บควรเริ่มทำหลัง 48 ชั่งโมงของการบาดเจ็บ การเคลื่อนไหวจะช่วยรักษาองศาของการเคลื่อนไหวและระบบ propriocpetion การฝึกแบบ Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) จะช่วยเพิ่มความแข็งแรง, องศาการเคลื่อนไหว และระบบ proprioception การออกกำลังข้อเท้าควรทำแบบ isometric ขณะที่ยังจำกัดการเคลื่อนไหวข้อเท้าตามด้วยการออกกำลังเพิ่มองศาการเคลื่อนไหว การออกกำลังเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและการฝึกการควบคุมการทรงตัว ควรทำในสัปดาห์ที่ 4 หลังการบาดเจ็บ

การพันเทปแบบ closed basket weave technique อาจช่วยป้องกันข้อเท้าในระยะแรกของการบาดเจ็บระหว่างการเดินได้ นักกีฬาควรหลีกเลี่ยงการเดินหรือวิ่งบนพื้นที่ขรุขระใน 2-3 สัปดาห์หลังจากเริ่มลงน้ำหนัก

Taping versus Bracing for ankle stabilization

ประสิทธิภาพของการใช้เทปพันกับการใช้ ankle supports ได้มีการศึกษากันเรื่อยมา ซึ่งยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด ผู้ชำนาญการส่วนใหญ่เห็นด้วยที่จะให้ใช้ support เพื่อช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดข้อเท้าแพลงและข้อเท้าขาดความมั่นคง ข้อโต้แย้งของการใช้เทปพันคือ เมื่อใช้แล้วจำกัดการออกแรงและมุมการเคลื่อนไหวในการกระดกข้อเท้าขึ้นและถีบปลายเท้าลง

ผลของการใช้เทปพันได้มีการศึกษาหลายการศึกษา ซึ่งพบว่าสามารถลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่ข้อเท้าของนักกีฬาบาสเกตบอลที่มีการพันเทปเทียบกับนักกีฬาที่ไม่มีการพันเทป การพันเทปแสดงให้เห็นถึงการจำกัดการเคลื่อนไหว inversion และ eversion ก่อนและหลังการแข่งขัน โดยเฉพาะเมื่อใช้ adherent spray แต่ไม่มี pre wrap

หมายเหตุ: ผลระยะยาวของการบาดเจ็บระดับ 2 อาจทำให้เกิดข้อไม่มั่นคงเรื้อรังทำให้เกิดการบาดเจ็บซ้ำได้เมื่อระยะเวลาผ่านไป ข้อที่ไม่มั่นคงอาจทำให้เกิด joint degeneration และ osteoarthritis เมื่อใดก็ตามที่นักกีฬาบาดเจ็บในระดับ 2 นักกีฬาควรได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูเพื่อลดอุบัติการณ์การเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำ

ข้อเท้าแพลงระดับ 3 (Grade 3 Inversion Ankle Sprain)

ข้อเท้าแพลงระดับ 3 พบได้ไม่มากในการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬา เมื่อมีการบาดเจ็บเกิดขึ้น นักกีฬาไม่สามารถเคลื่อนไหวข้อเท้าได้ แรงที่กระทำต่อข้อเท้าอาจทำให้ข้อเคลื่อนหลุดและกลับเข้าไปได้เอง

สาเหตุ: ข้อเท้าแพลงระดับ 3 มีสาเหตุจากแรงที่กระทำต่อข้อเท้าในแนว inversion โดยตรงอย่างแรง โดยปกติจะเกิดร่วมกับ plantar flexion และ adduction การบาดเจ็บในระดับนี้มีการทำลายของ anterior talofibular, calcaneofibular และ posterior talofibular ligaments พร้อมกับมีการทำลายของ joint capsule

อาการและอาการแสดง: นักกีฬาจะมีอาการเจ็บปวดอย่างมากบริเวณตาตุ่มด้านนอก ไม่สามารถลงน้ำหนักได้ เนื่องจากมีอาการบวมอย่างมาก มีเลือดออกในข้อ, ข้อเคลื่อนหลุด, talar tilt และ anterior drawer test ให้ผลบวก

การรักษา: ใช้การรักษา RICE ใน 3 วันแรกของการบาดเจ็บ โดยปกติแพทย์จะใช้ dorsiflexion cast หรือ weight-bearing brace ใน 3-6 สัปดาห์ ตามด้วยการใช้เทปพัน 3-6 สัปดาห์ การใช้ไม้ค้ำยันเมื่อนักกีฬาถอดเฝือกออกแล้ว ขณะที่ยังใส่เฝือกให้ทำ isometric exercise ตามด้วยการออกกำลังเพิ่มองศาการเคลื่อนไหว, เพิ่มความแข็งแรงและ balance exercise ในกรณีที่ต้องผ่าตัดนักกีฬาจะถูกจำกัดการเคลื่อนไหว

หมายเหตุ: การบาดเจ็บระดับ 3 ทำให้ข้อต่อหลวมและขาดความมั่นคง และเนื่องจากข้อต่อที่หลวมทำให้ข้อเท้ามีแนวโน้มที่จะเกิดขบวนการเสื่อมของข้อได้ง่าย

ดังที่ได้กล่าวข้างต้น ข้อเท้าแพลงระดับ 2 มีอุบัติการณ์การเกิดได้มากในนักกีฬา และเมื่อเกิดการบาดเจ็บขึ้นควรได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูเพื่อลดการเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำ

Mascaro และ Swanson (1994) ได้แบ่งระยะของการฟื้นฟูข้อเท้าเป็น 4 ระยะด้วยกันคือ ระยะที่ 1. Acute Phase ระยะที่ 2. Subacute Phase หรือ Early Rehabilitation Phase ระยะที่ 3. Chronic หรือ Late Rehabilitation Phase และระยะที่ 4. Return to activity หรือ Functional Phase

Phase I Acute Phase

การควบคุมอาการบวมเป็นสิ่งจำเป็นในช่วงแรกของการบาดเจ็บระยะแรก การคั่งของของเหลวในช่องระหว่างเนื้อเยื่อรอบเอ็นที่ได้รับบาดเจ็บควรควบคุมการเคลื่อนไหวเพื่อให้ของเหลวไหลกลับสู่ระบบน้ำเหลือง ของเหลวที่คั่งหรือเลือดที่ออกจะทำให้เกิดการยึดของข้อและเอ็นถูกยึดมากเกินไป การบวมของเนื้อเยื่อทำให้เพิ่มการยึดติด ซึ่งจะทำให้การหายช้าลงและลดมุมการเคลื่อนไหว ควรให้เอ็นที่ได้รับบาดเจ็บอยู่นิ่งๆ แล้วให้การรักษาขั้นแรกคือ พักการใช้งานของข้อเท้า, ใช้ความเย็นประคบ, การพันยึดข้อ, และยกให้บริเวณที่ได้รับบาดเจ็บอยู่สูง

การใช้เฝือกเพื่อป้องกันเอ็นที่ได้รับบาดเจ็บไม่แนะนำให้ใช้ เนื่องจากจะทำให้การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของเอ็นเลวลงระหว่างที่ใส่เฝือก ในทางตรงข้ามการควบคุม stress ที่เหมาะสมและการจำกัดการทำงานพบว่าทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น, เอ็นหนาตัวขึ้น และทำให้ขบวนการหายของเอ็นทำงานได้ดีขึ้น การป้องกันการเคลื่อนไหว สามารถใช้เฝือกได้หลายชนิด รวมถึงการใช้เทคนิคการพันเทป การใช้ ankle stirrup เช่น Aircast ช่วยป้องกันเอ็นทางด้านในและด้านนอกขณะที่มีการกระดกข้อเท้าขึ้นและถีบปลายเท้าลง และยังช่วยลดบวมโดยมีแรงกดบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ การพันเทปด้วยเทคนิค open basketweave หรือ Gibney taping technique ก็สามารถช่วยได้

ความสามารถในการลงน้ำหนักขึ้นกับความรุนแรงของการบาดเจ็บ ถ้าเป็นการบาดเจ็บที่รุนแรงจะไม่ลงน้ำหนักหรือเพียงแตะพื้นเบาๆใน 24-72 ชั่วโมงแรกของการบาดเจ็บ แต่การกระตุ้นให้ลงน้ำหนักให้เร็วที่สุดเป็นสิ่งที่ควรกระทำเพื่อป้องกันการสูญเสียระบบ proprioception

Phase II Subacute or Early Rehabilitation Phase

เมื่ออาการบวมและอาการปวดลดลง นักกีฬาจะเข้าสู่ระยะที่ 2 ของการฟื้นฟู การใช้การรักษาทางไฟฟ้าเป็นหลักในการรักษาความเจ็บปวดและอาการบวม การรักษาด้วยความเย็นเป็นวิธีการรักษาที่ได้ผลมากที่สุดในการรักษาข้อเท้าบวมในระยะ subacute เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการให้การเคลื่อนไหวและการให้ทำ active exercise ที่เริ่มในช่วงการฟื้นฟูระยะแรกและสามารถทำได้ตลอดช่วงการรักษา Isometric strengthening program ที่เริ่มทำในระยะที่ 1 ให้ทำต่อเนื่องในระยะนี้

การให้ข้อมีการเคลื่อนไหวเป็นหลักในการรักษาระยะนี้ ถึงแม้ว่าการเคลื่อนไหว inversion และ eversion จะทำได้ไม่มาก การเคลื่อนไหวเบาๆของ talocrural joint (anterior and posterior glides) จะช่วยป้องกันการเกิดแผลเป็นยึดติดและช่วยเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวในแนว sagittal การยืดกล้ามเนื้อด้วยตนเองด้วยผ้าขนหนูสามารถทำได้เป็นการเพิ่มการกระดกข้อเท้าขึ้น นักกีฬาสามารถทำ active-assisted ของข้อเท้าโดยการใช้ single planar tilt board หรือ Biomechanical Ankle Platform System (BAPS) โดยทำในท่านั่งเพื่อเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวทั้งการกระดกข้อเท้าขึ้นและถีบปลายเท้าลง

Phase III Chronic or Late Rehabilitation Phase

ระยะที่ 3 ของการฟื้นฟูเริ่มเมื่อนักกีฬาสามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่และสามารถยืน เดินได้ตามปกติ อาการเจ็บไม่ควรมีและอาการบวมมีน้อยมากหรือแทบไม่มีเลย วัตถุประสงค์ในการฟื้นฟูระยะนี้รวมถึงการเคลื่อนไหวได้เต็มองศาการเคลื่อนไหว, การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการฟื้นคืนของระบบ proprioception

การสูญเสียระบบ proprioception เป็นสาเหตุของการเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำ ดังนั้นการฝึก proprioception เป็นสิ่งจำเป็นในโปรแกรมการฟื้นฟู มีรายงานจากการทดลองถึงอุบัติการณ์ที่ลดลงของผู้ป่วยข้อเท้าแพลงเรื้อรังและสามารถทำให้การปรับท่าทางของร่างกายดีขึ้นในผู้ป่วยที่ได้รับการฝึกระบบ proprioception

การฝึก proprioception ทำได้เต็มที่ทันทีเมื่อผู้ป่วยสามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่เท่าที่ทนได้ การปิดตาจะทำให้การฝึกยากขึ้น การฝึกใช้ wobble board, Biomechanical Ankle Platform System (BAPS) หรือ Kinesthetic Awareness Trainer

Phase IV Return to Activity or Functional Phase

เมื่อนักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้เต็มองศาการเคลื่อนไหวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ที่ประมาณ 80 % ของความแข็งแรงก่อนการบาดเจ็บ ขั้นตอนต่อไปเป็นการเตรียมตัวกลับเข้าสู่กิจกรรมปกติ โปรแกรมการฝึกขึ้นกับความต้องการของนักกีฬาแต่ละคนที่จะกลับไปเล่นกีฬา ซึ่งกิจกรรมที่ฝึกรวมถึงการวิ่งเบาๆ, การวิ่งทางตรง, การวิ่งเลข 8, การกระโดด โดยในระยะแรกของการฝึกให้ฝึกด้วยความเร็วครึ่งหนึ่งในระยะเวลาสั้นๆ จากนั้นประเมินอาการนักกีฬา และเพิ่มความหนักของการฝึกขึ้นตามผลการประเมินที่ได้ จนกระทั่งสามารถฝึกแบบแข่งขันได้ การใส่ ankle support (tape หรือ brace) แนะนำให้ใส่ในช่วงแรกๆของการบาดเจ็บ

ความผิดปกติหลังจากเกิดข้อเท้าแพลง

หลังจากข้อเท้าแพลง ข้อเท้าจะขาดความมั่นคง (mechanical instability) ซึ่งถือเป็นการวัดแบบ objective (ทั้งการตรวจทางคลินิกและการถ่ายภาพรังสี) ขณะที่ functional instability เป็นอาการแบบ subjective ที่บอกโดยผู้ป่วยถึงความรู้สึกที่ข้อไม่มั่นคง โดยที่ตรวจพบหรือไม่พบ mechanical instability ส่วน functional instability เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้มากหลังจากการเกิดข้อเท้าแพลง และยังคงเป็นอาการที่หลงเหลืออยู่แม้ระยะเวลาจะผ่านไปจนกระทั่งไม่มีความเจ็บปวดจากการบาดเจ็บแล้ว ปัจจัยทางพยาธิสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นสำหรับ functional instability ในปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปได้แน่นอน ซึ่งในการศึกษาอาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติทางด้าน mechanical, functional และ neuromuscular เป็นสำคัญ ซึ่งอาจจะเป็นเพียงปัจจัยเดียวหรือหลายๆปัจจัยรวมกัน เช่นการเกิด mechanical instability ที่มีการฉีกขาดหรือยืดยาวออกของเอ็นทางด้านนอก, การสูญเสีย proprioception, กล้ามเนื้อ peroneal อ่อนแรงหรือ subtalar joint ไม่มั่นคง Tropp (1985) ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง functional instability และ isometric peroneal muscle weakness โดยการใช้ Cybex II dynamometer นอกจากนี้ Tropp, Akstrand และ Gillquist (1984) ใช้การวัดโดย stabilometry ซึ่งใช้ศึกษาระบบ proprioception ของข้อเท้าและพบความสัมพันธ์ระหว่าง

การลดลงของ postural control และ functional instability แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง functional instability และ mechanical ankle-joint stability

Freeman (1965) พบอุบัติการณ์ของ functional instability หลังจากมีการฉีกขาดของเอ็นข้อเท้าด้านนอก ซึ่ง Freeman สรุปว่า mechanical ankle-joint instability ไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ตัวแรกในการทำงานของข้อเท้า อย่างไรก็ตาม mechanical ankle-joint stability ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะวัดทางคลินิกเพียงอย่างเดียวและไม่มีการถ่ายภาพรังสีแบบมาตรฐาน Karlson และ Andreasson (1992) พบว่า reaction time ของกล้ามเนื้อ Peroneus brevis และ longus ซึ่งวัดโดยการใช้สัญญาณ electromyography มีค่ายาวกว่าใน mechanical unstable ankle มากกว่าในคนที่ข้อเท้ามีความมั่นคง มีความเป็นไปได้ว่าความแตกต่างนี้มีความสัมพันธ์กับความแตกต่างในเรื่องข้อที่มั่นคง เช่น ระยะเวลาจากจุดเริ่มต้นของการทำ inversion จนกระทั่ง mechanorecpetors ใน ligament และ joint capsule จะถูกยืด ซึ่งสรุปได้ว่า functional instability มีสาเหตุมาจากทั้ง mechanical instability และความผิดปกติของระบบ proprioception ซึ่งวัดได้จากค่า reaction time ที่เพิ่มขึ้นระหว่างการวัด inversion torque

การรับความรู้สึกเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวหรือตำแหน่งของร่างกาย (Proprioception หรือ Kinesthetic sense)

ราตรี สุดทรวง (1996) กล่าวว่าในกล้ามเนื้อและเอ็นมีตัวรับพลังงานกล (mechanoreceptor) อยู่ ซึ่งจะตอบสนองถ้ามีการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับความยาว (length) และความตึง (tension) ในกล้ามเนื้อ ตัวรับคือ muscle spindle และ Golgi tendon organ สำหรับข้อ (joint) จะมีตัวรับพลังงานกลซึ่งตอบสนองเมื่อมีการเคลื่อนไหวของแขนขา ตัวรับเหล่านี้ได้แก่ Ruffini ending ซึ่งอยู่ใน capsule ของข้อ, Golgi ending ที่เอ็น, Pacinian corpuscle ที่ข้อและกระดูก ตัวรับเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการควบคุมท่าทางและการเคลื่อนไหวที่นอกอำนาจจิตใจ (unconscious proprioception) นอกจากนี้ยังรับข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยที่เรารู้สึกตัว (conscious proprioception) บางครั้งเรียกตัวรับทั้งหมดที่รับข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของแขนขาและร่างกายว่า proprioceptors

วิถีประสาทสำหรับ Conscious proprioception และสัมผัสละเอียด

Proprioception รับข้อมูลจากกล้ามเนื้อลาย ข้อ และเอ็น เพื่อบอกตำแหน่งและทิศทางของการเคลื่อนไหวของร่างกายมี 2 ชนิดคือ conscious และ unconscious (Holmes, 1993; ราตรี สุดทรวง, 1996)

เส้นประสาทที่รับข้อมูลแบบ conscious proprioception ใช้วิถีประสาทที่เรียกว่า dorsal column-medial lemniscal pathway มีตัวเซลล์ประสาทของเซลล์ประสาทตัวแรกอยู่ที่ dorsal root

ganglion ปลายประสาทรับข้อมูลจากตัวรับที่กล้ามเนื้อลาย เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) และข้อ ตัวรับพวกนี้ได้แก่ตัวรับพลังงานกลที่เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน Pacinian corpuscles และตัวรับของข้อ (joint receptors) ให้ประสาทเข้าสู่ไขสันหลังบริเวณกลางๆของ dorsal root ขึ้นไปสู่สมองโดยไม่ได้ synapse ที่ posterior funiculus เรียก dorsal หรือ posterior column เส้นประสาทมาจากบริเวณขาจะส่งขึ้นไปอยู่ติดกับ dorsal medial septum และฟอร์มเป็น fasciculus gracillis

Fasciculus cuneatus ซึ่งรับเส้นประสาทมาจากบริเวณทรวงอกและแขนจะพบเฉพาะที่ upper thoracic และ cervical เท่านั้น ซึ่งอยู่ด้านข้างของ fasciculus gracillis บริเวณ posterior funiculus ดังนั้นที่ระดับไขสันหลังส่วนบนจะพบ topographic organization โดยที่ sacral และ lumbar fibers อยู่ทางด้านข้าง เมื่อขึ้นไปถึงระดับ medulla ส่วนล่างจะ synapse ที่ nucleus gracillis และ nucleus cuneatus และเซลล์ประสาทตัวที่สองข้ามไปด้านตรงข้ามเรียก internal arcuate fibers ซึ่งจะขึ้นไปถึงธาลามัสไป synapse ที่ ventral posterior nucleus ให้เซลล์ประสาทตัวที่สามไปสู่ postcentral gyrus ของ parietal lobe โดยผ่าน posterior limb ของ internal capsule

นอกจากนี้เส้นประสาทที่รับความรู้สึกสัมผัสชนิดสัมผัสละเอียด (tactile discrimination) คือ two point discrimination และ stereognosis ก็ใช้วิถีประสาทนี้เช่นเดียวกัน

ถ้ามีพยาธิสภาพของ dorsal column-medial lemniscal pathway นี้จะพบมีความผิดปกติของการบอกตำแหน่งของข้อ (joint position sense) และ astereognosis อาการจะรุนแรงขึ้นถ้ามีการทำลายมากต่อเส้นประสาทส่วนปลายหรือต่อ posterior funiculi และยังพบได้ถ้ามีการทำลายของ nucleus gracillis, nucleus cuneatus, medial lemniscus, thalamus และ postcentral gyrus ผู้ป่วยที่มี primary sensory neurons ในวิถีประสาทนี้ถูกทำลายทั้งสองข้างจะเกิดอาการเรียก ataxia เสีย muscular coordination ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยใช้ระบบตาช่วย

วิถีประสาทสำหรับ unconscious proprioception

เส้นประสาทที่รับข้อมูลชนิด unconscious proprioception ได้แก่ spinocerebellar tracts มีตัวเซลล์ประสาทของเซลล์ประสาทตัวแรกอยู่ที่ dorsal root ganglion ปลายประสาทมาจากตัวรับความรู้สึกที่อยู่ในกล้ามเนื้อคือ muscle spindles และ Golgi tendon organs จากนั้นส่งประสาทเข้าสู่ไขสันหลังบริเวณตรงกลางของ dorsal root

วิถีประสาท spinocerebellar นำข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อลายและแขนขาไปสู่ซีรีเบลลัม ซึ่งจะรวบรวมข้อมูลและประสานงานโดยจัดระบบการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อให้การเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างถูกต้องและราบเรียบ ซึ่งไม่จำเป็นต้องอาศัยภาวะรู้สึกตัว (conscious) จึงเรียกเป็น unconscious proprioception

ข้อมูลที่ส่งไปที่ซีรีเบลลัมมี 2 ทาง คือ ventral และ dorsal spinocerebellar tract เส้นประสาทจากเซลล์ประสาทตัวแรกเข้าสู่ไขสันหลังระดับ lumbar และ sacral โดยรับข้อมูลมา

จากบริเวณขาเข้าสู่ไขสันหลังพร้อมกับ conscious proprioceptive fibers แต่ synapse ที่ dorsal gray horn เมื่อเข้าสู่ไขสันหลังให้เซลล์ประสาทตัวที่สองข้ามไปด้านตรงกันข้าม ขึ้นไปกับ lateral funiculus ซึ่งเรียก ventral (anterior) spinocerebellar tract ผ่าน medulla และ pons ไปสู่ซีรีเบลลัม โดยอ้อมรอบ Brachium conjunctivum ไปยัง vermis ด้านตรงกันข้าม ซึ่งทำให้ซีรีเบลลัมมี bilateral representation ของการทำงานของบริเวณขา

เซลล์ประสาทตัวแรกของ proprioception ที่เข้าสู่ไขสันหลังระดับ thoracic จะ synapse ที่ dorsal gray matter ซึ่งเรียก nucleus dorsalis of Clarke จากนี้จะให้เซลล์ประสาทตัวที่สองไปเข้า lateral funiculus ข้างเดียวกันได้เป็น dorsal (posterior) spinocerebellar tract ซึ่งอยู่ที่ขอบๆด้านข้างของไขสันหลัง dorsal ต่อ anterior spinocerebellar tract เมื่อ spinocerebellar tract ไปถึงสมองระดับ medullar จะแยกไปสู่ซีรีเบลลัมทาง inferior cerebellar peduncle (restiform body) พยาธิสภาพต่อวิถีประสาทเหล่านี้จะเกิด motor incoordination (ataxia)

Balance และ Posture

Waneen, 1995; Kandel, Schwartz และ Jessell, 2000 กล่าวว่า Balance เป็นความสามารถในการทรงท่าทางของร่างกายภายใน base of support ไม่ว่า base of support จะอยู่นิ่งหรือมีการเคลื่อนไหว การควบคุม postural sway ระหว่างที่ยืนนิ่งๆเรียกว่า static balance การใช้ข้อมูลจากทั้งภายในและภายนอกเพื่อตอบสนองต่อการรบกวนความมั่นคงและกระตุ้นกล้ามเนื้อให้ทำงานให้สัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อสมดุลเรียกว่า dynamic balance

Static Balance

โดยปกติเป็นไปไม่ได้ที่คนเราจะยืนโดยไม่เคลื่อนไหวใดๆเลย เมื่อคนเรายืนนิ่งๆบนเท้าทั้งสองข้างก็จะเกิดการเอียงของร่างกาย (body sway) ขึ้นที่ base of support Postural sway บอกได้จากการวัดการเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งของแนวแรงในแนว vertical ที่เกิดขึ้นต่อ horizontal plane การวัดนี้จะบอกค่าเฉลี่ยของ center of pressure หรือ center of force ที่มีอยู่และมีค่าความแปรปรวนของตำแหน่งที่เกิดขึ้นระหว่างการวัด การพยายามรักษา balance ขณะยืนขาเดียวมีความยากกว่าในการคงความมั่นคงเทียบกับยืนสองขาเนื่องจาก base of support น้อยกว่ามากและระบบประสาทและกล้ามเนื้อ มีจำกัดอย่างมาก

Dynamic Balance

เมื่อมีการเคลื่อนไหวซึ่งเกิดขึ้นจากร่างกายส่วนบนเคลื่อนออกนอก center of gravity หรือเมื่อตำแหน่งของร่างกายเปลี่ยนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เช่น การเอื้อมมือหยิบจับวัตถุ, การกดปุ่มลิฟท์ หรือการเปิดประตู การเคลื่อนไหวเหล่านี้ทำให้เกิดการเคลื่อนไปด้านหน้า, ด้านข้าง, หรือ

ด้านหลัง ซึ่งก่อให้เกิดการรบกวนสมดุลทั้งสิ้น ในระหว่างการเคลื่อนไหวเหล่านี้คนจะต้องพยายามควบคุม body's center of gravity ขณะที่มีการเคลื่อนไหวออกนอก base of support เพื่อรักษาสมดุลของร่างกายขณะเคลื่อนไหวซึ่งเราเรียกว่า dynamic balance

ระบบประสาทที่ควบคุมระบบสมดุลของร่างกาย

Holmes, 1993; Waneen, 1995; Guyton และ Hall, 2000 กล่าวว่าระบบประสาทหลักที่ควบคุม balance คือ ระบบการมองเห็น (visual system), ระบบ vestibular ซึ่งอยู่ภายในหูชั้นในและ the somatosensory system ระบบการมองเห็นจะมีหน้าที่สำคัญในการให้ข้อมูลว่าร่างกายอยู่ในตำแหน่งใด เคลื่อนไหวเร็วมากน้อยเพียงไร และมีอุปสรรคอย่างไร และยังสามารถทำงานทดแทนได้ถ้าหากระบบควบคุมสมดุลหลักอีก 2 ระบบมีการสูญเสีย ระบบ vestibular จะทำหน้าที่ให้ข้อมูลที่จำเป็นในการควบคุม postural sway และ dynamic balance เนื่องจากตาสามารถเคลื่อนไหวได้ในขณะที่ศีรษะอยู่นิ่งๆ และศีรษะสามารถเคลื่อนไหวได้ขณะที่ตาอยู่นิ่งๆ หน้าที่ของระบบ vestibular มีความสำคัญเนื่องจากระบบนี้จะให้ข้อมูลที่ไม่ขึ้นกับการมองเห็น ระบบ somatosensory มีความสำคัญสำหรับ balance รวมถึงข้อมูลที่ส่งมาจากผิวหนัง (cutaneous input) จากข้อและจากตัวรับการสั่นสะเทือน ซึ่งทุกอย่างจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ body position reflex หลายๆตัวจะถูกกระตุ้นโดย somatosensory input ตัว spinal reflex เช่น patellar tendon reflex (knee jerk) จะถูกกระตุ้นเมื่อข้อมูลจากกล้ามเนื้อถูกส่งไปที่ motor neurons ใน spinal cord ซึ่งต่อมาจะตอบสนองโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของ balance ที่เกิดขึ้น reflex เหล่านี้มีความเร็วสูงและเป็นการเริ่มต้นการปรับตัวของท่าทางโดยไม่มีคำสั่งจากสมอง ส่วน reflex ตัวอื่นๆ ที่สามารถทำงานโดยอัตโนมัติ คือ righting reflex ซึ่งถูกกระตุ้นเมื่อศีรษะมีการเคลื่อนไหวจาก normal upright position

Waneen (1995) กล่าวว่าการหมุนของข้อเท้าจะกระตุ้นให้เกิดการทดแทนการตอบสนองต่อท่าทางซึ่งรวมถึง complex reflexes ที่ชื่อว่า long-latency reflexes long-latency reflexes คาดว่าจะเป็นตัวเริ่มแรกที่ใช้กล้ามเนื้อในทั้งหมดของร่างกายเพื่อการหดตัวต้านกับการสูญเสีย balance

Long-latency reflexes จะทำงานร่วมกับ reflex ตัวอื่นๆ ซึ่งทำให้เกิดการตอบสนองในระบบ motor synergies ที่จะทำงานร่วมกันเพื่อคง static และ dynamic balance จึงเป็นที่แน่ชัดว่า visual, vestibular และ somatosensory system เป็นตัวหลักที่จะให้ข้อมูลเพื่อช่วยในการคงท่าทางและความมั่นคงของร่างกาย

ระบบการมองเห็น (Vision)

ระบบการมองเห็นเป็นตัวหลักในการควบคุม balance มีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและตำแหน่ง, ทิศทางและความเร็วของการเคลื่อนไหวของแต่ละบุคคล เนื่องจาก

postural reflexes หลายๆอันถูกกระตุ้นโดยระบบ vestibular สามารถถูกกระตุ้นโดยการมองเห็นได้เช่นกัน การมองเห็นสามารถทดแทนได้หากมีการสูญเสียของการทำงานของระบบ vestibular และระบบ proprioception การใช้ระบบการมองเห็นเพื่อช่วยให้ร่างกายสามารถคงสมดุลได้อย่างมีประสิทธิภาพยังคงทำได้ บางคนแม้จะมีการทำลายของ vestibular apparatus การคงสมดุลของร่างกายยังคงปกติตราบเท่าที่ระบบการมองเห็นทำงานและมีการเคลื่อนไหวอย่าช้าๆ แต่หากมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วหรือปิดตา สมดุลก็จะเสียทันที (Guyton และ Hall, 2000)

The vestibular system

Vestibular Apparatus

Guyton และ Hall, 2000; Zigmond และคณะ, 1999 กล่าวถึง vestibular apparatus ซึ่งเป็นอวัยวะรับความรู้สึกเกี่ยวกับระบบสมดุล ซึ่งประกอบไปด้วยกระดูกท่อและ chambers อยู่บน temporal bone ซึ่งเรียกว่า bony labyrinth และภายในจะเป็น membrane และ chambers เรียก membranous labyrinth (ดังภาพที่ 4) ซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของ vestibular apparatus

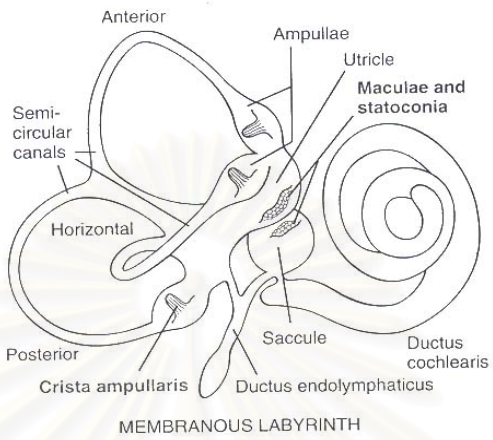
Membranous labyrinth ประกอบไปด้วย cochlea, 3 semicircular canals และ 2 chambers ที่เรียกว่า utricle และ saccule

Vestibular system จะอยู่ภายในหูชั้นใน เป็นระบบที่มี receptors ซึ่งให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของศีรษะ receptors ชนิดหนึ่งคือ otoliths ภายใน saccule และ utricle ทำหน้าที่ static vertical reference ระหว่างการยืนและสัญญาณจากตำแหน่งของศีรษะที่เกี่ยวกับแรงดึงดูดของโลก (เช่นขณะที่ศีรษะเคลื่อนขึ้น, ลง, เอียงข้างหรือ tilt) ถ้าหากศีรษะ tilt receptors เหล่านี้จะบอกทิศทางและความไกลของ tilt ตัว sensor อื่นๆ ที่อยู่ภายในหูชั้นในคือ semicircular canals ซึ่งประกอบไปด้วยท่อครึ่งวงกลม 3 อันวางอยู่บน three planes of the body: frontal, sagittal, และ horizontal semicircular canals ประกอบไปด้วยของเหลวที่จะเคลื่อนไหวตอบสนองการเคลื่อนไหวของศีรษะ ตัว receptors จะถูกกระตุ้นโดยการเคลื่อนไหวของของเหลว ซึ่งจะส่งข้อมูลเกี่ยวกับการหมุนของศีรษะ ตัว neurons ทั้งของ vestibular structures มีอิทธิพลต่อ motor neurons ใน spinal cord ที่กระตุ้นกล้ามเนื้อ (โดยเฉพาะ extensor muscle) ซึ่งจะทำให้เกิดความสมดุลขึ้น

The somatosensory system

Somatosensory system มีความสำคัญในการทำให้เกิด balance และ motor control ให้ข้อมูลที่สัมพันธ์กับ body contact และ position ซึ่งรวมถึง cutaneous receptors ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสัมผัสและการสั่นสะเทือนและ muscle receptors ซึ่งให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของร่างกายด้วย การควบคุมการเคลื่อนไหวขึ้นกับความแน่นอนและถูกต้องของข้อมูลจาก somatosensory system (Waneen, 1995)

ภาพที่ 4 Membranous labyrinth



Cutaneous Contributions

Cutaneous receptors ภายในผิวหนังจะส่งสัญญาณเมื่อมีการกระตุ้นทาง mechanics ที่บริเวณผิวของร่างกาย ดังนั้นเมื่อผิวหนังถูกสัมผัสและมีการเปลี่ยนแปลง pressure บนผิวหนังเกิดขึ้น สัญญาณประสาทจะส่งขึ้นไปยังส่วนกลาง ความสำคัญของข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญมาก ถ้าหากเราขาดประสบการณ์หรือการเรียนรู้มาก่อนก็จะทำให้การรับรู้ในเรื่อง balance สูญเสียไป เห็นได้จากคนปกติจะขาด receptors เหล่านี้เมื่อนั่งอยู่ในท่าหนึ่งเป็นเวลานานๆ เลือดไม่ไปเลี้ยงที่ขา ซึ่งสิ่งนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียหน้าที่การทำงานชั่วคราวของ cutaneous receptors (Waneen, 1995)

Muscle receptors and Joint Information

Muscle proprioceptors จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ mechanical displacements ของกล้ามเนื้อและข้อต่อ เมื่อกล้ามเนื้อถูกยืด (เช่น กล้ามเนื้อน่องเมื่อเราโน้มตัวไปด้านหน้า) stretch receptors ในสัญญาณกล้ามเนื้อจะเปลี่ยนแปลงความยาวกล้ามเนื้อไปยังระบบประสาทส่วนกลางตามระบบ reflex กล้ามเนื้อจะหดตัว ซึ่งก็จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของความยาวกล้ามเนื้อและ tension เช่นเดียวกัน เมื่อมุมของข้อมีการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลก็จะได้รับจาก joint receptor joint-position sense ที่เข่าและข้อเท้าจะถูกวัดโดยการเคลื่อนไหวข้อเข่าและถามมุมใหม่ หรือเคลื่อนขาไปยังมุมใหม่แล้วบอกให้ subject เคลื่อนไหวในมุมนั้นในครั้งต่อไป (Holmes, 1993; Waneen, 1995)

Posture

Posture สามารถอธิบายจาก alignment ของส่วนต่างๆของร่างกายที่สัมพันธ์กันกับส่วนต่างๆในช่วงเวลานั้นๆ (Waneen, 1995) การยืนตรงต้านกับแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นกระบวนการที่เกิดจากการทำงานหลายๆส่วนของร่างกาย เพื่อให้คงสภาพสมดุลได้ อันได้แก่ กระดูก, ข้อต่อ, และกล้ามเนื้อ (Roberts, 1967)

Johansson และ Magnusson (1991) กล่าวว่า การคงท่าทางเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ระบบประสาทส่วนบน ระบบข้อมูลจาก vestibular, somatosensory, และ visual จะเป็นตัวทำงานอย่างรวดเร็วและถูกต้องเพื่อตอบสนองให้สัมพันธ์กับระบบประสาท ในทุกอิริยาบถจะต้องมีการคงท่าทางและสมดุลตลอดเวลา ยกเว้นเมื่อเวลาหลับ จะเป็นช่วงเวลาที่ไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมท่าทาง

ท่าทางขณะที่ยืนหรือเคลื่อนไหวถูก maintain โดยระบบ reflex หลายระบบซึ่งในที่สุดก็จะถูกส่งไปแปรผลที่ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบ reflex ที่เกี่ยวข้องกับ posture คือ monosynaptic reflexes (ตัวอย่างเช่น knee and ankle jerk reflexes), righting reflexes และ motor response synergies (Clarke และ O′ Malley, 1968; Waneen, 1995)

Spinal or Monosynaptic Reflexes

Spinal reflex จะถูกกระตุ้นเมื่อกล้ามเนื้อถูกยืด ส่งกระแสประสาทไปที่ spinal cord ซึ่งสัญญาณนี้จะส่งตรงไปที่ motor neurons ใน spinal cord ที่ควบคุมกล้ามเนื้อที่ถูกยืด กระตุ้น motor neurons เพื่อทำให้กล้ามเนื้อหดตัว เพื่อพยายามให้ไปสู่ท่าเดิมหรือในความยาวที่เหมาะสม ตัวอย่างของ reflex ชนิดนี้ เมื่อคนง่วงนอนในการประชุมที่น่าเบื่อ ศีรษะจะก้มลงมาข้างหน้า เมื่อศีรษะก้มลงมาถึงความเร็วหนึ่งและตกลงมาถึงระดับหนึ่ง กล้ามเนื้อ extensor จะถูกยืดและต่อมาศีรษะก็จะผงกขึ้นมา monosynaptic อื่นๆที่พอจะทราบคือ knee jerk (patellar tendon reflex) และ Achilles tendon reflex ซึ่งถูกกระตุ้นโดยการตีบน tendon ด้วยค้อนเล็กๆ ที่ใต้เข่าหรือที่ด้านหลังของข้อเท้า

กลไกของ reflex จะถูกกระตุ้นเมื่อคนเอียงหน้าและหลังหรือด้านข้างจาก base of support Monosynsaptic reflex เป็นตัวหนึ่งที่มีขึ้นเพื่อ counteract postural sway ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่น้อยที่สุดและพยายามคง balance เอาไว้โดยที่ไม่ได้ส่งไปยังสมองส่วนบน reflex เหล่านี้จะทำงานในขณะที่ยืนและมีการเคลื่อนไหว ซึ่งอาจจะไม่สามารถรวบรวมกล้ามเนื้อได้ทั้งหมดเพื่อต้านกับ postural sway แต่ reflex เหล่านี้ก็จะเป็นตัวปรับการตอบสนองในระดับบนๆให้สามารถช่วยคง balance ได้ในระดับหนึ่ง

หาก monosynaptic ทำงานได้เร็ว จะช่วยป้องกันการเกิดข้อเท้าแพลง ดังนั้นในคนที่มี reflex reaction ที่ช้ากว่าในขณะที่มีการรบกวน stability รอบๆข้อเท้าก็มีแนวโน้มที่จะเกิดข้อเท้าแพลงและการบาดเจ็บอื่นๆได้ง่ายกว่า (Waneen, 1995)

Righting Reflex

Holmes (1993) กล่าวว่า ถึงแม้ว่าข้อมูลจากระบบ visual และ vestibular จะทำให้คนเราสามารถยืนอยู่นิ่งๆได้ การเคลื่อนไหวที่จะทำให้คนเราสามารถกลับไปยืนทรงตัวได้เป็นปกติเมื่อมีการรบกวนของสมดุลท่าทาง ซึ่งเรียกว่า righting reactions ซึ่งประกอบไปด้วย 1. vestibular righting reflexes ซึ่งจะทำให้ศีรษะกลับมาอยู่ในท่าตรง และ 2. neck righting reflexes ซึ่งจะทำให้ลำตัวกลับมาอยู่ในแนวเดียวกับศีรษะ

Waneen (1995) กล่าวว่าในคนและสัตว์จะมีความคล้ายกันในเรื่องของ righting reflex ในคนการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว fast-acting reflexes จะพบในความพยายามจะคืนสภาพจากการสูญเสีย balance ที่เกิดขึ้นทันทีและไม่ได้คาดคิดมาก่อน reflex เหล่านี้จะถูกกระตุ้นโดยระบบ visual และ vestibular ซึ่งบ่งบอกได้ว่าร่างกายกำลังเกิดความเร่งและหมุนรอบแกน 1 แกนหรือมากกว่า dynamic sensors ใน semicircular canals และภายใน utricle และ saccule พบมีการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งศีรษะและเริ่มกระตุ้น vestibular reflexes ซึ่งมีการเคลื่อนไหวของ antigravity muscles ของขาและเชื่อมโยงทำให้เกิดการ compensate counterbalance การเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนบนและแขน

Synergistic Motor Response

Waneen (1995) กล่าวว่า Visual, vestibular and somatosensory information จะถูกรวบรวมและทำงานร่วมกันในทิศทางการสั่งงานของระบบประสาทเพื่อคงท่าทางกล้ามเนื้อขาและลำตัว สามารถทำให้คงไว้ได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง balance เนื่องจากการปรับเปลี่ยนเหล่านี้เกิดขึ้นรวดเร็วมาก น้อยกว่า ¼ วินาที ซึ่งจะต้องมีระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งคล้ายกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะจัดระบบข้อมูลเป็นแบบ subconscious จากหลายๆ ระบบที่แตกต่างกันและหลังจากนั้นก็จะทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อให้เหมาะสมกับการกระตุ้นที่เกิดขึ้น

Sensory input จาก visual, vestibular and somatosensory system จะกระตุ้นการตอบสนองที่ศูนย์กลาง หลังจากนั้นระบบประสาทส่วนกลางจะทำหน้าที่เลือก, จัดการและก่อให้เกิดการตอบสนองท่าทางที่ถูกต้อง ตัวอย่างของ corrective synergistic program ของขาและลำตัวเป็นกลไกที่ counteracts การเคลื่อนไหวในแนว horizontal ของจุดศูนย์กลางของร่างกายซึ่งเกิดจากการเคลื่อนไหวจากการหายใจ การตอบสนองอีก 2 อย่างของ motor response synergies คือ a sway synergy และ a suspensory synergy แต่ละอันจะมีรูปแบบของการกระตุ้นกล้ามเนื้อซึ่งมีลักษณะและหน้าที่โดยเฉพาะ

คำสั่งจากส่วนกลางจะรวบรวมวงจร spinal reflex โดยการเปิดและปิดตัวมันเองในcoordinated fashion ตัว common center จะถูกกระตุ้นโดย long-latency reflexes ที่ถูกกระตุ้นจากการหมุนของข้อเท้าระหว่างการเคลื่อนไหว ดังนั้น long-latency reflexes เป็นส่วนที่สำคัญของ

postural reflex system ที่จะทำงานตลอดเวลาเมื่อมีการยืนหรือเคลื่อนไหวและทำงานร่วมกับ voluntary movement Response synergies จะทำงานเมื่อมีการรบกวนของ balance เกิดขึ้นแบบทันทีทันใด และยังรวมถึงการเตรียมตัว, การวางแผน และทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงใช้การวัด postural sway ซึ่งเป็นการวัดที่สามารถใช้ประเมินระบบ proprioception ได้อีกวิธีหนึ่ง เนื่องจาก postural sway จำเป็นต้องใช้ระบบการทำงานของระบบประสาทตั้งแต่ส่วนปลายจนกระทั่งถึงระบบประสาทส่วนกลาง postural sway จึงสามารถใช้ประเมิน proprioception ที่ดีอีกวิธีการหนึ่ง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yeung และคณะ (1994) ศึกษาการเกิดการบาดเจ็บในนักกีฬาฮ่องกงจีนทั้งที่เป็นนักกีฬาทีมชาติ, นักกีฬาประเภทแข่งขันและนักกีฬาสมัครเล่น จากการศึกษาพบว่านักกีฬา 73 % มีข้อเท้าแพลงซ้ำ และ 59% ของนักกีฬาเหล่านี้มีความผิดปกติหลงเหลืออยู่อย่างมีนัยสำคัญซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการเล่นกีฬาลดลง การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงควรมีโปรแกรมการรักษาและฟื้นฟูแก่นักกีฬาเหล่านี้

Holmer และคณะ (1994) ศึกษาการเกิดการเกิดข้อเท้าแพลงด้านนอกของโรงพยาบาล Hillerod County เป็นระยะเวลา 1 ปี ในผู้ป่วย 766 คน ผลการศึกษาพบว่า อุบัติการณ์การเกิดข้อเท้าแพลงเป็น 7/1000 คนต่อปี เกิดในชายมากกว่าหญิง หลังจากอายุ 40 ปี หญิงจะเป็นมากกว่าชาย ระหว่างเล่นกีฬาอาการบาดเจ็บยังคงมีอยู่และเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น 61% เป็นการบาดเจ็บข้อเท้าด้านนอกและ 24% เป็นการบาดเจ็บด้านข้างตรงกลางเท้า

หลังการเกิดข้อเท้าแพลงจะพบได้ทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้าลดลง ข้อเท้าขาดความมั่นคง (Konradsen, Olesen, และ Hansen, 1998) และที่สำคัญที่พบได้มากคือการสูญเสียในระบบ proprioception (Lentell และคณะ, 1995; Konradsen, Olesen, และ Hansen, 1998) การศึกษาการสูญเสียระบบ proprioception มีการศึกษาได้หลายวิธี เช่นการวัดค่า reaction time ของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้า ดังการศึกษาของ Konradsen และ Ravan (1990) ศึกษาผู้ป่วย 15 คนที่มีข้อเท้าขาดความมั่นคงเทียบกับคนปกติ 15 คน ต่อค่า peroneal reaction time พบว่าผู้ป่วยมีค่า 84 ms และคนปกติมีค่า 69 ms ซึ่งกล่าวได้ว่ามี partial deafferentation ของ reflex stabilization ของข้อเท้า และทฤษฎีการสูญเสีย proprioception เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากการเกิดข้อเท้าแพลงและข้อเท้าขาดความมั่นคง

Lynch และคณะ (1996) ศึกษาในคนปกติที่ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของข้อเท้ามาก่อน อายุ 18-30 ปี ทดสอบค่า reaction time ของกล้ามเนื้อ Peroneus longus, Peroneus brevis และ Tibialis anterior ต่อการตอบสนอง inversion moment ที่ความเร็ว 50 และ 200 องศาต่อวินาที และที่มุมการเคลื่อนไหวที่ neutral position และ 20° ของ plantar flexion ผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีการเพิ่มความเร็วของ inversion moment การตอบสนองของกล้ามเนื้อจะเร็วมากขึ้นและมุมการเคลื่อนไหวที่มากขึ้นค่า latency response จะเพิ่มขึ้น ซึ่งผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นถึงการลดลงของ proprioceptive reflexes เมื่อมีการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวแบบ plantar flexion

Lofvenberg และคณะ (1995) ได้ศึกษาผู้ป่วย 13 คนที่มีข้อเท้าแพลงเรื้อรังและข้อเท้าขาดความมั่นคง โดยการศึกษาค่า reaction time ของกล้ามเนื้อ Peroneus longus และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior โดยการจำลองการเกิดข้อเท้าแพลงเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าในกลุ่มผู้ป่วยมีค่า reaction time ของกล้ามเนื้อมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต โดยมีค่า 65 ms ในกลุ่มผู้ป่วยและ 49 ms ในกลุ่มควบคุม ซึ่งสรุปจากการศึกษาได้ว่าการตอบสนองในระบบ proprioception ที่ช้าลงนี้เนื่องมาจากสาเหตุความไม่มั่นคงของข้อเท้า และ Lofvenberg, Karrholm และ Sundelin (1996) ได้ศึกษาในลักษณะเดียวกันในผู้ป่วยที่ข้อเท้าขาดความมั่นคงเรื้อรังเทียบกับคนปกติพบว่าค่า reaction time ในกลุ่มผู้ป่วยมีค่ามากกว่าคนปกติ 15 วินาที ซึ่งสามารถสรุปจากการศึกษาคือการตอบสนองที่ช้าลงในระบบ proprioception ต่อการทำให้เกิด inversion ของข้อเท้าเป็นสาเหตุของการเกิดข้อเท้าขาดความมั่นคงเรื้อรังและการฝึกในระบบ proprioception ควรมีการทำทั้งข้อเท้าแพลงเรื้อรังและข้อเท้าแพลงเฉียบพลัน

นอกจากการวัดค่า reaction time ของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้าแล้วยังมีการศึกษาการสูญเสียระบบ proprioception อีกหลายวิธี ดังการศึกษาของ Bullock-Saxton (1995) ต่อการเปลี่ยนแปลงในระบบประสาทรับความรู้สึกในผู้ป่วย 20 คนที่มีข้อเท้าแพลงในระดับ II^{+} และ/หรือ ระดับ III ทดสอบ vibration perception, two point discrimination และการวัด balance โดยการยืนขาเดียว ผลการศึกษาพบว่าทุกการทดสอบผู้ป่วยมีการสูญเสียระบบประสาทรับความรู้สึกทุกการวัดในข้างที่ได้รับบาดเจ็บเทียบกับข้างปกติอย่างมีนัยสำคัญ และข้างปกติไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับบาดเจ็บ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า local sensory deficits มีความสัมพันธ์กับการเกิดข้อเท้าแพลงระดับรุนแรง

การศึกษาของ Konradsen และ Magnusson (2000) ในผู้ป่วยข้อเท้าแพลงที่มี functional ankle instability ต่อ ankle replication error การทดสอบทำโดย passive set active replication design ผลการศึกษาพบว่า ค่า absolute replication error ในข้างที่มีความผิดปกติ 23 คน มีค่ามากกว่า

อย่างมีนัยสำคัญ (2.5°) เทียบกับข้างปกติ (2.0°, $p < 0.05$) และมากกว่ากลุ่มควบคุม (1.7°, $p < 0.01$)

Cornwall และ Murrell (1991) ได้ศึกษา postural sway วัดโดยการยืนขาเดียวบน force plate ในผู้ป่วยที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง 20 คนเทียบกับกลุ่มควบคุม 30 คน ที่ไม่มีประวัติข้อเท้าแพลง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงค่า postural sway มีค่ามากกว่าในกลุ่มที่ได้รับบาดเจ็บเทียบกับกลุ่มควบคุม การศึกษาบอกได้ว่าในผู้ป่วยที่มีประวัติข้อเท้าแพลงมีความมั่นคงขณะยืนขาเดียวน้อยกว่าเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งความมั่นคงที่ลดลงนี้จะคงอยู่ประมาณ 2 ปีหลังการบาดเจ็บ

Leanderson และคณะ (1996) ศึกษา ผลของการเกิดข้อเท้าแพลงต่อ proprioception โดยการวัด postural sway ในนักบัลเลย์ 53 คน จาก Royal Swedish Ballet, Stockholm และกลุ่มควบคุม 23 คนที่ไม่ใช่นักกีฬา การวัด postural sway วัดก่อนและหลังการบาดเจ็บ ผลการศึกษาพบว่าค่า postural sway ของนักบัลเลย์ข้างที่ได้รับบาดเจ็บมีค่ามากกว่าข้างที่ไม่ได้รับบาดเจ็บ และค่า postural sway ที่ 12 สัปดาห์ของการฟื้นฟูยังคงมีความผิดปกติหลงเหลืออยู่

McGuine และคณะ (2000) ศึกษา postural sway ก่อนการแข่งขันเพื่อใช้เป็นเครื่องทำนายการเกิดข้อเท้าแพลงในนักเรียนมัธยมที่เป็นนักกีฬาบาสเกตบอล 210 คน ผลการศึกษาพบว่านักกีฬาที่มีค่า postural sway สูงมีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดข้อเท้าแพลงโดยเกิดข้อเท้าแพลงได้มากกว่า 7 เท่า เทียบกับนักกีฬาที่มี postural sway ต่ำ

จากการศึกษาดังที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าข้อเท้าแพลงด้านนอกเป็นการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นได้มากจากการเล่นกีฬา แม้ว่าจะมีการทำวิจัยศึกษากันอย่างกว้างขวาง แต่อัตราการเกิดข้อเท้าแพลงยังคงมีอยู่สูง การเกิด functional instability หลังการเกิดข้อเท้าแพลงเป็นสมมติฐานที่ทำให้เกิดข้อเท้าแพลงซ้ำ (Recurrent ankle sprain) เนื่องมาจากการสูญเสียการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อซึ่งเกิดจากการบาดเจ็บ จากทฤษฎีมีการกล่าวถึง functional instability ซึ่งขาดการประเมินและการรักษาของ functional instability หลังจากเกิดข้อเท้าแพลงด้านนอก เมื่อเกิดข้อเท้าแพลงขึ้นโครงสร้างที่ได้รับบาดเจ็บไม่ได้เกิดขึ้นแต่เฉพาะที่บริเวณเอ็นเท่านั้น แต่ยังส่งผลถึงระบบประสาทและกล้ามเนื้อรอบๆเอ็นข้อเท้า เมื่อเกิดการบาดเจ็บที่เอ็นจะส่งผลทำให้ข้อขาดความมั่นคง, สูญเสียการทำงานของระบบประสาท ซึ่งคล้ายกับการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นที่ระบบประสาทและบริเวณเอ็นกล้ามเนื้อ ซึ่งการสูญเสียการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อนี้ส่งผลให้เกิดการสูญเสียระบบสมดุล, ลดความรู้สึกบริเวณข้อ, กล้ามเนื้อ peroneal ทำงานช้าลง, การนำกระแสประสาทช้าลง, ความรู้สึกบริเวณผิวหนังลดลง, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงและองศาการเคลื่อนไหว

ลดลง ดังนั้นการตรวจประเมินผู้ป่วยที่มีข้อเท้าแพลงด้านนอกไม่ควรทำเฉพาะการประเมินความมั่นคงของข้อและอาการปวดเท่านั้น แต่ควรมีการตรวจประเมินในระบบประสาทร่วมด้วย การรักษาและการฟื้นฟูควรจะมีการรวมถึงการรักษาทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อร่วมด้วย ซึ่งควรทำร่วมกับการรักษาทางด้านความมั่นคงของข้อที่ได้รับบาดเจ็บ ดังนั้นจึงได้มีการนำรูปแบบการฝึก proprioception มาฝึกในผู้ป่วยเหล่านี้เพื่อป้องกันการเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำ

Hoffman และ Payne (1995) ได้นำโปรแกรมการฝึกโดย ankle disk มาใช้เพื่อเรียนรู้กลไกของ proprioception การฝึกด้วย ankle disk ในคนปกติโดยเครื่องมือที่เรียกว่า Biomechanical Ankle Platform System เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ใช้ force plate เป็นเครื่องมือในการทดสอบ proprioception ที่ความถี่ 50 Hz 26 วินาที โดยจะเก็บข้อมูลในช่วง 20 วินาที ทำให้ได้ข้อมูลทั้งหมดเป็น 1,000 จุด ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลในแนวแกน X (mediolateral) และแกน Y (anteroposterior) ใช้ค่า standard deviation ทั้งค่าในแนวแกน X และ Y เพื่อคำนวณหาค่า sway variability เปรียบเทียบค่า mean sway variability ก่อนและหลังการศึกษา พบว่าค่า mean sway variability ในกลุ่มทดลองมีค่าลดลงแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษานี้จึงกล่าวได้ว่า ankle disk สามารถช่วยเพิ่มการควบคุมท่าทาง (postural control) และการเคลื่อนไหวร่างกายในคนปกติได้ ดังนั้นเมื่อนึกถึงคนที่มีการบาดเจ็บของข้อเท้า การฝึก proprioception น่าจะช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดการบาดเจ็บที่ข้อเท้า ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ใช้ ankle diskในการฝึกนักกีฬา

Sheth และคณะ (1997) ได้ศึกษาการฝึกโดย ankle disk ต่อรูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้าในคนปกติ การฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่าค่า onset time ของกล้ามเนื้อ Anterior tibialis และ Posterior tibialis เพิ่มขึ้นและค่า peak EMG time ก็ยาวนานขึ้น ซึ่งกล้ามเนื้อทั้งสองนี้ทำหน้าที่หลักในการทำ inversion เมื่อกล้ามเนื้อทั้งสองนี้หดตัวช้าลง ก็มีแนวโน้มที่จะเกิด ankle inversion sprain ยากขึ้น หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า การฝึกโดย ankle disk มีผลทางอ้อมต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการหดตัวของ Peroneus longus และ Peroneus brevis ในการควบคุมการเกิด inversion โดย delaying the onset time ของกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้าม ดังนั้น ankle disk ช่วยเพิ่มรูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อในการปรับท่าทางของเท้า ซึ่งผลนี้ก็ช่วยสนับสนุนการใช้ ankle disk เป็นวิธีการฝึกเพื่อช่วยป้องกันการเกิด ankle sprain ในคนปกติ

จะเห็นได้ว่าการฝึกโดย ankle disk แม้แต่ในคนปกติก็ยังให้ผลทางด้านการควบคุมท่าทาง, การปรับเปลี่ยนรูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนั้นในนักกีฬาที่เคยได้รับการบาดเจ็บข้อเท้าแพลงมาก่อน การฝึกโดย ankle disk ก็น่าจะให้ผลดีขึ้นเช่นเดียวกับในคนปกติได้ จึงได้มีการศึกษา

ผลของ ankle disk ในนักกีฬาที่มี ankle sprain ไม่ว่าจะเป็นการบาดเจ็บระยะเฉียบพลันหรือระยะเรื้อรังในรูปแบบต่างๆกันโดย Wester และคณะ (1996) ได้นำการใช้ ankle disk ฝึกในนักกีฬาที่มีข้อเท้าแพลงระยะเฉียบพลัน โดยเริ่มฝึกหลังจากการบาดเจ็บ 1 สัปดาห์เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ให้ผลมีการลดลงของการบาดเจ็บซ้ำอีกครั้งโดยในกลุ่มที่ฝึกด้วย wobble board เกิดข้อเท้าแพลงซ้ำ 25 % ในขณะที่กลุ่มไม่ได้ฝึกเกิด 54 % และ wobble board ยังช่วยป้องกัน functional instability ของผู้ป่วยที่มีข้อเท้าแพลงเป็นครั้งแรก

Osborne และคณะ (2001) ศึกษาผลของการฝึกโดย ankle disk ต่อค่า muscle reaction time ในผู้ป่วยที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรังโดยมีระยะการบาดเจ็บ 6-18 เดือน การฝึกจะฝึกในผู้ป่วยที่ไม่เคยได้รับการฟื้นฟูใดๆเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ฝึกทั้งข้างที่ได้รับบาดเจ็บและข้างที่ไม่ได้รับบาดเจ็บใช้เป็นกลุ่มควบคุม การฝึกจะฝึกทุกวันๆละ 15 นาที ผลการศึกษาพบว่าค่า reaction time ของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ข้างที่ได้รับบาดเจ็บมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 67.6±20.3 ms เป็น 51.7±17.6ms ส่วนข้างที่ได้รับบาดเจ็บมีค่าจาก 65.5±9.8 ms เป็น 51.7±23.7 ms ซึ่งกล่าวได้ว่าการลดลงนี้เป็นผลมาจากการดีขึ้นของระบบ proprioception

นอกจาก ankle disk แล้วการใช้ ankle tape ยังสามารถเพิ่ม proprioception ได้อีกทางหนึ่ง โดย Karlsson และ Andreasson (1992) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการพันเทปต่อ mechanical instability และ reaction times ของกล้ามเนื้อ Peroneus longus และ Peroneus brevis ในผู้ป่วยที่มีข้อเท้าแพลงเรื้อรัง 20 รายแบ่งเป็นกลุ่มพันเทปและไม่ได้พันเทปพบว่าในกลุ่มที่พันเทปมีแนวโน้มที่จะลดค่า mechanical instability ของข้อเท้าและค่า reaction times ของกล้ามเนื้อทั้งสองมัดมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้พันเทปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Robbin, Waked และ Reppel (1995) และคณะได้ทำการศึกษาในคนปกติถึงผลของการพันเทปต่อการรับรู้ตำแหน่งของเท้าที่ surface slope ที่มุมต่างๆกันตั้งแต่ 0°- 25° โดยแบ่งกลุ่มศึกษาออกเป็นกลุ่มที่พันเทปและไม่ได้พันเทปและในทั้งสองกลุ่มแบ่งออกเป็นกลุ่มที่เล่นกีฬาและไม่ได้เล่นกีฬา จากการศึกษาพบว่า ในกลุ่มที่พันเทปมีค่าการรับรู้ตำแหน่งของเท้าได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้พันเทปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะเมื่อ surface slope ที่มีค่ามากกว่า 10° ซึ่งคาดว่าเป็นช่วงที่มีมุมเหมือนกับการบาดเจ็บของข้อเท้า

Leanerson, Ekstam และ Salomonsson (1996) ศึกษาในเรื่องผลของการพันเทปต่อ postural sway ก่อนและหลังการแข่งขัน ในนักกีฬา soccer ที่มี unilateral functional instability จำนวน 9 คน การศึกษาให้ใช้เทปพันข้อเท้าทุกครั้งที่มีการฝึกซ้อมและมีการแข่งขัน ใช้ชาย 8 คนที่มีกิจกรรมปาน

กลางเป็นกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่าค่า postural sway ลดลงเมื่อให้พันเทปก่อนการแข่งขัน หลังการแข่งขันไม่มีความแตกต่างในกลุ่มที่พันเทปและไม่พันเทป ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึง ผลทางด้านดีของเทปต่อ postural sway ระหว่างการเคลื่อนไหวก่อนการแข่งขัน

Mutsusaka และคณะ (2001) จึงได้นำการฝึกด้วย ankle disk ร่วมกับการใช้ tactile stimulation โดยการติด nonelastic tape ไว้ที่ขาด้านนอกข้างที่มีข้อเท้าแพลง โดยทำการฝึกวันละ 10 นาที สัปดาห์ละ 5 ครั้ง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สามารถลด postural sway ได้เร็วกว่าการใช้ ankle disk เพียงอย่างเดียว ซึ่งในกลุ่มที่ติดเทปร่วมกับการใช้ ankle disk พบว่า postural sway ดีขึ้นเทียบกับก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญภายในสัปดาห์ที่ 4 และมีค่าเท่ากับคนปกติภายใน 6 สัปดาห์ ส่วนในกลุ่มที่ใช้ ankle disk อย่างเดียว postural sway ดีขึ้นเทียบกับก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์ที่ 6 และมีค่ากับคนปกติในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งผลที่ได้นี้กล่าวได้ว่า postural sway ที่ดีขึ้นเกิดจากการเพิ่ม afferent input จาก skin receptors ซึ่งถูกกระตุ้นจากการดึงของ adhesive tape

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นที่เกี่ยวเนื่องกับ ผลของการฝึกโดย ankle disk และการฝึกโดยการใช้เทปพันที่ข้อเท้าต่างมีผลช่วยในการเพิ่มระบบ proprioception ทั้งสิ้น ดังนั้นหากนำการฝึกทั้งสองแบบร่วมกันในผู้ป่วยข้อเท้าแพลงในระยะเริ่มแรกของการบาดเจ็บน่าจะทำให้ระบบ proprioception ของผู้ป่วยดีขึ้นในระยะเวลาอันรวดเร็ว สามารถกลับไปทำกิจกรรมหรือเล่นกีฬาได้เร็วขึ้นและสามารถลดอุบัติการณ์การเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำได้ ซึ่งพบว่ายังไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาผลของการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปในนักกีฬาที่ประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษาในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง เพื่อศึกษาผลของการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปต่อ proprioception โดยการวัดการเปลี่ยนแปลง postural sway

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง (Target population and sample population)

ประชากร (Target population) : นักกีฬาทั่วไปที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง

ประชากรตัวอย่าง (Sample population) : นักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง โดยมีลักษณะดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้าศึกษา (Inclusion criteria)

(1) เป็นนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงด้านนอกอย่างน้อย 1 ครั้งภายในระยะเวลา 18 เดือนนับก่อนหน้าวันที่จะเข้าร่วมทำการวิจัยนอกเหนือจากข้อเท้าแพลงที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

(2) เกิดข้อเท้าแพลงด้านนอกในขาข้างเดียวกันก่อนทำการศึกษา 1 สัปดาห์

(3) อายุระหว่าง 18-25 ปี

(4) ค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index) อยู่ระหว่าง 20-25

(5) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้าอยู่ในเกณฑ์ปกติจาก Manual muscle testing (ดังภาคผนวกส่วนที่ 3)

(6) สามารถยืน เดินได้โดยไม่มีอาการเจ็บปวด

(7) เป็นข้อเท้าแพลง grade II

(8) กลุ่มผู้ทำการศึกษายินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัยด้วยความเต็มใจ

เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion Criteria)

(1) มีประวัติกระดูกขาหัก หรือการบาดเจ็บบริเวณขา

(2) Romberg's test ให้ผลบวก

การกำหนดกลุ่มประชากรตัวอย่าง

จากการศึกษาของ Mutsusaka และคณะ (2001) ได้ศึกษาผลของการฝึกการทรงตัวด้วย ankle disk ร่วมกับการพัน nonelastic tape ต่อ proprioception ในคนที่มี unilateral functional instability ของข้อเท้า โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 11 คน ในกลุ่มที่ 1จะได้รับการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการติด nonelastic tape ที่ตาตุ่มด้านนอก ส่วนกลุ่มที่ 2 ฝึกโดยการใช้ ankle disk เพียงอย่างเดียว ฝึกวันละ10 นาที สัปดาห์ละ 5 ครั้ง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ใช้ force plate เป็นตัววัด postural

sway แสดงค่าเป็น mean rectangular area พบว่าในกลุ่มที่ 1 ค่า mean rectangular area (area of postural sway) คือ 9.0±1.5 ตารางเซนติเมตรส่วนในกลุ่มที่ 2 คือ 11.7±2.2 ตารางเซนติเมตร สามารถนำมาคำนวณจำนวนประชากรตัวอย่างได้จากสูตร

$$n/group = 2(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \sigma^2 / (X_1 - X_2)^2$$

กำหนดให้ $\alpha = 0.05$ $Z_{\alpha/2} = Z_{0.05/2} = 1.96$ (two-tailed)

$\beta = 0.10$ $Z_{\beta} = Z_{0.10} = 1.28$

X_1 = ค่าเฉลี่ยในกลุ่มที่ 1

X_2 = ค่าเฉลี่ยในกลุ่มที่ 2

σ^2 = Pooled variance

$$\sigma^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}$$

$$= \frac{(11-1)(1.5)^2 + (11-1)(2.2)^2}{11+11-2}$$

$$= 3.55$$

แทนค่าในสูตร

$$n/group = \frac{2(1.96+1.28)^2\ 3.55}{(9.0-11.7)^2}$$

$$n/group = 10.21$$

เพราะฉะนั้นจะต้องใช้จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม 11 ราย แต่เพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่างขณะทำการศึกษาวิจัยและเพื่อให้ผลการวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือมากขึ้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเพิ่มขนาดของจำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มเป็น 15 คน

วิธีการเลือกกลุ่มประชากรตัวอย่าง

ใช้วิธีเลือกประชากรตัวอย่างโดยความจงใจ (Purposive sampling) โดยสมัครใจและสัมภาษณ์เพื่อค้นหาผู้เข้าร่วมการทดสอบตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้าและออกจากการศึกษาดังที่กล่าวไว้ข้างต้น หลังจากผู้ทดสอบผ่านเกณฑ์การคัดเลือกแล้วจะใช้ตารางตัวเลขจากการสุ่ม (Table of random numbers ดังภาคผนวก ส่วนที่ 2) กำหนดผู้เข้าร่วมการศึกษาในแต่ละคนว่าจะจัดอยู่ในกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มทดลอง เพื่อที่จะทำการรักษาและการฝึกการทรงตัวตามข้อกำหนดที่วางไว้ของแต่ละกลุ่มต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เอกสารแนะนำอาสาสมัคร และใบยินยอมเข้าร่วมโครงการด้วยความสมัครใจ (ดังภาคผนวก ส่วนที่ 1)

2. การแบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยใช้ตารางเลขสุ่ม (Table of random numbers) (ดังภาคผนวก ส่วนที่ 2)

3. Ankle disk ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร (บริษัท V.S. Engineering, ประเทศไทย (ดังภาพที่ 5)

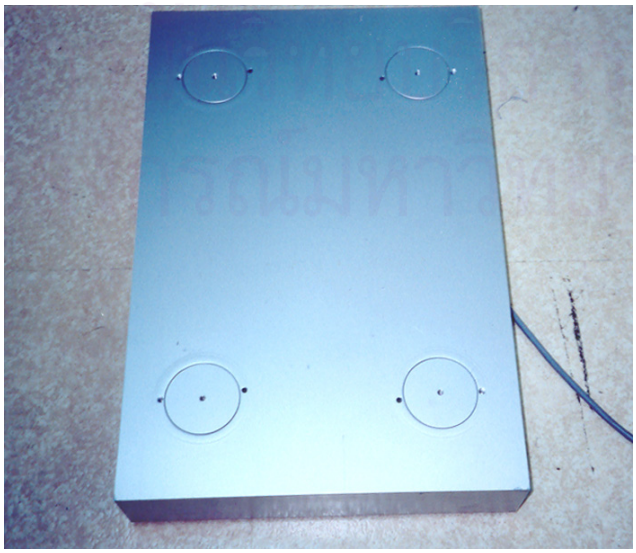
4. เทปสำหรับพันข้อเท้าผู้เข้าร่วมโครงการ

5. Force plate (Kistler type 9281C, บริษัท Kistler Instrumente AG Winterthur, Switzerland) ใช้สำหรับวัด postural sway (ดังภาพที่ 6)

6. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลแรงขณะที่ผู้เข้าร่วมทำการวิจัยยืนขาเดียว (ดังภาพที่ 7)

ภาพที่ 5 Ankle disk

ภาพที่ 6 Force plate สำหรับเก็บข้อมูล postural sway ขณะทดสอบยืนขาเดียว



ภาพที่ 7 ภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูล ที่จอมอนิเตอร์แสดงโปรแกรมที่ใช้เก็บข้อมูล

Winter (1990) กล่าวว่า ground reaction force เป็นแรงภายนอกที่กระทำต่อร่างกายที่กระทำต่อเท้าในขณะที่มีการยืน การเดิน การวิ่ง แรงที่กระทำนี้มีลักษณะเป็นแรงใน 3 มิติ โดยประกอบด้วยแรงในแนวตั้ง (vertical component) และแรงในแนวขนานกับผิวสัมผัสของ force plate อีก 2 แนว คือ anteroposterior และ mediolateral components เครื่องมือมาตรฐานที่ใช้วัด ground reaction force คือ force plate ที่ให้สัญญาณทางไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับแรงกระทำต่อ force plate

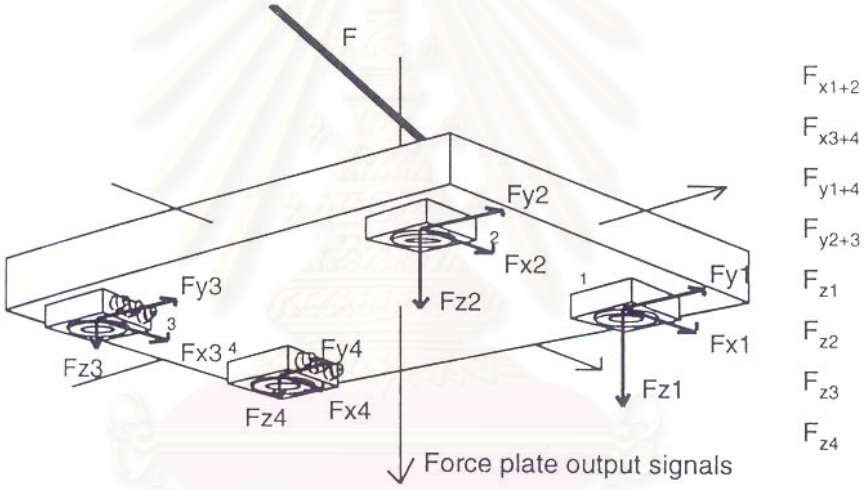
หลักการทำงานของ force plate

แผ่น force plate ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือประเภท piezoelectric ซึ่ง ground reaction force จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยของโครงสร้างภายในชิ้นส่วนวัสดุ crystalline ชนิดพิเศษซึ่งจะก่อให้เกิดประจุไฟฟ้าภายในชิ้นวัสดุนั้น ซึ่งขนาดของประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับแรงที่มากระทำ สัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปขยายสัญญาณแล้วส่งข้อมูลต่อไปเข้ายังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลของแรง (Winter, 1990)

แผ่น force plate นั้นจะมี force sensors ทั้งหมด 4 ตัวที่อยู่ในแต่ละมุมของแผ่น force plate force sensors ทั้งหมดอยู่ระหว่างระหว่าง mounting base และ top plate แต่ละ sensors จะมี quartz plates 3 คู่ โดยแต่ละคู่จะสามารถวัดแรงได้ในแต่ละทิศทางที่ตั้งฉากกัน ได้แก่ แนว vertical แนว anteroposterior และแนว mediolateral ตามลำดับ ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นผลจากแรงกดบนผิว

ของ force plate จะถูกส่งไปยัง charge amplifiers เพื่อเปลี่ยนค่าเป็น analog voltages ซึ่งเป็นสัดส่วนกับแรงที่กระทำต่อ force plate ส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูล โดยปกติ output signals ที่ออกจาก force sensors ทั้ง 4 ตัวจะให้ 12 output signals แต่ charge amplifiers นั้นมีเพียง 8 channels จึงมีการรวมสัญญาณ shear forces ในแนว mediolateral ของคู่หน้าและคู่หลังเข้าด้วยกัน ขณะเดียวกันก็มีการรวมสัญญาณ shear forces ในแนว anteroposterior ของคู่ด้านขวาและซ้ายเข้าด้วยกันด้วยเพื่อให้เหลือ 8 signals ที่จะส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้คำนวณแรงในภายหลัง ได้แก่ F_{x1+2}, F_{x3+4}, F_{y1+4}, F_{y2+3}, F_{z1}, F_{z2}, F_{z3}, F_{z4} (Operting Instructions Multicomponent Force Plate for Biomechanics type 9281C, Kistler Instrumente AG Winterthur, Switzerland (ดังภาพที่ 8)

ภาพที่ 8 แนวแรงที่เกิดจาก 4 sensors ของ force plate



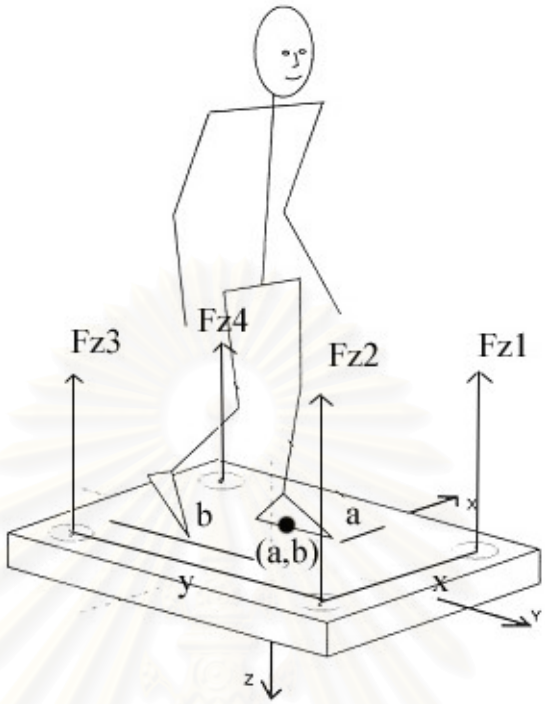
จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้การคำนวณค่า center of pressure (COP) จากแรงในแนว vertical โดยตำแหน่ง coordinate (a,b) ของ COP บอกได้จากความสัมพันธ์ของ vertical force ที่ได้จาก transducer ที่อยู่ในแต่ละมุมของ force plate (ดังภาพที่ 9) ความสัมพันธ์เป็นดังสมการต่อไปนี้

$$F_z = F_{z1} + F_{z2} + F_{z3} + F_{z4}$$

$$\frac{F_{z1} + F_{z4}}{F_{z2} + F_{z3}} = \frac{x - a}{a}$$

$$\frac{F_{z3} + F_{z4}}{F_{z1} + F_{z2}} = \frac{y - b}{b}$$

ภาพที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ของแรงในแนว vertical กับจุด center of pressure (COP)



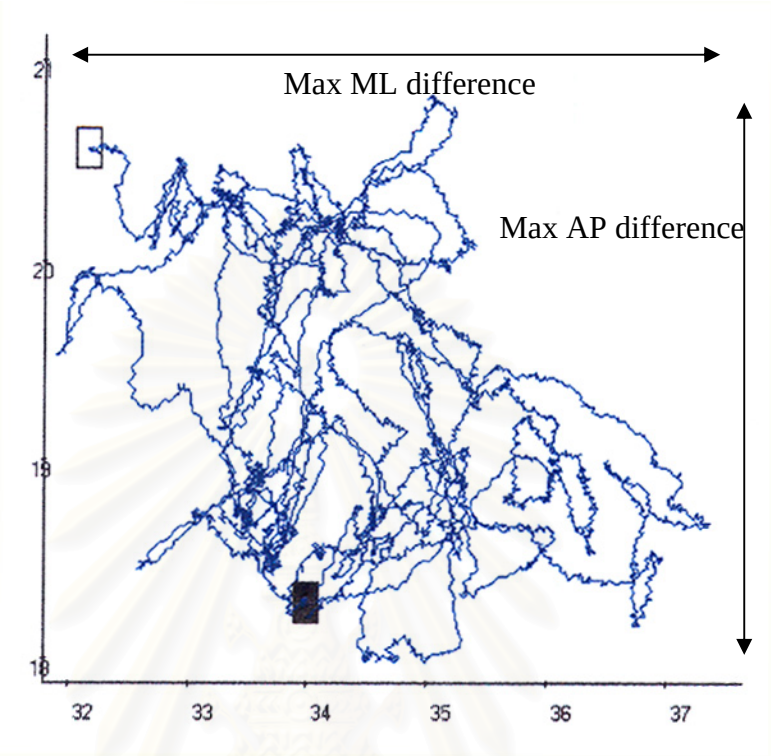
การศึกษาครั้งนี้ให้ผู้เข้าร่วมทำการวิจัยยืนบน force plate การเก็บข้อมูลจะเก็บด้วยความถี่ 200 Hz เป็นเวลา 30 วินาที ดังนั้นค่า COP ที่ได้จากการศึกษาแต่ละครั้งของการทดสอบจะมีค่า coordinate ในแกน X และแกน Y ทั้งหมด 6,000 จุด (ดังภาพที่ 10) เมื่อนำค่า COP ที่ได้มาคำนวณหาค่า area of postural sway ซึ่งคำนวณจากผลคูณของค่าต่าง COP ที่มากที่สุดในแนวแกน x และ แกน y จากสมการต่อไปนี้

Area of postural sway = (Max ML difference) × (Max AP difference)

maximum ML difference คำนวณจากผลต่างค่า coordinate มากที่สุดและน้อยที่สุดในแนวแกน X
maximum AP difference คำนวณจากผลต่างค่า coordinate มากที่สุดและน้อยที่สุดในแนวแกน Y

จากภาพที่ 10 จุดขาวหมายถึงจุดเริ่มต้น จุดดำหมายถึงจุดสุดท้าย ของการเหยียบบน force plate ในระยะเวลา 30 วินาทีของการเก็บข้อมูล

ภาพที่ 10 การคำนวณพื้นที่ของ COP



การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อนักกีฬาที่มีความสนใจเข้าร่วมการศึกษาวิจัย

2. ซักประวัติและตรวจร่างกายนักกีฬาที่มีข้อเท้าแพลง เพื่อให้ตรงตามเกณฑ์ของการวิจัย พร้อมทั้งอธิบายวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับจากการเข้าร่วมศึกษาวิจัย ให้ผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยทุกคนทราบโดยละเอียด

3. ให้ผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัย ลงนามยินยอมในการเข้าร่วมศึกษาวิจัย

4. ทดสอบ postural sway ของนักกีฬาโดยใช้ force plate ก่อนการรักษาและทุกสัปดาห์ที่รักษาจนกระทั่งครบ 8 สัปดาห์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ใช้คนปกติที่มีอายุ, ส่วนสูง, น้ำหนัก ใกล้เคียงกับกลุ่มผู้เข้าร่วมทำการวิจัย แต่ไม่มีการบาดเจ็บของข้อเท้าวัดค่า postural sway เพื่อหาค่า postural sway ในคนปกติไว้เปรียบเทียบ

2. ผู้เข้าร่วมโครงการทุกคนจะได้รับการทดสอบ postural sway โดยใช้ force plate เพื่อใช้เป็นค่าก่อนเริ่มการรักษา

3. แบ่งกลุ่มนักกีฬาออกเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่ม โดยมีทั้งสองกลุ่มจะได้รับการรักษาการ

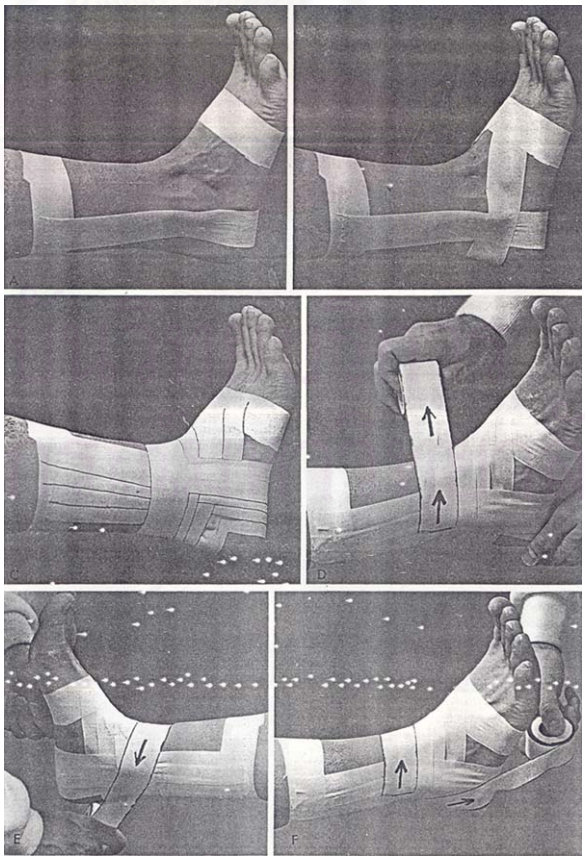
บาดเจ็บข้อเท้าแพลงรูปแบบเดียวกันยกเว้นในกลุ่มทดลองที่เพิ่มการฝึกโดย ankle diskร่วมกับการพันเทปเข้าไปด้วย

4. โปรแกรมการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทป ทำโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพันเทปที่ข้อเท้าด้วยวิธี Gibney technique 3 รอบ (ดังภาพที่ 11) จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนบน ankle disk เคลื่อนไหวข้อเท้า 4 ทิศทางได้แก่ การกระดกข้อเท้าขึ้น, ถีบปลายเท้าลง, บิดข้อเท้าเข้าด้านในและออกด้านนอก เป็นระยะเวลา 10 นาที การฝึกทำสัปดาห์ละ 3 ครั้งเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

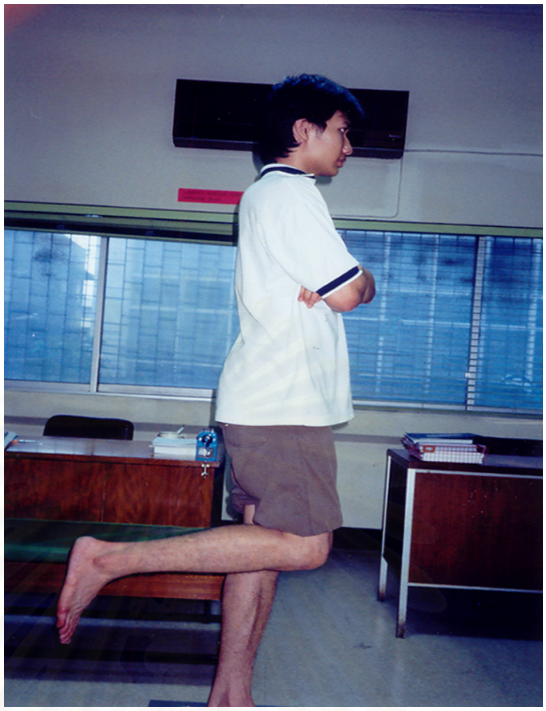
5. ทุกสัปดาห์ ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมวัด postural sway โดยให้ชั่งน้ำหนักก่อนแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนเท้าเปล่าขาข้างเดียว ลืมตา และกอดอก บน force plate ขาอีกข้างงอเข่า 90º (ดังภาพที่ 12) เมื่อผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยยืนงอเข่านิ่งบน force plate แล้วประมาณ 5 วินาที จึงเริ่มเก็บข้อมูลเป็นเวลา 30 วินาที พักระหว่างการวัดแต่ละครั้ง 2 นาที ทำการวัด 3 ครั้ง

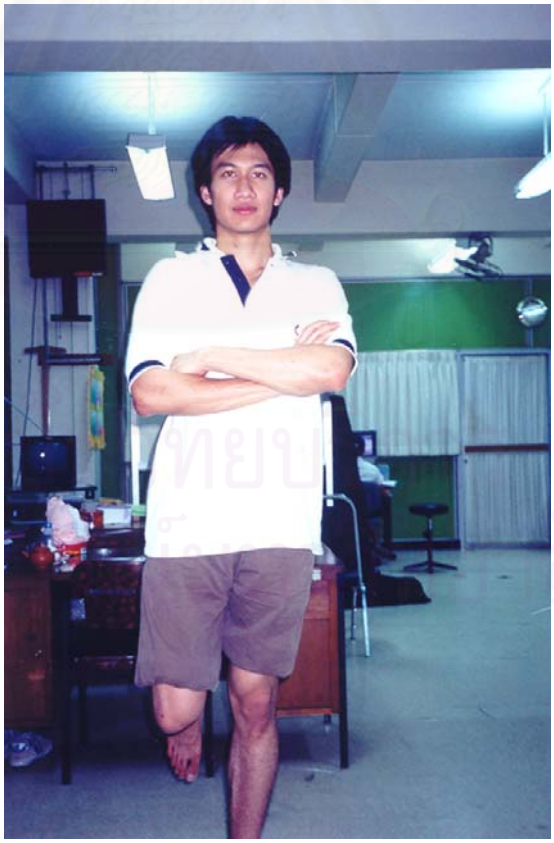
6. นำค่าแรงวัดได้ในแนว vertical axis จากแต่ละ transducer มาคำนวณหาค่า coordinate ของ COP จากนั้นนำค่า coordinateของ COP ในช่วงเวลา 30 วินาที มาคำนวณหาพื้นที่ดังสมการ area of postural sway โดยค่าพื้นที่มีมากหมายความถึงมี postural sway มาก

ภาพที่ 11 แสดงการพันเทปแบบ Gibney technique

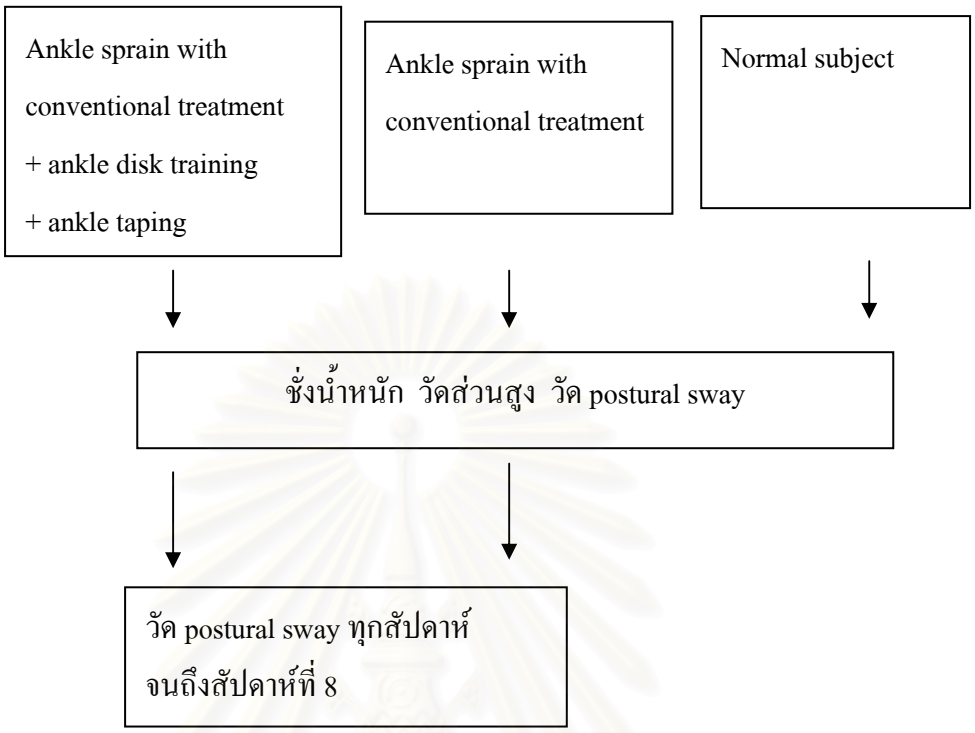


ภาพที่ 12 แสดงการยืนบน Force plate





ขั้นตอนการวิจัย



การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

- วิเคราะห์ area of postural sway แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- เปรียบเทียบ area of postural sway ทุกสัปดาห์หลังการรักษาด้วย One-way repeated measure ANOVA
- กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษา ผลของการฝึกโดยแองเคิลดิสค์ร่วมกับการพันเทปต่อโปรปริโอเซ็บชันในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง นอกเหนือจากการเก็บข้อมูลกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแล้ว ได้มีการเก็บข้อมูลคนปกติในช่วงอายุเดียวกันที่ไม่เคยมีประวัติข้อเท้าแพลงและการบาดเจ็บที่ขามาก่อน เพื่อให้มีค่าเกี่ยวกับ postural sway ไว้เปรียบเทียบ โดยกลุ่มคนปกติ 10 คนนั้นมีน้ำหนักเฉลี่ย 57.7±11.7 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 168.0±5.0 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.3±3.1 การเก็บข้อมูล postural sway นั้นจะใช้การเก็บข้อมูล 3 ครั้งเพื่อมาหาค่าเฉลี่ยดังเช่นที่ใช้กับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ย area of postural sway ของคนปกติในกลุ่มอายุเดียวกันมีค่า 18.63±5.25 ตารางเซนติเมตร ขณะที่ค่า maximum mediolateral sway คือ 4.89±1.17เซนติเมตร, maximum anteroposterior sway คือ 4.25±3.80 เซนติเมตร

สำหรับผลของการเก็บข้อมูลในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองกำหนดไว้กลุ่มละ 15 คน รวมผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสิ้น 30 คน การเก็บข้อมูลกระทำตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2545 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2546 มี 3 รายที่การเก็บข้อมูลก่อนเริ่มรับการรักษาได้ข้อมูลของค่า center of pressure ไม่ครบ 30 วินาที ขณะที่อีก 1 รายปฏิเสธที่จะรับการเข้าร่วมการศึกษาต่อหลังจากรับการรักษาไปแล้ว 4 สัปดาห์ ดังนั้นเมื่อสิ้นสุดการศึกษาจึงเหลือผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสิ้น 26 ราย โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 12 รายและกลุ่มควบคุม 14 ราย โดยตารางที่ 1 แสดงถึงประเภทของกีฬาของผู้เข้าร่วมทำการวิจัยที่ได้รับการรักษาติดต่อกันครบ 8 สัปดาห์ซึ่งชี้ให้เห็นถึงอุบัติการณ์การเกิดข้อเท้าแพลงในนักกีฬาพบว่าข้อเท้าแพลงเกิดขึ้นได้มากในประเภทกีฬาที่เกี่ยวข้องกับการวิ่งและการกระโดด ดังข้อสรุปของ Balduini และ Tetzlaff (1987) พบว่า การเกิดข้อเท้าแพลงเป็นการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นมากที่สุดในกีฬาวิ่งและกระโดด ขณะที่ Mack (1982) ซึ่งพบว่าการเกิดข้อเท้าแพลงในกีฬาวิ่งและกระโดดที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บจนนักกีฬาต้องหยุดการเล่นกีฬาเกิดขึ้นได้ถึง 20-25 % ของการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาทั้งหมด ในการวิจัยครั้งนี้พบว่าส่วนใหญ่ของนักกีฬาบาดเจ็บที่เข้าร่วมการวิจัยเล่น บาสเกตบอล และ ฟุตบอล ซึ่งสอดคล้องกับหลายๆการศึกษาที่ผ่านดังเช่นการศึกษาของ Brostrom (1966) และการศึกษาของ Peterson และ Renstrom (1986) พบว่าการเกิดการบาดเจ็บที่เอ็นด้านนอกข้อเท้า เป็นการบาดเจ็บที่พบได้มากในนักกีฬา โดยเฉพาะนักกีฬาฟุตบอล บาสเกตบอล และวอลเลย์บอล ขณะที่ Smith และ Reischl (1986) พบว่าในนักกีฬาบาสเกตบอล จะต้องมีข้อเท้าแพลงเกิดขึ้นอย่างน้อย 1 ครั้งจากการเล่นกีฬาประเภทนี้

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยแยกตามลักษณะกีฬาที่เล่น

ประเภทกีฬา	กลุ่มควบคุม (Control group)	กลุ่มทดลอง (Experimental group)
บาสเกตบอล	3	5
ฟุตบอล	6	3
ฮอกกี้	2	1
รักบี้	1	0
แบดมินตัน	0	1
วอลเลย์บอล	1	1
มวยไทย	0	1
ซอฟท์บอล	1	0
รวม	14	12

หากแบ่งตามเพศของผู้เข้าร่วมการวิจัย (ดังตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่าผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยที่มีข้อเท้าแพลงร้อยละ 92.3 เป็นเพศชายและมีเพียงร้อยละ 7.7 เท่านั้นที่เป็นเพศหญิงโดยเพศหญิงอยู่ในกลุ่มควบคุมทั้งหมด ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าสัดส่วนผู้ที่มีการบาดเจ็บที่เป็นเพศหญิงในการวิจัยครั้งนี้มีค่าต่ำมากน่าจะเกี่ยวข้องที่ประเภทกีฬาที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บมักเป็นกีฬาที่มีการปะทะกันซึ่งน่าจะเป็นเพราะว่าเพศหญิงเล่นกีฬาที่มีการปะทะนั้นน้อยเพศชายมาก ข้อมูลนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ Holmer และคณะ (1994) ที่ศึกษาอุบัติการณ์การเกิดข้อเท้าแพลงในระยะเวลา 1 ปี พบว่าผู้ป่วยข้อเท้าแพลง 766 คน เป็นชายมากกว่าหญิง และ 61 % เป็นการบาดเจ็บเอ็นด้านนอกของข้อเท้า

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยจำแนกตามเพศ

เพศ/กลุ่มศึกษา	ชาย	หญิง
กลุ่มควบคุม (Control group)	12	2
กลุ่มทดลอง (Experimental group)	12	0
จำนวนร้อยละ	92.3	7.7

การศึกษาวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยมีค่าดัชนีมวลกาย 20-25 ทั้งนี้เพื่อป้องกันผลของรูปร่างที่อาจมีผลต่อค่า postural sway ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้น้ำหนักของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่า 65.46±7.95 และ 67.78±13.26 กิโลกรัม, ส่วนสูง 172.29±7.84 และ 174.83±7.55 เซนติเมตร, และค่าดัชนีมวลกาย 22.02±1.72 และ 22.00±3.12 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 3) ซึ่งจากค่าที่ได้ในทั้งสองกลุ่มมีค่าน้ำหนัก, ส่วนสูง, และค่าดัชนีมวลกายมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนัก, ส่วนสูง, และค่าดัชนีมวลกาย ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัย

กลุ่มศึกษา	น้ำหนัก	ส่วนสูง	ค่าดัชนีมวลกาย
กลุ่มควบคุม (Control group)	65.46±7.95	172.29±7.84	22.02±1.72
กลุ่มทดลอง (Experimental group)	67.78±13.26	174.83±7.55	22.00±3.12

ขณะที่อุบัติการณ์การเกิดข้อเท้าแพลงของผู้เข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ประมาณ 2-3 ครั้งต่อคน (ดังตารางที่ 4 การเก็บข้อมูลใช้แบบสอบถามในภาคผนวกที่ 4) ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างสูงในกลุ่มผู้เข้าร่วมการวิจัยที่อายุน้อย ส่วนหนึ่งน่าจะมีผลมาจากข้อกำหนดของผู้เข้าร่วมการวิจัยที่จะต้องมีประวัติว่าต้องเคยมีประวัติข้อเท้าแพลงอย่างน้อย 1 ครั้งในรอบ 18 เดือนที่ผ่านมาและมีข้อเท้าแพลงภายใน 1 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมการศึกษา ดังนั้นอย่างน้อยผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องเคยมีข้อเท้าแพลง 2 ครั้ง อย่างไรก็ตาม หลายๆการศึกษาพบว่า คนที่มีข้อเท้าแพลงมีแนวโน้มที่จะเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำได้อีก ดังการศึกษาของ Kannus และ Renstrom (1991) ที่กล่าวว่า 15-60 % ของคนที่เกิดข้อเท้าแพลง จะมีข้อเท้าแพลงซ้ำ ขณะที่ Yeung และคณะ (1994) ศึกษาการเกิดการบาดเจ็บในนักกีฬาฮ่องกงจีนทั้งที่เป็นนักกีฬาทีมชาติ นักกีฬาประเภทแข่งขันและนักกีฬาสมัครเล่น จากการศึกษาพบว่านักกีฬา 73 % มีข้อเท้าแพลงซ้ำ และ 59% ของนักกีฬาเหล่านี้มีความผิดปกติหลงเหลืออยู่อย่างมีนัยสำคัญซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการเล่นกีฬาลดลง นอกจากนี้ Watson (1999) ได้ศึกษาการบาดเจ็บในนักกีฬาฟุตบอลและนักกีฬาข้างระหว่าง อายุ 18-27 ปีจำนวน 80 คน โดยการศึกษาใช้ระยะเวลา 4 ปี โดยมีสมมติฐานคือ ข้อเท้าแพลงเป็นการบาดเจ็บที่เกิดได้มากที่สุด ผลการศึกษาจากการบาดเจ็บทั้งหมด 962 การบาดเจ็บ ซึ่งรวมถึง 218 strains คิดเป็น 22.7 %, 184 sprains คิดเป็น19.1%, 163 overuse injuries คิดเป็น 16.9% และ 143 contusion คิดเป็น 14.9% ในส่วนของ sprain พบว่า ankle sprain เป็นการบาดเจ็บที่พบมากที่สุด คือ 122 การบาดเจ็บ มีเพียง 18

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนครั้งของการเกิดข้อเท้าแพลง

กลุ่มศึกษา	จำนวนครั้งโดยเฉลี่ย
กลุ่มควบคุม (Control group)	2.78
กลุ่มทดลอง (Experimental group)	2.58

ใน 122 ankle sprains (14.8%) ที่ไม่มีการบาดเจ็บมาก่อน ส่วนอีก 104 ankle sprains เป็นการบาดเจ็บซ้ำ ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า ankle sprain มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นได้อีก

ก่อนเริ่มทำการศึกษาวิจัย ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบ postural sway ซึ่งให้ผล area of postural sway, maximum mediolateral sway และ maximum anteroposterior sway เพื่อใช้เป็นค่าเปรียบเทียบในการติดตามการรักษา (ดังตารางที่ 5) ซึ่งค่าพื้นที่ ก่อนทำการศึกษาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง คือ 19.88±3.79 และ 19.62±7.59 ตารางเซนติเมตร, maximum mediolateral sway คือ 4.71±0.69 และ 4.65±1.16 เซนติเมตร, maximum anteroposterior sway คือ 4.23±0.43 และ 4.11±0.52 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงค่า baseline ค่าพื้นที่ (ตารางเซนติเมตร), ค่า maximum mediolateral sway (เซนติเมตร), และ maximum anteroposterior sway (เซนติเมตร) ของผู้เข้าร่วมทำการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่ม

กลุ่มศึกษา	ค่าพื้นที่	Max. lateral sway	Max. A-P sway
กลุ่มควบคุม (Control group)	19.88±3.79	4.71±0.69	4.23±0.43
กลุ่มทดลอง (Experimental group)	19.62±7.59	4.65±1.16	4.11±0.52

ในระหว่าง 8 สัปดาห์ของการรักษา ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่มจะได้รับการวัด postural sway ทุกสัปดาห์ จากผลการศึกษาพบว่าค่า area of postural sway ในกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 17.15- 20.24 ตารางเซนติเมตร (ดังตารางที่ 6) และในกลุ่มควบคุมอยู่ระหว่าง 18.39-20.66 ตารางเซนติเมตร (ดังตารางที่ 7) ซึ่งค่า area of postural sway ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆลงๆ แต่ในกลุ่มทดลองมีแนวโน้มที่ค่า area of postural sway จะมีค่าลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 6-8 (ดังภาพที่ 13) ชี้ให้เห็นน่าจะมีการติดตามผลการรักษาให้นานกว่า 8 สัปดาห์

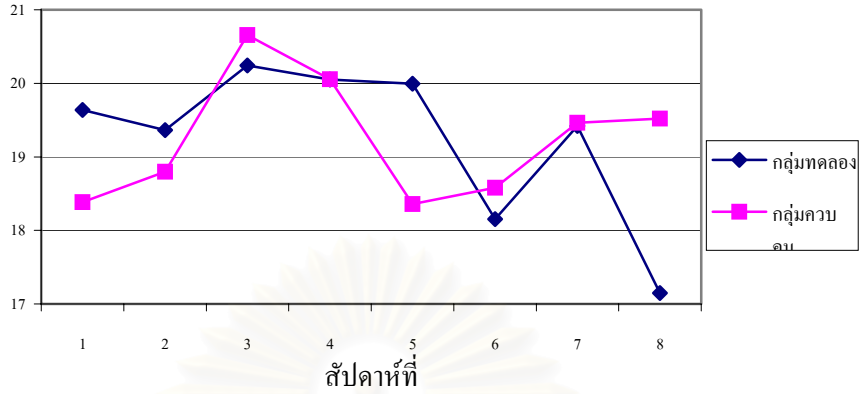
ตารางที่ 6 แสดงค่าพื้นที่ของ COP ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยที่วัดโดย force plate ในนักกีฬากลุ่มทดลอง แสดงผลเป็นตารางเซนติเมตร

สัปดาห์ที่	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
สัปดาห์ที่ 1	14.14	27.12	19.63	4.34
สัปดาห์ที่ 2	11.56	25.95	19.36	4.00
สัปดาห์ที่ 3	12.20	37.41	20.24	6.57
สัปดาห์ที่ 4	11.78	31.52	20.05	5.66
สัปดาห์ที่ 5	12.13	29.41	19.99	5.47
สัปดาห์ที่ 6	11.31	22.61	18.15	3.09
สัปดาห์ที่ 7	9.55	28.05	19.42	5.05
สัปดาห์ที่ 8	9.70	23.94	17.15	4.20

ตารางที่ 7 แสดงค่าพื้นที่ของ COP ของผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยที่วัดโดย force plate ในนักกีฬากลุ่มควบคุม แสดงผลเป็นตารางเซนติเมตร

สัปดาห์ที่	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
สัปดาห์ที่ 1	13.43	22.52	18.39	2.56
สัปดาห์ที่ 2	14.27	26.97	18.80	3.54
สัปดาห์ที่ 3	13.58	32.04	20.66	5.12
สัปดาห์ที่ 4	12.11	30.47	20.06	6.28
สัปดาห์ที่ 5	13.22	27.04	18.36	4.07
สัปดาห์ที่ 6	9.11	28.10	18.58	5.70
สัปดาห์ที่ 7	13.42	26.74	19.46	4.37
สัปดาห์ที่ 8	12.19	27.59	19.52	5.13

ภาพที่ 13 กราฟเปรียบเทียบค่าพื้นที่เฉลี่ยในผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสองกลุ่มใน 8 สัปดาห์ที่ทำการรักษา



จากนั้นนำค่า area of postural sway มาเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ One-way repeated measure ANOVA (ดังตารางที่ 8) ผลที่ได้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$ ทำให้สรุปได้ว่า การเพิ่มการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปร่วมกับวิธีรักษามาตรฐานไม่สามรถเพิ่ม proprioception ที่วัดโดยใช้ area of postural sway เมื่อเปรียบเทียบกับการรักษาโดยวิธีมาตรฐาน

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าพื้นที่ในผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสองกลุ่ม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean squares	F	Sig.
Intercept	86619.15	1	86619.15	789.621	0
Group	3.74E-03	1	3.74E-03	0	0.995
Error	2632.73	24	109.697		

ค่า area of postural sway จากการศึกษาครั้งนี้คำนวณจากผลคูณของผลต่างที่มากที่สุดในแนวแรง mediolateral และ anteroposterior ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า ค่า mediolateral sway ในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.28-5.06 เซนติเมตร (ดังตารางที่ 9) ในกลุ่มควบคุมมีค่า 4.48-4.95 เซนติเมตร (ดังตารางที่ 10) ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ของการศึกษาวิจัยค่า mediolateral sway ในทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆลงๆเช่นเดียวกับค่าพื้นที่ที่พบว่าในกลุ่มทดลองมีแนวโน้มการลดลงของค่า mediolateral sway ในสัปดาห์ที่ 6-8 (ดังภาพที่ 14) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่า mediolateral sway ในทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$ (ดังตารางที่ 11)

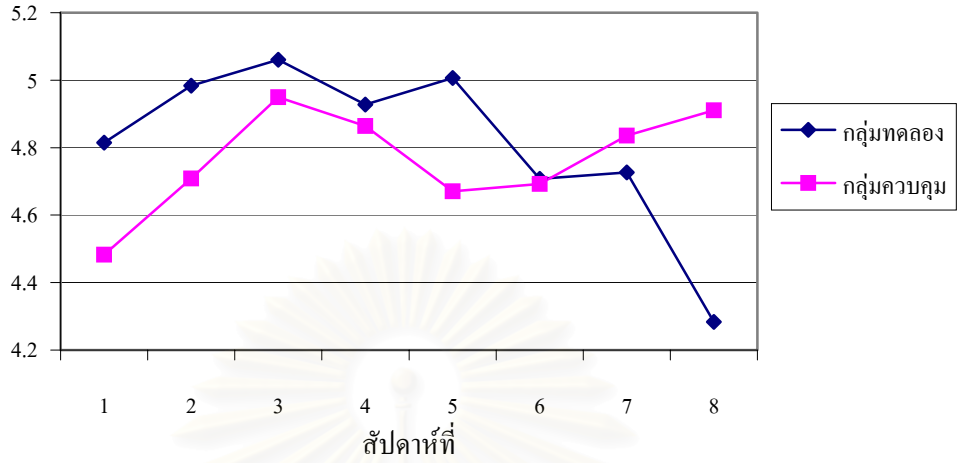
ตารางที่ 9 แสดงค่า Maximum mediolateral sway ของผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยที่วัดโดย force plate ในนักกีฬากลุ่มทดลองแสดงผลเป็นเซนติเมตร

สัปดาห์ที่	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
สัปดาห์ที่ 1	4.30	5.98	4.81	0.59
สัปดาห์ที่ 2	3.20	5.96	4.98	0.75
สัปดาห์ที่ 3	3.72	7.48	5.06	1.00
สัปดาห์ที่ 4	4.01	6.20	4.93	0.82
สัปดาห์ที่ 5	2.99	6.31	5.01	1.09
สัปดาห์ที่ 6	3.87	5.40	4.71	0.44
สัปดาห์ที่ 7	2.64	6.32	4.72	0.93
สัปดาห์ที่ 8	2.48	5.57	4.28	0.84

ตารางที่ 10 แสดงค่า Maximum mediolateral sway ของผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยที่วัดโดย force plate ในนักกีฬากลุ่มควบคุมแสดงผลเป็นเซนติเมตร

สัปดาห์ที่	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
สัปดาห์ที่ 1	3.17	5.38	4.48	0.58
สัปดาห์ที่ 2	3.73	6.11	4.71	0.73
สัปดาห์ที่ 3	3.95	6.63	4.95	0.82
สัปดาห์ที่ 4	3.47	7.68	4.86	1.25
สัปดาห์ที่ 5	3.32	6.19	4.67	0.80
สัปดาห์ที่ 6	2.55	7.37	4.69	1.14
สัปดาห์ที่ 7	3.68	6.39	4.84	0.83
สัปดาห์ที่ 8	3.70	7.06	4.91	1.02

ภาพที่ 14 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Mediolateral sway ในผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสองกลุ่มตลอด 8 สัปดาห์ที่ทำการรักษา



ตารางที่ 11 เปรียบเทียบค่า Mediolateral sway ในผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสองกลุ่ม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean squares	F	Sig.
Intercept	0.531	1	0.531	1660.167	0
Group	8.36E-06	1	8.36E-06	0.026	0.873
Error	7.67E-03	24	3.20E-04		

โดยหลักการแล้วในขณะที่ยืนขาเดียวการเอียงของร่างกายจะเอียงทางด้านข้างมากกว่าเอียงทางด้านหน้า-หลัง เนื่องมาจาก base of support ของเท้าที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทำให้มี base of support ทางด้านข้างน้อยกว่าทางด้านหน้า-หลัง รวมถึงความไม่สมดุลซ้าย-ขวาของตำแหน่ง base of support กับน้ำหนักของร่างกายที่ตกลงยังเท้าที่รับน้ำหนัก ในการวิจัยนี้อาจมีผลของการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับเอ็นทางด้านนอกของข้อเท้าด้วยที่ทำให้ร่างกายมีการเอียงไปด้านซ้าย-ขวามากขึ้น ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่า anteroposterior sway ในกลุ่มทดลองมีค่า 3.81-4.09 เซนติเมตร (ดังตารางที่ 12) ในกลุ่มควบคุมมีค่า 3.88-4.11 เซนติเมตร (ดังตารางที่ 13) จะมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าน้อยกว่าค่า mediolateral sway ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 4.28-5.06 เซนติเมตร รวมทั้งพบว่าค่าของ anteroposterior sway มีค่าค่อนข้างจะคงที่ตลอด 8 สัปดาห์ของการรักษา (ดังภาพที่ 15) เมื่อเปรียบเทียบค่า anteroposterior sway ในทั้งสองกลุ่มจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$ (ดังตารางที่ 14)

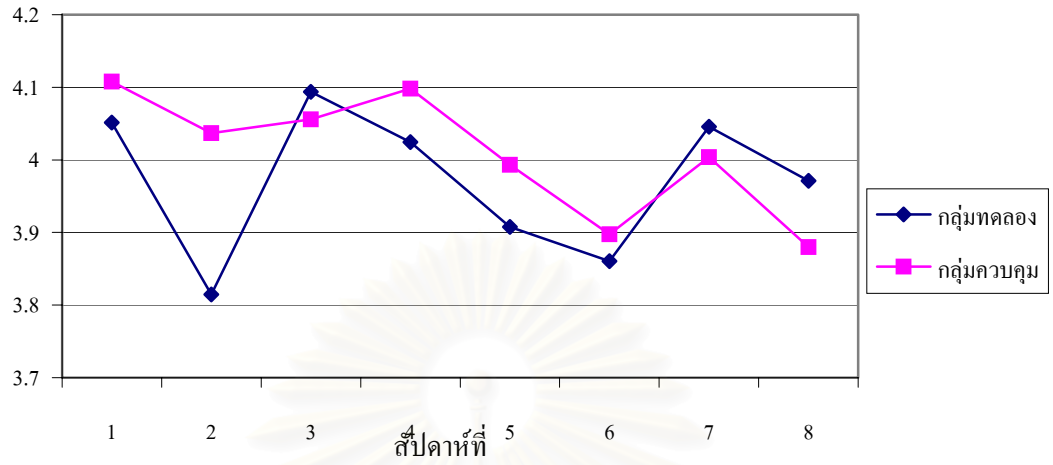
ตารางที่ 12 แสดงค่า Maximum anteroposterior sway ของผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยที่วัดโดย force plate ในนักกีฬากลุ่มทดลองแสดงผลเป็นเซนติเมตร

สัปดาห์ที่	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
สัปดาห์ที่ 1	3.19	4.96	4.05	0.55
สัปดาห์ที่ 2	3.21	4.47	3.81	0.32
สัปดาห์ที่ 3	3.01	7.11	4.09	1.04
สัปดาห์ที่ 4	2.85	5.64	4.02	0.77
สัปดาห์ที่ 5	3.31	4.61	3.91	0.45
สัปดาห์ที่ 6	2.96	4.45	3.86	0.54
สัปดาห์ที่ 7	3.52	4.99	4.05	0.43
สัปดาห์ที่ 8	3.43	4.30	3.97	0.29

ตารางที่ 13 แสดงค่า Maximum anteroposterior sway ของผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยที่วัดโดย force plate ในนักกีฬากลุ่มควบคุมแสดงผลเป็นเซนติเมตร

สัปดาห์ที่	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
สัปดาห์ที่ 1	3.31	4.63	4.11	0.39
สัปดาห์ที่ 2	3.40	4.87	4.03	0.40
สัปดาห์ที่ 3	3.31	4.70	4.06	0.46
สัปดาห์ที่ 4	3.44	5.61	4.10	0.59
สัปดาห์ที่ 5	2.97	4.73	3.99	0.54
สัปดาห์ที่ 6	2.71	4.81	3.90	0.63
สัปดาห์ที่ 7	3.35	5.20	4.00	0.42
สัปดาห์ที่ 8	2.70	4.74	3.88	0.55

ภาพที่ 15 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Anteroposterior sway ในผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสองกลุ่มตลอด 8 สัปดาห์ที่ทำการรักษา



ตารางที่ 14 เปรียบเทียบค่า Anteroposterior sway ในนักกีฬาทั้งสองกลุ่ม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean squares	F	Sig.
Intercept	0.374	1	0.374	3113.633	0
Group	1.27E-05	1	1.27E-05	0.106	0.748
Error	2.88E-03	24	2.88E-04		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) แบบ randomized single blind clinical trial เพื่อศึกษาผลของการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปต่อ proprioception ในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรังโดยแบ่งนักกีฬาออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยในกลุ่มทดลองได้รับการรักษามาตรฐานร่วมกับโปรแกรมการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทป เทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการรักษามาตรฐานเพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลง area of postural sway ทุกสัปดาห์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในนักกีฬาอายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 26 ราย ผลการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างของค่า area of postural sway ในนักกีฬาทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ได้ตอบสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้คือ เมื่อสิ้นสุดการศึกษาที่ 8 สัปดาห์ การเพิ่มการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปกับวิธีรักษามาตรฐานไม่สามารถเพิ่ม proprioception จากการเปลี่ยนแปลง area of postural sway ได้ และผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถตอบคำถามการวิจัย และวัตถุประสงค์การวิจัยคือ การเพิ่มการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปกับวิธีรักษามาตรฐานไม่สามารถเพิ่ม proprioception โดยการวัดการเปลี่ยนแปลง area of postural sway มากกว่าในนักกีฬาที่ได้รับการรักษาโดยวิธีมาตรฐานเพียงอย่างเดียว

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการทดสอบในนักกีฬาทั้งสองกลุ่มโดยการวัดการเปลี่ยนแปลง area of postural sway วัดโดยใช้ force plate วัดผลก่อนการฝึกและวัดทุกสัปดาห์จนกระทั่งครบ 8 สัปดาห์ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า นักกีฬาในทั้งสองกลุ่มมีค่า area of postural sway ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสัปดาห์ที่ 1 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้จาก

1. ผลการทดสอบทางสถิติเปรียบเทียบผล area of postural sway ทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอาจเนื่องมาจากจำนวนผู้เข้าร่วมทำการวิจัยมีจำนวนไม่มากพอที่จะทำให้เห็นความแตกต่าง หากจำนวนผู้เข้าร่วมทำการวิจัยมีมากกว่านี้อาจจะเห็นความแตกต่างได้

2. ระดับการบาดเจ็บของนักกีฬาเป็นการบาดเจ็บที่ค่อนข้างรุนแรง และนักกีฬายังมีประวัติในการเกิดข้อเท้าแพลงมาก่อน ดังนั้นระยะเวลา 8 สัปดาห์ในการฟื้นฟูเพื่อให้ข้อเท้าหายเป็นปกติ อาจเป็นระยะเวลาที่สั้นเกินไป นักกีฬาอาจต้องใช้ระยะเวลาในการรักษาการบาดเจ็บในระยะเวลาที่ยาวนานมากกว่า 8 สัปดาห์ ซึ่งการศึกษาอื่นๆที่ใช้ ankle disk ในการฝึกผู้ป่วยโดยส่วนใหญ่จะเป็นผู้ป่วยที่มีข้อเท้าแพลงเรื้อรังแต่ไม่มีข้อเท้าแพลงขณะที่ทำการศึกษาเช่นการศึกษานี้ จึงอาจทำให้ไม่เห็นผลของการฝึกอย่างชัดเจน ดังการศึกษาของ Leanderson และคณะ (1996) ในนักกีฬาบัลเลย์ที่มีข้อเท้าแพลงระยะเฉียบพลัน ติดตามผลการรักษาโดยใช้ postural sway เป็นตัววัด ผลการศึกษาพบว่า ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ค่า postural sway ยังคงมีความผิดปกติเทียบกับก่อนการเกิดข้อเท้าแพลง

นอกจากนี้โปรแกรมการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปอาจจะต้องใช้ความถี่ในการฝึกให้มากขึ้นเพื่อการเพิ่มระบบ proprioception ดังการศึกษาของ Mutsusaka และคณะ (2001) ที่ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยฝึกสัปดาห์ละ 5 วัน เพียงแต่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้หลังสัปดาห์ที่ 6 ผู้เข้าร่วมทำการวิจัยอาจฝึกโดยการใช้ ankle disk เพียงอย่างเดียวเนื่องจากการพันเทปอาจมีความจำเป็นน้อยลงในการรักษา

3. หลังจากที่นักกีฬาได้รับบาดเจ็บ นักกีฬาโดยส่วนใหญ่จะต้องกลับไปเล่นกีฬาอีกครั้งภายในระยะเวลาไม่เกิน 1 สัปดาห์ ซึ่งโดยหลักการแล้วนักกีฬาที่มีข้อเท้าแพลงบาดเจ็บระดับ 2 ควรมีระยะเวลาในการรักษาฟื้นฟูอย่างน้อย 4-6 สัปดาห์ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอาจทำให้โปรแกรมการฝึกที่ให้แก่นักกีฬาไม่สามารถให้ผลได้เต็มที่ และนักกีฬาโดยส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ในการรักษาตนเองหลังการเกิดข้อเท้าแพลง การรักษาส่วนใหญ่ใช้การปฐมพยาบาลเบื้องต้น เช่นการใช้น้ำแข็งประคบ 1-2 วัน การพักการใช้งาน 1-2 วัน การรับประทานยาลดปวดและยาแก้อักเสบบ้าง หลังจากนั้นนักกีฬาจะไม่ได้รับการรักษาอย่างอื่นร่วม เช่น การทำกายภาพบำบัด เนื่องมาจากนักกีฬาไม่มีความรู้ในการรักษาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้น โดยส่วนใหญ่จะปล่อยไว้ไม่ได้รักษา เมื่ออาการปวดเริ่มลดลงนักกีฬาจะกลับไปเล่นกีฬาต่อภายระยะเวลา 1-2 สัปดาห์หลังจากได้รับบาดเจ็บ โดยไม่คิดว่าการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นจะเป็นการบาดเจ็บเรื้อรังที่จะก่อให้เกิดปัญหาต่อไป

ดังการศึกษาของ Bruan (1999) ต่อการประเมินในระยะเวลา 1 ปี หลังการเกิดข้อเท้าแพลงเฉียบพลันในผู้ป่วย 467 คน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยโดยส่วนใหญ่ได้รับการรักษาในระยะเวลาสั้นๆหลังการบาดเจ็บ มีเพียงผู้ป่วย 32.7 % เท่านั้นที่ได้รับการรักษาโดยการทำกายภาพบำบัด ผู้ป่วย 72.6 % ยังคงมีอาการหลงเหลืออยู่ ซึ่งเป็นปัญหาที่คนส่วนใหญ่ไม่ใส่ใจหรือการรักษาในปัจจุบันยังไม่เพียงพอ ซึ่งควรมีการศึกษาวิธีการรักษาเพิ่มเติมเพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในระยะยาวในผู้ป่วยข้อเท้าแพลง

4. ผู้เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้มีประวัติข้อเท้าแพลงมาก่อน ดังนั้นค่าพื้นที่ก่อนการเกิดข้อเท้าแพลงในแต่ละคนจึงไม่สามารถทราบได้ แม้ระยะเวลาผ่านไป 8 สัปดาห์หลังการเกิดข้อเท้าแพลงนักกีฬาโดยส่วนใหญ่ก็ยังคงมีค่าพื้นที่มากกว่าคนปกติ ซึ่งในการศึกษาของ Konradsen, Olesen และ Hansen (1998) ได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยที่มีข้อเท้าแพลงใน grade II (partial ligament rupture) ถึง grade III (total ligament rupture) ต่อการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ evertors และ sensorimotor control function หลังการเกิดข้อเท้าแพลงเฉียบพลันเป็นครั้งแรก โดยทำการทดสอบ 1. pathologic talar tilt และ anterior talar translation ที่สัปดาห์ที่ 1 และ 12 หลังการบาดเจ็บ 2. isometric eccentric ankle inversion strength 3. peroneal reaction time to sudden ankle inversion ที่สัปดาห์ที่ 3, 6 และ 12 หลังการบาดเจ็บ และ 4. ความถูกต้องของ inversion position assessment ที่สัปดาห์ที่ 1, 3, 6 และ 12 หลังการบาดเจ็บ ผลการศึกษาพบว่า ในสัปดาห์แรกผู้ป่วยมี mechanical instability 19 คน จากทั้งหมด 40 คน คิดเป็น 47.5% และลดลงเหลือ 4 คนคิดเป็น 9% ในสัปดาห์ที่ 12 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ evertors ลดลง พบ 88 % เทียบกับข้างปกติในสัปดาห์ที่ 3 และเป็นปกติในสัปดาห์ที่ 6 ค่า peroneal reaction time ข้างที่ได้รับบาดเจ็บไม่มีความแตกต่างกับด้านตรงข้ามในสัปดาห์ที่ 3, 6 และ 12 หลังได้รับบาดเจ็บ ระดับของ position sense error 190% เทียบกับข้างปกติในสัปดาห์ที่ 1 และค่ายังมีความผิดปกติอยู่ที่ 133% ในสัปดาห์ที่ 12 จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าแม้ระยะเวลาผ่านไปแล้ว 12 สัปดาห์ ค่า position sense error ยังคงมีความผิดปกติอยู่มาก ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าค่าพื้นที่ที่ได้จากการวัดในการศึกษาครั้งนี้ยังคงมีความผิดปกติอยู่

5. นอกจากนี้การพันเทปที่ข้อเท้าอาจยังไม่สามารถสรุปได้ว่าสามารถเพิ่ม proprioception ได้มากเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการลดลงของ area of postural sway ดังการศึกษาของ Refshauge, Kilbreath และ Raymond (2000) ศึกษาความสามารถในการรับรู้ passive plantar flexion และ dorsiflexion movements ในกลุ่มวิจัย 25 คน ที่มีข้อเท้าแพลงซ้ำและในกลุ่มคนปกติ 13 คน เป็นกลุ่มควบคุม การทดสอบข้อเท้าที่ทั้งกลุ่มพันเทปและไม่ได้พันเทป ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างในความสามารถในการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อเท้าระหว่างกลุ่มที่มีข้อเท้าแพลงและกลุ่มควบคุม และไม่พบความแตกต่างในการรับรู้การเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่มที่พันเทปและกลุ่มไม่พันเทปในทั้งสองกลุ่ม

Hertel และคณะ (2001) ศึกษาผลของ rearfoot orthotics ต่อ postural sway ในนักกีฬามหาวิทยาลัย 15 คนที่มีข้อเท้าแพลงระยะเฉียบพลันในระดับ 1 หรือ 2 โดยการทดสอบให้ยืนขาเดียวโดยให้ใส่ orthotics รูปแบบต่างๆกันขณะทำการทดสอบ ทำการทดสอบวันที่ 3, ที่ 2 สัปดาห์ และที่ 4 สัปดาห์หลังการบาดเจ็บ ผลการศึกษาพบว่า postural sway length และ velocity ทั้งในแนว anteroposterior และ mediolateral ในข้างที่ได้รับบาดเจ็บมีค่ามากกว่าข้างที่ไม่ได้รับบาดเจ็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 3 วัน, ที่ 2 สัปดาห์หลังการบาดเจ็บ แต่ไม่มีความแตกต่างในสัปดาห์ที่ 4 หลัง

การบาดเจ็บ ไม่มี orthotics ชนิดใดๆเลยที่ทำให้ postural sway ลดลงหลังการวัดทั้ง 3 ครั้ง เมื่อเทียบกับให้ใส่รองเท้าปกติ

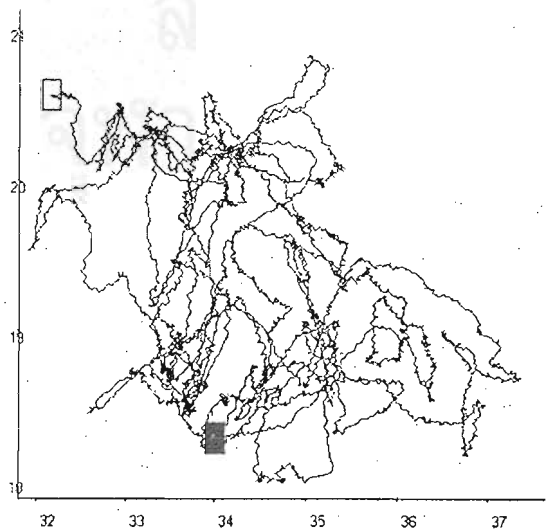
6. Area of postural sway ในการวัดในแต่ละครั้งมีค่าความแตกต่างกันค่อนข้างมาก การวัด postural sway จะให้นักกีฬาเหยียบบน force plate 3 ครั้ง ซึ่งพื้นที่ที่ได้จากการคำนวณทั้ง 3 ครั้ง ควรมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ผลจากการศึกษาพบว่า โดยส่วนใหญ่ พื้นที่ที่ได้จากการเหยียบ force plate มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมากในคนคนเดียวกัน ณ เวลาที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากค่าพื้นที่ที่ใช้เป็นตัววัด postural sway ในงานวิจัยครั้งนี้คำนวณจากผลคูณค่าที่มี sway มากที่สุดในแนวแกน mediolateral และ anteroposterior ดังนั้นค่าพื้นที่ที่คำนวณจึงขึ้นกับสองค่านี้ หากค่าใดค่าหนึ่งมีความแปรปรวนมาก ทำให้ค่าพื้นที่ที่คำนวณมีค่าต่างกันระหว่างการวัดในแต่ละครั้ง เนื่องจากจะมีพื้นที่บางส่วนที่ถูกนำมาคำนวณแต่ไม่ได้เกิดจากค่าที่ผู้เข้าร่วมทำการวิจัยเหยียบบน force plate จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ค่า anteroposterior sway มีค่าเฉลี่ย 3.81-4.11 เซนติเมตร ในขณะที่ค่า mediolateral sway มีค่าเฉลี่ย 4.28-5.06 เซนติเมตร ทำให้ค่าพื้นที่ที่ได้มีความแตกต่างกันในแต่ละการวัด postural sway ดังตัวอย่างเช่นในการยืนบน force plate ในวันเดียวกัน 3 ครั้ง (ค่า area of postural sway, mediolateral sway และ anteroposterior ของผู้เข้าร่วมทำการศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่มในทุกครั้งที่วัดแสดงในภาคผนวกส่วนที่ 6)

ตัวอย่างค่าพื้นที่ของผู้เข้าร่วมทำการวิจัยในกลุ่มทดลองคนที่ 12 (E13) สัปดาห์ที่ 6

ครั้งที่ 1 พื้นที่ = 15.56 ตารางเซนติเมตร

ค่า mediolateral sway = 5.46 เซนติเมตร

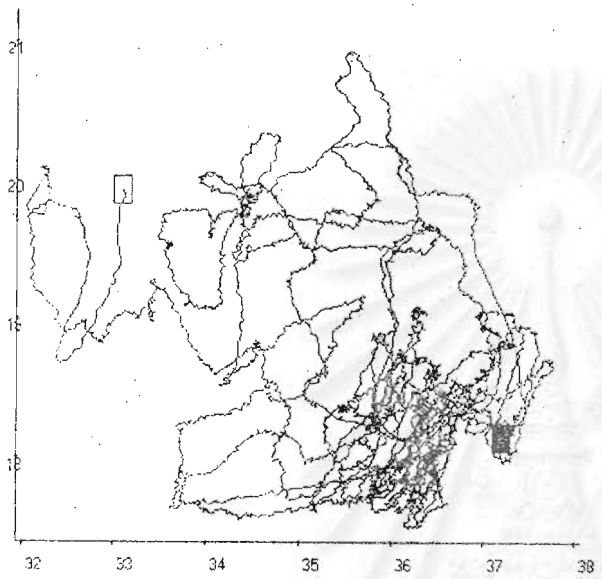
ค่า anteroposterior sway = 2.85 เซนติเมตร



ครั้งที่ 2 พื้นที่ = 19.69 ตารางเซนติเมตร

ค่า mediolateral sway = 5.73 เซนติเมตร

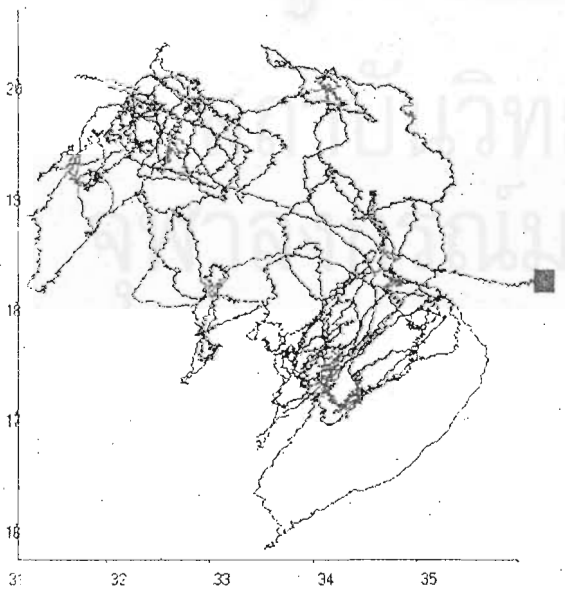
ค่า anteroposterior sway = 3.43 เซนติเมตร



ครั้งที่ 3 พื้นที่ = 22.86 ตารางเซนติเมตร

ค่า mediolateral sway = 5.00 เซนติเมตร

ค่า anteroposterior sway = 4.57 เซนติเมตร



จะเห็นได้ว่าค่าพื้นที่แตกต่างกันมากที่สุดประมาณ 7 ตารางเซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องมาจากทั้ง anteroposterior และ mediolateral sway มีผลต่อพื้นที่การวัด

7. จากการศึกษาครั้งนี้นำข้อมูลค่า COP มาคำนวณ distance sway ซึ่งเป็นระยะทางทั้งหมดในการเคลื่อนที่ระหว่างการเหยียบบน force plate 30 วินาที พบว่าค่า distance sway เป็นค่าที่มีค่าค่อนข้างคงที่ในการวัดแต่ละครั้งแม้ว่าค่าพื้นที่จะมีความแปรปรวนมากก็ตาม (รายละเอียดในภาคผนวกส่วนที่ 5, ค่า distance sway ในกลุ่มผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งสองกลุ่มในทุกครั้งที่วัดแสดงในภาคผนวกส่วนที่ 6) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปเพื่อใช้ในการศึกษาครั้งต่อไปได้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบวิธีการฟื้นฟูระบบ proprioception ในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง เนื่องจากในปัจจุบันการรักษาข้อเท้าแพลงส่วนใหญ่มุ่งรักษาเพียงเฉพาะการลดความเจ็บปวด การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้า ส่วนการเพิ่มระบบ proprioception ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายเนื่องมาจากการขาดความรู้ความเข้าใจในการรักษา เพราะการเกิดข้อเท้าแพลงทำให้เอ็นรอบข้อเท้าหลวม ขาดความมั่นคง กล้ามเนื้อรอบข้อเท้าอ่อนแรง และสูญเสียระบบ proprioception เนื่องจากตัวรับความรู้สึกอยู่ที่เอ็นรอบข้อเท้า ซึ่งจากการศึกษาวิจัยหลายๆการศึกษาพบว่าการสูญเสียระบบ proprioception เป็นปัญหาที่เกิดได้มากที่สุด ทำให้ปัญหาการเกิดข้อเท้าแพลงซ้ำยังคงเป็นปัญหาเรื้อรังต่อไป และตัวผู้ป่วยหรือนักกีฬาเองยังมีความรู้ในการรักษาไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่บุคลากรทางด้านส่งเสริมสุขภาพจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในการรักษาเป็นอย่างดี และสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้ป่วยได้ เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ต่อไป

การศึกษาวิธีการป้องกัน การรักษา รวมถึงการฟื้นฟูการเกิดข้อเท้าแพลง ควรมีการศึกษาต่อไปเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ป่วย และในนักกีฬาจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันสูงสุดได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ราตรี สุดทรวง. ประสาทสรีรวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

สุธี สุทัศน์ ณ อยุธยา, เทอดชัย ชีวะเกตุ, วัชระ รุจิเวชพงศธร และอภิชา โฆวินทะ. กายวิภาคศาสตร์ระบบการเคลื่อนไหว. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เมดิคัล มีเดีย, 2533.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Arnheim, D. D.; and Prentice, W. E. Principles of athletic training. 10th ed. The McGraw-Hill, Inc., 2000.

Balduini, F.; and Tetzlaff, J. Historical perspectives on injuries of the ligaments of the ankle. In: Torg JS (ed), Ankle and Foot Problems in the Athlete. Clinics in Sports Medicine, pp 3-12. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1987.

Bernier, J. N.; and Perrin, D. H. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. J Orthop Sports Phys Ther 27 (1998): 264-275.

Brostrom, L. Sprain ankles: V. Treatment and prognosis in recent ligament ruptures. Acta Chir Scand 132 (1996): 537-550.

Bruan, B. L. Effects of ankle sprain in a general clinic population 6 to 18 months after medical evaluation. Arch Fam Med 8 No.2 (March-April 1999): 143-148.

Bullock-Saxton, J. E. Sensory associated with severe ankle sprain. Scand J Rehabil Med 27 No.3 (September 1995): 161-167.

Clarke, E.; and O/ Malley, C. The Human Brain and Spinal cord Univ. Calif. Press, Berkeley, 1968.

Cass, J.; and Morrey, B. Ankle instability: Current concepts, diagnosis, and treatment. Mayo Clin Proc 59 (1984): 165-170.

Cornwall, M. W.; and Murrell, P. Postural sway following inversion sprain of the ankle. J Am Podiatr Med Assoc 81 No.5 (May 1991): 243-247.

Freeman, M. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. J Bone Joint Surg 47B (1965): 25-30.

Freeman, M.; and Wayke, D. B. Articular reflexes at the ankle joint. Br J Surg 54 (1965): 990-1001.

Fu, F. H.; and Stone, D. A. Sports Injuries Mechanism : Prevention, Treatment. William & Wilkins A Wavery company, 1994.

Guyton, A. C.; and Hall, J. E. Medical Physiology. 10th ed. Philadephia: W.B. Saunders Company, 2000.

Hertel, J. Functional instability following lateral ankle sprain. Sports Med 29 No.5 (May 2000): 361-371.

Hertel, J.; Denegar, C. R.; Buckley, W. E.; Sharkey, N. A.; and Stoke, W. Effect of rearfoot orthotics on postural sway after lateral ankle sprain. Arch Phys Med Rehabil 82 (July 2001): 1000-1003.

Hoffman, M.; and Payne, V. G. The effect of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. J Orthop Sports Phys Ther 21 No.2 (February 1995): 90-93.

Holmer, P.; Sondergaard, L.; Konradsen, L.; Nielsen, P. T.; and Jorgensen L. N. Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. Foot Ankle Int 15 No.2 (February 1994): 72-74.

Holmes, O. Human Neurophysiology. London: Chapman & Hall Medical, 1993.

Johansson, R.; and Magnusson, M. Human postural dynamics. Cirt Rev Biomd Engineer 18 (1991): 413-437.

Kandel, E. R.; Schwartz, J. H.; Jessell, T. Principles of neural science. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2000.

Kannus, P.; and Renstrom, P. Treatment of acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, case, or early controlled motion. J Bone Joint Surg 73A (1991): 305-312.

Karlsson, J.; and Andreasson, G. O. The effect of external ankle support in chronic lateral ankle joint instability. Am J Sports Med 20 No.3 (May-June 1992): 257-261.

Konradsen, L.; Olesen, S.; and Hansen, H. M. Ankle sensorimotor control and eversion strength after acute ankle inversion injuries. Am J Sports Med 26 No.1 (January- February 1998): 72-77.

Konradsen, L.; and Magnusson, P. Increased inversion angle replication error in functional ankle instability. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 8 No.4 (2000): 246-251.

Konradsen, L.; and Ravan, J. B. Ankle instability caused by prolonged peroneal reaction time. Acta Orthop Scand 61 No.5 (October 1990): 388-390.

Leanderson, J.; Ekstam, S.; and Salomonsson, C. Taping of the ankle—the effect on postural sway during pertubation, before and after a training session. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 4 No.1 (1996): 53-56.

Leanderson, J.; Eriksson, E.; Nilsson, C.; and Wykman, A. Proprioception in classical ballet dancers: a prospective study of the influence of an ankle sprain on proprioception in the ankle joint. Am J Sports Med 24 No.3 (May-June 1996): 370-374.

Lentell, G.; Baas, B.; Lopez, D.; McGuire, L.; Sarrels, M.; and Snyder, P. The contributions of proprioceptive deficits, muscle function, and anatomic laxity to functional instability of the ankle. J Orthop Sports Phys Ther 21 No.4 (April 1995): 206-215.

Lofvenberg, R.; Karrholm, J.; and Sundelin, G. Proprioceptive reaction in the healthy and chronically unstable ankle joint. Sportverletz Sportschaden 10 No.4 (December 1996): 79-83.

Lofvenberg, R.; Karrholm, J.; Sundelin, G.; and Ahlgren, O. Prolonged reaction time in patients with chronic lateral instability of the ankle. Am J Sports Med 23 No.4 (July-August 1995): 414-417.

Lynch, S. A.; Eklund, U.; Gottlieb, D.; Renstrom, P.; and Beynnon, B. Electromyographic latency changes in the ankle musculature during inversion moments. Am J Sports Med 24 No.3 (May-June 1996): 362-369.

Mack, R. P. Ankle injuries in athletics. Clin Sports Med No.1 (1982): 71-84.

Mascaro, T. B.; and Swanson, L. E. Rehabilitation of the foot and ankle. Orthopedic Clinics of North America 23 No.1 (1994): 147-153.

McGuine, T. A.; Greene, J. J.; Best, T.; and Leverson, G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. Clin J Sport Med 10 No.4 (October 2000): 239-244.

Mutsusaka, N.; Yokoyama, S.; Tsurusaki, T.; Inokuchi, S.; and Okita, M. Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. Am J Sports Med 24 No.1 (January-February 2001): 25-30.

Osborne, M.; Chou, L.; Laskowski, E. R.; Smith, J.; and Kaufman, K. The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. Am J Sports Med 29 No.5 (September-October 2001): 627-632.

Peterson, L.; and Renstrom, P. Injuries in sports. London: martin Dunitz Ltd., 1986.

Prins, J. G. Diagnosis and treatment of injury to the lateral ligament of the ankle. A comparative clinical study. Acta Chir Scand Suppl (1978): 486 (abstract).

Rebman, L. Ankle injuries: Clinical observation. J Orthop Sports Phys Ther 8 (1986): 153.

Refshauge, K. M.; Kilbreath, S. L.; and Raymond, J. The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. Med Sci Sports Exerc 32 No.1 (January 2000): 10-15.

Robbins, S.; Waked, E.; and Reppel, R. Ankle taping improves proprioception before and after exercise in young men. Br J Sports Med 29 No.4 (December 1995): 242-247.

Roberts, T. Neurophysiology of Postural Mechanisms. New York: Plenum Press, 1967.

Sheth, P.; Yu, B.; Laskowski, E. R.; and An, K. Ankle disk training influences reaction times of selected muscles in a simulated ankle sprain. Am J Sports Med 25 No.4 (July-August 1997): 538-543.

Smith R. W.; and Reischl S. F. Treatment of ankle sprain in young athletes. Am J Sports Med No. 14 (1986): 465-471.

Staples, O. Ligamentous injuries of the ankle joint. Clin Orthop 42 (1965): 21-35.

Tropp, H. Functional instability of the ankle joint. Medical dissertion. Linkcing University, 1985.

Tropp, H.; Akstrand, J.; and Gillquist, J. Factors affecting stabilometry recording of single limb stance. Am J Sports Med No. 12 (1984): 185-188.

Waneen, S. Physical dimensions of aging, Human kinetics, Champaign. IL, 1995.

Watson, A. W. Incidence and nature of sports injuries in Ireland. Analysis of four types of sport. Am J Sports Med 21 No.1 (January- February 1993): 137-143.

Watson, A. W. Ankle sprains in players of the field-game Gaelic football and horling. J Sports Med Phys Fitness 39 (1991): 66-70.

Wester, J. U.; Jespersen, S. M.; Nielsen, K. D.; and Neumann, L. Wobble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle: a prospective randomized study. J Orthop Sports Ther 23 No.5 (May 1996): 332-336.

Winter, D. A Biomechanics and motor control of human movement 2nd ed. New York: Wiley-Interscience, 1990.

Yeung, M. S.; Chan, K. M.; So. C. H.; and Yuan, W. Y. An epidemiological survey on ankle sprain. Br J Sports Med 28 No.2 (June 1994): 112-116.

Zigmond, M. J.; Bloom, F. E.; Landis, S. C.; Roberts, J. L.; and Sqire, L. R. Fundamental Neuroscience. San Diego: Academic press, 1999.

Operating Instructions: Multicomponent Force Plate for Biomechanics Type 9281C. (Mimeographed).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 1 เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ และใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ

(Patient Information Sheet)

ชื่อโครงการ ผลของการฝึกโดยแองเคิลดิสก์ร่วมกับการพันเทปต่อโปรปริโอเซ็บชัน ในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง

Effect of Ankle Disk Training Combined with Ankle Taping on Proprioception in Athletes with a History of Chronic Ankle Sprain.

ชื่อผู้วิจัย น.ส. ปัทมา สุวรรณคำ ผู้วิจัย

อาจารย์นายแพทย์อี๊ด ลอประยูร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

แพทย์หรือผู้ดูแลที่ติดต่อได้

1. อาจารย์นายแพทย์อี๊ด ลอประยูร ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. น.ส.ปัทมา สุวรรณคำ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่วิจัย สำนักการกีฬา ชั้น 3 กรมพลศึกษา เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 02 214-2577

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเป็นมาของโครงการ

ข้อเท้าแพลงเป็นการบาดเจ็บที่พบได้มากในนักกีฬา โดยมีอุบัติการณ์การเกิดอยู่ในลำดับต้นๆของการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬา สิ่งที่พบได้หลังจากการบาดเจ็บคือความเจ็บปวดที่หลงเหลืออยู่และข้อเท้าขาดความมั่นคง และพบว่า 31% เกิดเป็นการบาดเจ็บเรื้อรังหรือเกิดการบาดเจ็บซ้ำ ซึ่งสาเหตุของการบาดเจ็บซ้ำจากการศึกษาในปัจจุบันพบว่าเกิดเนื่องมาจากการสูญเสียระบบรับความรู้สึกที่เรียกว่า proprioception ซึ่งเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ท่าทาง, การเคลื่อนไหว, การเปลี่ยนแปลงสมดุลและตำแหน่งน้ำหนักและแรงต้านทานของวัตถุที่สัมพันธ์กับร่างกายที่บริเวณเอ็นของข้อเท้าที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งถ้าหากปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นกับนักกีฬาจะก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างมากไม่ว่าจะเป็นด้านสมรรถภาพในการแข่งขันลดลง, การสูญเสียเวลาในการรักษา, ปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ ดังนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักกีฬาตลอดจนผู้มีส่วนร่วมในกีฬานั้นๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีโปรแกรมการฟื้นฟูที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยใช้ระยะเวลาในการฟื้นฟูสั้นที่สุดเพื่อลดสถิติของการบาดเจ็บเหล่านี้

Ankle disk เป็นโปรแกรมการฝึก proprioception ที่นำมาใช้ในปัจจุบันมากขึ้น ได้มีการศึกษาถึงประโยชน์และผลของ ankle disk ต่อ proprioception พบว่าการฝึกโดย ankle disk สามารถเพิ่มการรับรู้บริเวณข้อเท้าได้ดี, การทรงตัวดีขึ้น, อุบัติการณ์การเกิดข้อเท้าแพลงลดลง โดยระยะเวลาในการฝึกที่ได้จากการศึกษาอยู่ในระยะเวลาประมาณ 8-12 สัปดาห์

นอกจาก ankle disk แล้วการใช้เทปพันที่ข้อเท้ายังสามารถเพิ่มระบบ proprioception ได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้นเพื่อให้การเพิ่ม proprioception เป็นไปได้โดยเร็วที่สุด การนำ ankle disk ฝึกร่วมกับการพันเทปน่าจะทำให้ระบบ proprioception ดีขึ้นได้เร็วกว่าการรักษาที่มีอยู่ในปัจจุบัน

การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาโปรแกรมการฟื้นฟูนักกีฬาที่มีข้อเท้าแพลงโดยการใช้ ankle disk ร่วมกับการพันเทปที่จะช่วยเพิ่ม proprioception ได้ดีขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปว่าสามารถเพิ่ม proprioception ได้เร็วขึ้นหรือไม่

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมโครงการ

1. ท่านจะได้รับสัมภาษณ์โดยผู้ทำการวิจัยเพื่อถามข้อมูลทั่วไป ประวัติการบาดเจ็บในอดีต ปัจจุบัน ประวัติการรักษาที่เคยได้รับ

2. ท่านจะได้รับการตรวจประเมินระบบ proprioception โดยการยืนเท้าเปล่าขาข้างเดียว ลืมตา และกอดอก บน force plate ขาอีกข้างงอเข่า 90º บน force plate 3 ครั้งๆละ 30 วินาที พักระหว่างการวัดแต่ละครั้ง 2 นาที วัดทุกสัปดาห์ จนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษาวิจัยที่ 8 สัปดาห์

3. การวิจัยจะแบ่งผู้เข้าร่วมการวิจัยออกเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกโดย ankle disk ร่วมกับการพันเทปพร้อมการรักษาวิธีมาตรฐาน และกลุ่มควบคุมได้รับการรักษาข้อเท้าแพลงด้วยวิธีการรักษามาตรฐานแต่ไม่ได้รับโปรแกรมการฝึก เช่นกลุ่มทดลอง โดยในกลุ่มผู้ที่ได้รับการฝึกโดย ankle diskร่วมกับการพันเทปจะใช้ระยะเวลาฝึกวันละ 10 นาที 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยการฝึกจะกระทำภายใต้ความดูแลของผู้ทำวิจัยและไม่ก่อให้เกิดอันตรายใดๆแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ประโยชน์และผลข้างเคียงที่จะเกิดแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ

1. ท่านจะได้รับการตรวจประเมินร่างกายและได้รับการรักษาข้อเท้าแพลงด้วยวิธีการรักษาที่ถูกต้อง
2. เพิ่มความมั่นใจในการกลับไปเล่นกีฬาใหม่อีกครั้ง

การเก็บข้อมูลเป็นความลับ

ผู้วิจัยขอยืนยันว่า ข้อมูลเกี่ยวกับตัวท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และจะใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น และชื่อของท่านจะไม่ปรากฏในฟอร์มการเก็บข้อมูลและในฐานข้อมูลทั่วไป ผู้วิจัยจะสร้างฐานข้อมูลลับที่มีชื่อของท่านไว้ต่างหาก โดยมีผู้วิจัยเพียงท่านเดียวเท่านั้นที่ทราบรายละเอียดของข้อมูลนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านที่ให้ความร่วมมือเข้าร่วมโครงการวิจัย และขอให้ท่านตระหนักว่าการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้จะไม่มีผลกระทบต่อการรักษาที่ท่านได้รับ และเมื่อท่านเข้าร่วมโครงการนี้แล้วท่านสามารถออกจากโครงการได้ทุกเวลาเมื่อท่านต้องการ ผู้วิจัยขอยืนยันว่า ข้อมูลเกี่ยวกับตัวท่านจะเก็บไว้เป็นความลับ และจะใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น และเมื่อไรก็ตามที่ท่านต้องการที่จะร้องเรียนเกี่ยวกับความไม่ถูกต้องของการทำวิจัย ท่านสามารถร้องเรียนมาได้ที่ ฝ่ายวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 ทางคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของคณะฯ พร้อมที่จะชี้แจงและให้ความยุติธรรมแก่ท่าน ถ้าท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการทำวิจัยนี้กรุณาติดต่อมาที่ น.ส. ปัทมา สุวรรณคำ
ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 01 3155340

ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent form)

การวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกโดยแองเคิลดิสก์ร่วมกับการพันเทปต่อโปรปริโอเซ็บชัน ในนักกีฬาที่มีประวัติข้อเท้าแพลงเรื้อรัง

วันให้คำยินยอม วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ. .....

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ และเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ โดยสมัครใจ และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกระทำได้เฉพาะกรณีจำเป็น ด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น

ผู้วิจัยรับรองว่าหากเกิดอันตรายใดๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาล โดยไม่คิดมูลค่า และจะได้รับการชดเชยรายได้ที่สูญเสียไประหว่าง การรักษาพยาบาลดังกล่าว ตลอดจนเงินทดแทนความพิการที่อาจเกิดขึ้นตามความเหมาะสม

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....ผู้ทำวิจัย

(.....)

ในกรณีที่ผู้ถูกทดลองยังไม่บรรลุนิติภาวะ จะต้องได้รับการยินยอมจากผู้ปกครอง หรือผู้อุปการะโดยชอบด้วยกฎหมาย

ลงนาม.....ผู้ปกครอง/ผู้อุปการะโดยชอบด้วยกฎหมาย

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....ผู้ทำวิจัย

(.....)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 2 ตารางเลขสุ่ม

Table of random numbers

03 47 43 73 86	36 96 47 36 61	46 98 63 71 62	33 26 16 80 45	60 11 14 10 95
97 74 24 67 62	42 81 14 57 20	42 53 32 37 32	27 07 36 07 51	24 51 79 89 73
16 76 62 27 66	56 50 26 71 07	32 90 79 78 53	13 55 38 58 59	88 97 54 14 10
12 56 85 99 26	96 96 68 27 31	05 03 72 93 15	57 12 10 14 21	88 26 49 81 76
55 59 56 35 64	38 54 82 46 22	31 62 43 09 90	06 18 44 32 53	23 83 01 30 30
16 22 77 94 39	49 54 43 54 82	17 37 93 23 78	87 35 20 96 43	84 26 34 91 64
84 42 17 53 31	57 24 55 06 88	77 04 74 47 67	21 76 33 50 25	83 92 12 06 76
63 01 63 78 59	16 95 55 67 19	98 10 50 71 75	12 86 73 58 07	44 39 52 38 79
33 21 12 34 29	78 64 56 07 82	52 42 07 44 38	15 51 00 13 42	99 66 02 79 54
57 60 86 32 44	09 47 27 96 54	49 17 46 09 62	90 52 84 77 27	08 02 73 43 28
18 18 07 92 46	44 17 16 58 09	79 83 86 19 62	06 76 50 03 10	55 23 64 05 05
26 62 38 97 75	84 16 07 44 99	83 11 46 32 24	20 14 85 88 45	10 93 72 88 71
23 42 40 64 74	82 97 77 77 81	07 45 32 14 08	32 98 94 07 72	93 85 79 10 75
52 36 28 19 95	50 92 26 11 97	00 56 76 31 38	80 22 02 53 53	86 60 42 04 53
37 85 94 35 12	83 39 50 08 30	42 34 07 96 88	54 42 06 87 98	35 85 29 48 39
70 29 17 12 13	40 33 20 38 26	13 89 51 03 74	17 76 37 13 04	07 74 21 19 30
56 62 18 37 35	96 83 50 87 75	97 12 25 93 47	70 33 24 03 54	97 77 46 44 80
99 49 57 22 77	88 42 95 45 72	16 64 36 16 00	04 43 18 66 79	94 77 24 21 90
16 08 15 04 72	33 27 14 34 09	45 59 34 68 49	12 72 07 34 45	99 27 72 95 14
31 16 93 32 43	50 27 89 87 19	20 15 37 00 49	52 85 66 60 44	38 68 88 11 80
68 34 30 13 70	55 74 30 77 40	44 22 78 84 26	04 33 46 09 52	68 07 97 06 57
74 57 25 65 76	59 29 97 68 60	71 91 38 67 54	13 58 18 24 76	15 54 55 95 52
27 42 37 86 53	48 55 90 65 72	96 57 69 36 10	96 46 92 42 45	97 60 49 04 91
00 39 68 29 61	66 37 32 20 30	77 84 57 03 29	10 45 65 04 26	11 04 96 67 24
29 94 98 94 24	68 49 69 10 82	53 75 91 93 30	34 25 20 57 27	40 48 73 51 92
16 90 82 66 59	83 62 64 11 12	67 19 00 71 74	60 47 21 29 68	02 02 37 03 31
11 27 94 75 06	06 09 19 74 66	02 94 37 34 02	76 70 90 30 86	38 45 94 30 38
35 24 10 16 20	33 32 51 26 38	79 78 45 04 91	16 92 53 56 16	02 75 50 95 98
38 23 16 86 38	42 38 97 01 50	87 75 66 81 41	40 01 74 91 62	48 51 84 08 32
31 96 25 91 47	96 44 33 49 13	34 86 82 53 91	00 52 43 48 85	27 55 26 89 62
56 67 40 67 14	64 05 71 95 86	11 05 65 09 68	76 83 20 37 90	57 16 00 11 66
14 90 84 45 11	75 73 88 05 90	52 27 41 14 86	22 98 12 22 08	07 52 74 95 80
68 05 51 18 00	33 96 02 75 19	07 60 62 93 55	59 33 82 43 90	49 37 38 44 59
20 46 78 73 90	97 51 40 14 02	04 02 33 31 08	39 54 16 49 36	47 95 93 13 30
64 19 58 97 79	15 06 15 93 20	01 90 10 75 06	40 78 78 89 62	02 67 74 17 33
05 26 93 70 60	22 35 85 15 13	92 03 51 59 77	59 56 78 06 83	52 91 05 70 74
07 97 10 88 23	09 98 42 99 64	61 71 62 99 15	06 51 29 16 93	58 05 77 09 51
68 71 86 85 85	54 87 66 47 54	73 32 08 11 12	44 95 92 63 16	29 56 24 29 48
26 99 61 65 53	58 37 78 80 70	42 10 50 67 42	32 17 55 85 74	94 44 67 16 94
14 65 52 68 75	87 59 36 22 41	26 78 63 06 55	13 08 27 01 50	15 29 39 39 43
17 53 77 58 71	71 41 61 50 72	12 41 94 96 26	44 95 27 36 99	02 96 74 30 33
90 26 59 21 19	28 52 23 33 12	96 93 02 18 39	07 02 18 36 07	25 99 32 70 23
41 23 52 55 99	31 04 49 69 96	10 47 48 45 88	13 41 43 89 20	97 17 14 49 17
60 20 50 81 69	31 99 73 68 68	35 81 33 03 76	24 30 12 48 60	18 99 10 72 34
91 25 38 05 90	94 58 28 41 36	45 37 59 03 09	90 35 57 29 12	82 62 54 65 60
34 50 57 74 37	98 80 33 00 91	09 77 93 19 82	74 94 80 04 04	45 07 31 66 49
85 22 04 39 43	73 81 53 94 79	33 62 46 86 28	08 31 54 46 31	53 94 13 38 47
09 79 13 77 48	73 82 97 22 21	05 03 27 24 83	72 89 44 05 60	35 80 39 94 88
88 75 80 18 14	22 95 75 42 49	39 32 82 22 49	02 48 07 70 37	16 04 61 67 87
90 96 23 70 00	39 00 03 06 90	55 85 78 38 36	94 37 30 69 32	90 89 00 76 33

From Fisher RA, Yates F : Statistical table for biological, agricultural and medical research, ed 6. London, Longman Group, 1974, Table xxxIII (I), p 134.

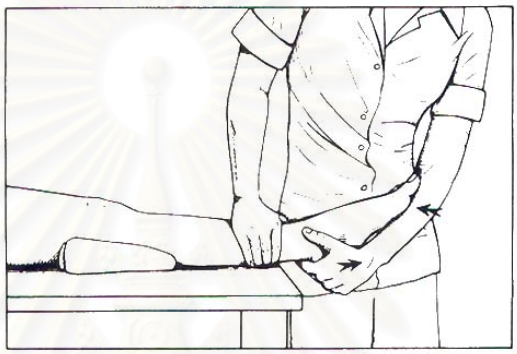
ส่วนที่ 3 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้า

1. กล้ามเนื้อกลุ่ม plantar flexors

   -ผู้ทดสอบนอนหงายหมอนรองใต้เข่า

   -ผู้ทำการทดสอบใช้มือจับที่กระดูก calcaneus ออกแรงต้านการถีบปลายเท้าลง มืออีกข้างหนึ่งจับบริเวณขาท่อนล่างเหนือข้อเท้าเล็กน้อย (ดังภาพที่ 16)

ภาพที่ 16 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม plantar flexors



2. กล้ามเนื้อกลุ่ม dorsiflexors

   -ผู้ทดสอบนั่งห้อยขาบนโต๊ะ

   -ผู้ทำการทดสอบใช้มือจับบริเวณหลังเท้า ออกแรงต้านการกระดกข้อเท้าขึ้น มืออีกข้างจับบริเวณขาท่อนล่างเหนือข้อเท้าเล็กน้อย (ดังภาพที่ 17)

ภาพที่ 17 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม dorsiflexors

3. กล้ามเนื้อกลุ่ม invertors

-ผู้ทดสอบนอนตะแคง ปลายเท้าเลยออกนอกเตียง

-ผู้ทำการทดสอบใช้มือจับบริเวณเท้าด้านในออกแรงต้านการบิดข้อเท้าเข้าด้านใน มืออีกข้างจับบริเวณขาท่อนล่างเหนือข้อเท้าเล็กน้อย (ดังภาพที่ 18)

ภาพที่ 18 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม invertors

4. กล้ามเนื้อกลุ่ม evertors

-ผู้ทดสอบนอนตะแคง ปลายเท้าเลยออกนอกเตียง

-ผู้ทำการทดสอบใช้มือจับบริเวณเท้าด้านในออกแรงต้านการบิดข้อเท้าออกด้านนอก มืออีกข้างจับบริเวณขาท่อนล่างเหนือข้อเท้าเล็กน้อย (ดังภาพที่ 19)

ภาพที่ 19 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม evertors

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 4 การเก็บข้อมูลทั่วไปของผู้ทำการศึกษาวิจัย

ข้อมูลทั่วไป

ลำดับที่_____ วันที่ _____

ชื่อ _____ นามสกุล _____

วัน/เดือน/ปี เกิด _____ อายุ _____ ปี น้ำหนัก _____ kg. ส่วนสูง _____cm.

กีฬาที่เล่น_____เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้ _____

สำหรับเจ้าหน้าที่

_____ เคยมีข้อเท้าแพลงข้าง_____จำนวน_____ ครั้งก่อนวันที่เริ่มทำการวิจัย

_____ ไม่เคยมีประวัติการบาดเจ็บขาทั้งสองข้าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 5 ค่า Distance sway

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่า distance sway มีค่าค่อนข้างคงที่ในแต่ละการทดสอบ แม้ว่าค่าพื้นที่จะมีความแปรปรวนค่อนข้างมากในคนคนเดียวกัน ดังตัวอย่างเช่น ในผู้เข้าร่วมการวิจัย 1 คน ซึ่งอยู่ในกลุ่มทดลอง คนที่ 13 (E14) สัปดาห์ที่ 1 (ดังตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 แสดงค่าพื้นที่และค่า distance sway ที่ได้จากการคำนวณ COP

ค่าที่คำนวณจาก COP	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าพื้นที่ (ตารางเซนติเมตร)	23.64	18.77	38.16
ค่า distance sway (เมตร)	1.74	1.67	1.78

ค่า baseline ของ distance sway ในกลุ่มทดลองคือ 1.73±0.31 เมตร, กลุ่มควบคุมคือ 1.72±0.22 เมตร และเมื่อติดตามผลจนกระทั่งครบ 8 สัปดาห์พบว่าค่า distance sway ในผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.54-1.65 เมตร (ดังตารางที่ 16) และในกลุ่มควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.52–1.62 เมตร (ดังตารางที่ 17) และในทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มลดลงของค่า distance swayในแต่ละสัปดาห์ (ดังภาพที่ 20) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่า distance sway ในผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างของค่า distance sway เมื่อสิ้นสุดการศึกษาที่ 8 สัปดาห์ ที่ $p < 0.05$ (ดังตารางที่18)

ค่า distance sway เป็นระยะทางทั้งหมดที่เกิดจากการเหยียบบน force plate หากเราสามารถคงสมดุลได้ดีคาดว่า ค่า distance sway ที่เกิดขึ้นจะมีค่าไม่มาก เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของ center of pressure ขณะที่ยืนน้อย จึงควรมีการศึกษาต่อไปถึงความน่าเชื่อถือในการใช้ค่า distance sway เป็นตัวชี้วัดของ postural sway

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

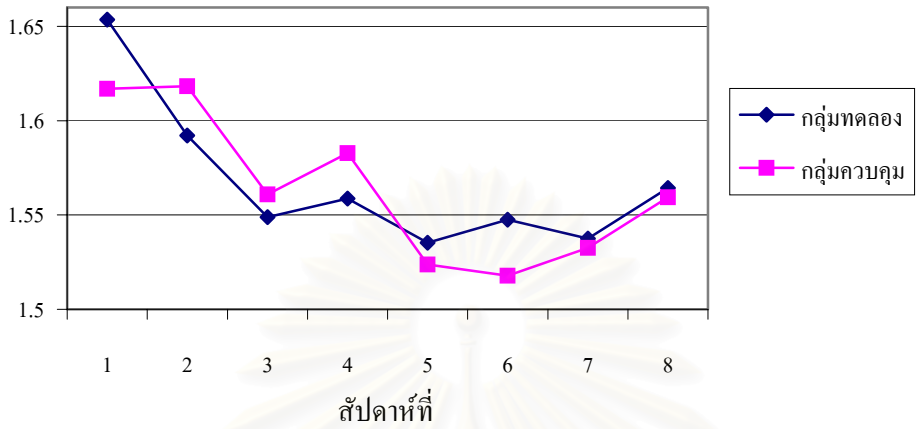
ตารางที่ 16 แสดงค่า Distance sway ของผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยที่วัดโดย force plate ผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยกลุ่มทดลอง (เมตร)

สัปดาห์ที่	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
สัปดาห์ที่ 1	1.38	2.27	1.65	0.25
สัปดาห์ที่ 2	1.24	2.01	1.59	0.20
สัปดาห์ที่ 3	1.33	1.83	1.55	1.88
สัปดาห์ที่ 4	1.28	1.95	1.56	0.19
สัปดาห์ที่ 5	1.26	1.85	1.54	0.18
สัปดาห์ที่ 6	1.33	1.94	1.55	0.19
สัปดาห์ที่ 7	1.31	1.75	1.54	0.16
สัปดาห์ที่ 8	1.23	1.98	1.56	0.24

ตารางที่ 17 แสดงค่า Distance sway ของผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยที่วัดโดย force plate ผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยกลุ่มควบคุม (เมตร)

สัปดาห์ที่	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
สัปดาห์ที่ 1	1.44	2.05	1.62	0.18
สัปดาห์ที่ 2	1.43	1.95	1.62	0.14
สัปดาห์ที่ 3	1.34	1.87	1.56	0.17
สัปดาห์ที่ 4	1.26	1.96	1.58	0.21
สัปดาห์ที่ 5	1.29	1.89	1.52	0.17
สัปดาห์ที่ 6	1.25	1.80	1.52	0.16
สัปดาห์ที่ 7	1.22	1.80	1.53	0.15
สัปดาห์ที่ 8	1.26	1.95	1.56	0.21

ภาพที่ 20 กราฟเปรียบเทียบค่า distance sway เฉลี่ยในผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสองกลุ่มใน 8 สัปดาห์ที่ทำการรักษา



ตารางที่ 18 เปรียบเทียบค่า Distance sway ของผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยทั้งสองกลุ่ม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean squares	F	Sig.
Intercept	583.178	1	583.178	2294.592	0
Group	4.91E-04	1	4.91E-04	0	0.965
Error	6.1	24	0.254		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 6 ข้อมูล Area of postural sway, mediolateral sway, anteroposterior sway และ distance sway ของกลุ่มผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทั้งสองกลุ่มในทุกครั้งที่วัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Experimental group

Area	W0T1	W0T2	W0T3	W0A	W1T1	W1T2	W1T3	W1A	W2T1	W2T2	W2T3	W2A
E2 (002)	14.35	18.11	16.68	16.38	19.02	9.65	22.12	16.93	24.61	27.06	15.24	22.30
E4 (004)	19.25	17.08	25.53	20.62	13.13	14.69	14.62	14.15	20.10	20.79	15.01	18.63
E5 (006)	24.20	35.49	20.62	26.77	30.71	18.18	17.39	22.09	23.41	16.76	15.32	18.49
E6 (009)	14.10	27.13	13.02	18.09	19.71	22.67	18.80	20.40	34.44	17.22	26.20	25.95
E7 (010)	11.86	11.09	22.11	15.02	21.73	19.92	15.38	19.01	19.82	18.38	16.96	18.39
E8 (011)	16.84	16.72	16.43	16.66	20.09	20.29	17.24	19.20	39.84	20.88	14.12	24.95
E9 (012)	18.70	14.09	15.28	16.03	15.84	18.37	19.83	18.02	17.04	21.58	15.50	18.04
E10 (016)	11.70	7.23	10.51	9.81	18.67	10.21	14.44	14.44	19.69	5.59	9.38	11.56
E11 (020)	23.32	23.81	9.21	18.78	16.03	14.31	15.70	15.35	13.19	20.04	9.48	14.24
E12 (023)	24.67	15.67	22.44	20.93	23.94	22.85	19.57	22.12	23.12	19.11	17.41	19.88
E13 (024)	16.82	15.68	16.48	16.33	23.13	33.45	24.78	27.12	18.02	24.69	18.63	20.44
E14 (025)	32.92	59.46	27.76	40.04	23.64	18.77	38.16	26.86	27.37	14.77	16.25	19.47
Average	19.06	21.80	18.01	19.62	20.47	18.61	19.83	19.64	23.39	18.91	15.79	19.36

Control group

Area	W0T1	W0T2	W0T3	W0A	W1T1	W1T2	W1T3	W1A	W2T1	W2T2	W2T3	W2A
C2 (007)	18.89	24.96	23.26	22.37	17.97	18.57	24.97	20.50	35.97	25.83	19.11	26.97
C3 (008)	20.45	16.49	22.60	19.85	15.69	27.23	17.59	20.17	22.33	22.22	20.00	21.51
C4 (013)	15.42	18.64	13.96	16.01	12.85	18.34	14.88	15.36	17.49	17.06	16.82	17.12
C5 (014)	16.28	19.85	14.71	16.95	17.76	11.73	14.02	14.50	16.52	17.19	15.92	16.54
C6 (015)	15.06	12.40	26.78	18.08	16.53	24.93	12.61	18.02	21.06	15.32	15.78	17.39
C7 (017)	19.63	17.29	23.43	20.12	23.44	17.08	15.45	18.66	15.61	17.02	16.65	16.43
C8 (018)	22.02	15.95	17.45	18.47	24.91	23.97	18.68	22.52	21.72	14.60	39.32	25.22
C9 (019)	23.76	17.03	14.93	18.57	20.90	14.29	16.81	17.33	17.75	13.84	20.33	17.30
C10 (021)	30.66	32.57	27.01	30.08	21.90	21.53	16.12	19.85	24.45	17.91	13.65	18.67
C11 (022)	14.45	18.81	24.13	19.13	24.34	12.50	16.91	17.92	22.65	19.56	13.23	18.48
C12 (026)	28.19	22.41	16.84	22.48	19.58	21.81	16.99	19.46	14.86	25.23	15.39	18.49
C13 (027)	24.64	20.47	23.96	23.02	23.32	21.31	18.18	20.94	13.61	12.92	16.27	14.27
C14 (028)	24.32	16.24	15.57	18.71	24.71	16.31	15.21	18.74	14.47	17.57	25.05	19.03
C15 (029)	19.19	14.10	10.60	14.63	12.68	15.09	12.52	13.43	20.42	12.21	14.58	15.74
Average	20.93	19.09	19.66	19.89	19.75	18.91	16.49	18.39	19.92	17.75	18.72	18.80

W = week, T = Trial, A = Average

Experimental group

Area	W3T1	W3T2	W3T3	W3A	W4T1	W4T2	W4T3	W4A	W5T1	W5T2	W5T3	W5A
E2 (002)	22.01	17.62	18.75	19.46	14.93	17.88	17.68	16.83	13.05	14.91	9.38	12.45
E4 (004)	11.48	10.99	19.60	14.02	11.42	18.49	14.93	14.95	29.07	20.90	17.89	22.62
E5 (006)	27.67	25.22	16.26	23.05	31.01	24.09	19.90	25.00	24.88	18.73	32.31	25.31
E6 (009)	18.38	21.97	20.14	20.16	21.50	15.96	22.03	19.83	22.12	15.92	36.35	24.80
E7 (010)	26.08	16.64	23.07	21.93	29.63	31.06	15.99	25.56	21.40	13.30	19.43	18.04
E8 (011)	16.00	17.98	16.83	16.94	18.70	14.78	21.47	18.32	20.77	16.21	19.43	18.80
E9 (012)	16.27	24.28	16.45	19.00	29.47	21.99	10.05	20.51	11.51	19.03	10.78	13.77
E10 (016)	11.97	10.49	14.14	12.20	11.14	16.27	7.94	11.78	5.98	14.82	15.60	12.13
E11 (020)	13.55	6.80	23.06	14.47	13.06	11.52	14.05	12.88	20.50	17.01	24.61	20.70
E12 (023)	18.00	30.37	25.56	24.64	14.93	22.38	26.56	21.29	18.85	16.66	18.36	17.96
E13 (024)	21.30	13.66	23.96	19.64	23.53	17.90	25.07	22.17	21.25	20.65	29.86	23.92
E14 (025)	61.97	16.37	33.90	37.41	30.38	30.25	33.93	31.52	30.00	21.52	36.72	29.41
Average	22.06	17.70	20.98	20.24	20.81	20.21	19.13	20.05	19.95	17.47	22.56	19.99

Control group

Area	W3T1	W3T2	W3T3	W3A	W4T1	W4T2	W4T3	W4A	W5T1	W5T2	W5T3	W5A
C2 (007)	26.02	16.99	27.18	23.40	34.47	23.88	33.06	30.47	21.35	27.88	31.89	27.04
C3 (008)	36.24	19.71	12.24	22.73	16.11	25.74	28.44	23.43	14.40	18.41	20.73	17.85
C4 (013)	19.11	20.51	26.30	21.97	22.25	21.88	36.96	27.03	17.11	22.05	20.71	19.96
C5 (014)	25.70	16.36	24.64	22.23	14.04	10.73	11.57	12.11	14.35	13.32	12.00	13.22
C6 (015)	19.51	14.45	20.29	18.08	14.12	11.90	18.41	14.81	12.23	13.46	21.02	15.57
C7 (017)	13.82	18.77	15.69	16.10	13.56	13.42	19.75	15.57	16.82	21.07	19.56	19.15
C8 (018)	73.90	11.00	11.23	32.04	15.83	14.76	22.90	17.83	20.26	14.15	13.68	16.03
C9 (019)	23.26	14.22	24.11	20.53	28.07	25.19	28.14	27.13	13.32	18.32	26.22	19.29
C10 (021)	12.72	14.25	19.54	15.50	23.34	22.34	17.63	21.10	11.23	13.12	15.89	13.41
C11 (022)	19.92	6.80	14.01	13.58	19.76	15.02	26.08	20.29	19.32	15.08	15.49	16.63
C12 (026)	18.40	13.27	33.87	21.84	28.91	23.21	33.02	28.38	26.57	22.07	29.65	26.10
C13 (027)	19.99	17.98	19.97	19.31	13.13	12.66	13.61	13.13	24.27	14.92	17.54	18.91
C14 (028)	23.48	24.94	34.27	27.56	12.70	18.19	17.37	16.09	16.05	28.37	10.66	18.36
C15 (029)	12.70	16.91	13.34	14.32	13.24	13.01	13.91	13.39	13.24	15.30	17.99	15.51
Average	24.63	16.15	21.19	20.66	19.25	17.99	22.92	20.06	17.18	18.39	19.50	18.36

W = week, T = Trial, A = Average

Experimental group

Area	W6T1	W6T2	W6T3	W6A	W7T1	W7T2	W7T3	W7A	W8T1	W8T2	W8T3	W8A
E2 (002)	24.29	15.53	11.45	17.09	16.21	23.74	14.92	18.29	10.36	17.07	14.16	14.52
E4 (004)	14.37	15.67	20.62	16.89	18.66	19.39	28.04	22.03	12.60	18.70	12.12	20.89
E5 (006)	28.70	19.47	19.65	22.61	17.79	28.00	15.89	20.56	20.35	16.03	19.71	18.93
E6 (009)	17.34	21.75	22.31	20.47	19.70	32.84	18.79	23.78	16.37	23.18	17.81	19.65
E7 (010)	16.55	25.80	16.50	19.62	16.73	22.97	10.72	16.81	15.33	14.72	14.99	14.29
E8 (011)	15.25	21.68	17.50	18.14	13.53	20.97	36.99	23.83	12.79	13.46	12.82	24.54
E9 (012)	17.62	22.07	14.92	18.20	18.99	12.84	21.69	17.84	21.37	21.61	25.44	20.30
E10 (016)	10.22	14.69	9.01	11.31	10.51	5.47	12.68	9.55	13.76	7.10	8.25	12.00
E11 (020)	9.73	21.16	11.43	14.11	8.08	14.11	14.83	12.34	16.80	16.59	14.43	14.66
E12 (023)	24.74	17.89	13.76	18.80	24.98	16.71	16.06	19.25	19.30	22.30	18.99	18.21
E13 (024)	15.56	19.69	22.86	19.37	21.73	15.77	24.59	20.70	20.25	17.90	18.83	21.85
E14 (025)	24.42	22.10	17.26	21.26	27.67	26.46	30.05	28.06	26.62	16.19	29.03	28.24
Average	18.23	19.79	16.44	18.15	17.88	19.94	20.44	19.42	17.16	17.07	17.22	19.01

Control group

Area	W6T1	W6T2	W6T3	W6A	W7T1	W7T2	W7T3	W7A	W8T1	W8T2	W8T3	W8A
C2 (007)	28.94	24.79	30.57	28.10	26.26	31.94	22.02	26.74	20.44	34.20	22.61	23.07
C3 (008)	24.82	15.97	29.30	23.36	12.83	17.39	12.23	14.15	19.16	17.48	15.63	15.18
C4 (013)	19.76	29.06	25.69	24.84	13.92	14.30	23.97	17.40	16.93	21.33	12.94	19.44
C5 (014)	9.29	13.65	14.14	12.36	31.05	22.65	15.01	22.90	11.05	16.43	14.07	16.32
C6 (015)	19.46	26.51	21.68	22.55	20.31	19.16	16.24	18.57	16.94	17.01	12.71	17.25
C7 (017)	19.78	19.18	19.18	19.38	17.21	11.55	11.49	13.42	16.07	13.98	11.78	13.66
C8 (018)	8.13	11.05	8.14	9.11	16.45	11.30	18.90	15.55	11.71	13.99	10.85	15.39
C9 (019)	18.96	25.72	19.79	21.49	27.30	23.24	24.92	25.15	26.40	26.48	24.55	25.49
C10 (021)	13.08	18.08	15.88	15.68	27.78	16.39	34.77	26.31	17.69	22.37	13.82	26.26
C11 (022)	7.29	14.23	7.56	9.69	15.53	14.54	16.99	15.69	12.79	22.79	23.15	15.16
C12 (026)	18.76	22.86	19.62	20.41	14.44	23.81	20.41	19.55	26.31	20.26	21.04	22.09
C13 (027)	23.80	12.98	15.46	17.41	21.27	17.73	21.76	20.25	30.21	21.32	26.49	24.07
C14 (028)	8.96	18.93	36.12	21.34	16.75	23.55	18.10	19.47	25.64	34.13	23.01	21.07
C15 (029)	20.91	14.42	7.91	14.41	17.72	20.38	13.86	17.32	15.03	17.27	21.76	15.40
Average	17.28	19.10	19.36	18.58	19.92	19.14	19.33	19.46	19.03	21.36	18.17	19.27

W = week, T = Trial, A = Average

Experimental group

Lat. Sway	W0T1	W0T2	W0T3	W0A	W1T1	W1T2	W1T3	W1A	W2T1	W2T2	W2T3	W2A
E2 (002)	3.82	4.59	6.08	4.83	4.62	3.09	5.50	4.40	5.98	6.92	4.26	5.72
E4 (004)	4.95	3.99	6.03	4.99	3.74	5.12	4.06	4.31	5.54	5.15	4.49	5.06
E5 (006)	5.41	7.03	5.63	6.02	6.96	5.26	4.47	5.56	6.01	3.91	4.61	4.84
E6 (009)	3.56	4.65	3.75	3.99	4.82	5.03	5.30	5.05	7.09	4.51	5.55	5.72
E7 (010)	3.13	2.61	5.29	3.67	4.63	5.26	3.90	4.60	4.78	4.61	5.55	4.98
E8 (011)	3.95	3.99	3.79	3.91	4.55	4.51	3.84	4.30	7.97	6.18	3.74	5.96
E9 (012)	4.60	4.30	4.31	4.40	3.81	4.60	5.24	4.55	4.27	4.67	4.35	4.43
E10 (016)	3.88	2.16	3.32	3.12	5.04	3.36	5.13	4.51	4.73	2.20	2.66	3.20
E11 (020)	5.07	5.10	3.12	4.43	3.98	4.47	4.50	4.32	4.06	5.26	3.68	4.33
E12 (023)	5.70	3.83	4.57	4.70	5.70	3.74	4.27	4.57	5.62	4.62	4.91	5.05
E13 (024)	4.99	3.72	4.02	4.24	6.02	6.72	5.19	5.98	5.13	6.06	5.24	5.48
E14 (025)	6.11	10.35	6.15	7.54	5.89	3.95	7.07	5.64	5.79	3.90	5.44	5.04
Average	4.60	4.69	4.67	4.65	4.98	4.59	4.87	4.81	5.58	4.83	4.54	4.98

Control group

Lat. Sway	W0T1	W0T2	W0T3	W0A	W1T1	W1T2	W1T3	W1A	W2T1	W2T2	W2T3	W2A
C2 (007)	4.25	6.23	5.15	5.21	4.66	4.89	5.83	5.13	7.14	5.81	5.39	6.12
C3 (008)	4.92	4.56	5.39	4.96	4.12	5.00	3.99	4.37	4.47	4.16	4.67	4.43
C4 (013)	4.29	5.04	3.07	4.13	3.33	4.66	3.84	3.94	4.24	3.31	4.24	3.93
C5 (014)	5.02	4.34	3.65	4.34	4.57	3.45	3.05	3.69	4.08	4.61	3.73	4.14
C6 (015)	3.93	3.00	5.56	4.16	5.42	6.82	3.90	5.38	6.50	3.91	5.21	5.21
C7 (017)	6.13	4.31	4.64	5.03	4.90	4.29	3.62	4.27	4.98	4.82	7.15	5.65
C8 (018)	5.05	4.04	4.16	4.42	5.72	4.85	4.06	4.88	4.58	4.46	7.32	5.46
C9 (019)	5.40	4.56	4.00	4.65	5.05	4.18	4.21	4.48	4.06	3.84	5.15	4.35
C10 (021)	5.32	7.92	6.25	6.50	5.00	4.53	3.98	4.50	5.94	4.03	3.84	4.60
C11 (022)	4.03	5.44	6.25	5.24	5.71	3.69	5.09	4.83	5.47	5.23	3.93	4.88
C12 (026)	5.82	5.34	3.91	5.02	5.00	4.17	4.53	4.57	4.21	5.12	3.66	4.33
C13 (027)	5.69	3.56	4.08	4.44	5.23	4.82	3.70	4.58	3.68	3.57	3.97	3.74
C14 (028)	4.56	3.77	3.78	4.03	6.22	4.18	4.51	4.97	4.62	5.09	5.96	5.22
C15 (029)	5.07	3.33	3.05	3.82	3.90	2.78	2.85	3.17	5.10	2.95	3.57	3.87
Average	4.96	4.67	4.49	4.71	4.92	4.45	4.08	4.48	4.93	4.35	4.84	4.71

W = week, T = Trial, A = Average, Lat. = Lateral

Experimental group

Lat. Sway	W3T1	W3T2	W3T3	W3A	W4T1	W4T2	W4T3	W4A	W5T1	W5T2	W5T3	W5A
E2 (002)	5.55	5.38	4.67	5.20	4.94	4.49	5.32	4.92	4.33	3.57	2.98	3.63
E4 (004)	4.46	3.64	5.45	4.52	3.83	5.23	3.80	4.29	6.54	4.86	5.73	5.71
E5 (006)	6.86	5.08	3.72	5.22	8.13	5.40	4.42	5.98	5.88	3.83	7.06	5.59
E6 (009)	3.91	5.43	5.12	4.82	4.76	4.23	5.71	4.90	4.63	4.43	7.69	5.58
E7 (010)	5.74	4.53	6.19	5.49	7.05	6.51	3.91	5.82	5.49	3.70	5.11	4.77
E8 (011)	4.39	4.86	3.96	4.40	3.95	4.38	4.45	4.26	5.23	4.73	5.11	5.02
E9 (012)	4.41	4.95	4.26	4.54	4.44	4.63	2.98	4.02	3.22	4.58	2.72	3.51
E10 (016)	3.58	3.89	4.72	4.06	3.90	4.76	3.47	4.04	2.62	3.87	4.06	78.19
E11 (020)	3.92	2.52	4.71	3.72	4.38	3.56	4.10	4.01	6.27	5.66	6.51	6.14
E12 (023)	4.90	7.96	5.48	6.11	3.99	5.54	5.78	5.10	6.51	3.90	4.71	5.04
E13 (024)	5.29	4.72	5.49	5.17	7.49	4.44	6.66	6.20	5.51	4.32	7.52	5.78
E14 (025)	10.86	4.50	7.09	7.48	5.39	5.28	6.10	5.59	6.61	5.38	6.97	6.32
Average	5.32	4.79	5.07	5.06	5.19	4.87	4.73	4.93	5.24	4.40	5.51	11.27

Control group

Lat. Sway	W3T1	W3T2	W3T3	W3A	W4T1	W4T2	W4T3	W4A	W5T1	W5T2	W5T3	W5A
C2 (007)	5.96	4.91	6.71	5.86	8.90	6.81	7.33	7.68	4.58	6.32	6.60	5.83
C3 (008)	6.97	5.20	4.34	5.50	3.81	5.24	7.28	5.44	4.05	3.97	4.30	4.10
C4 (013)	4.19	4.63	5.20	4.67	4.07	4.49	5.70	4.75	4.17	4.76	4.74	4.56
C5 (014)	6.35	4.66	5.40	5.47	3.92	2.92	3.57	3.47	4.16	3.41	3.71	3.76
C6 (015)	4.65	4.58	4.98	4.74	4.60	3.17	4.40	4.06	3.19	3.95	5.13	4.09
C7 (017)	3.96	4.33	4.15	4.15	3.69	3.20	4.58	3.82	4.51	5.54	5.20	5.08
C8 (018)	13.39	3.19	3.30	6.63	4.01	4.75	5.20	4.65	4.86	3.56	3.33	3.92
C9 (019)	5.10	3.68	4.25	4.34	7.17	5.14	6.30	6.20	4.20	4.75	5.96	4.97
C10 (021)	4.63	4.26	4.28	4.39	5.35	5.57	4.41	5.11	4.65	3.84	5.14	4.54
C11 (022)	5.25	2.52	4.06	3.95	5.49	4.81	7.24	5.85	5.31	4.10	6.20	5.20
C12 (026)	3.66	4.26	6.97	4.97	6.52	4.75	6.68	5.98	6.47	5.46	6.63	6.19
C13 (027)	4.55	4.31	4.42	4.42	4.04	3.78	3.33	3.72	5.84	4.76	4.54	5.04
C14 (028)	4.94	4.80	8.36	6.03	3.31	3.69	4.52	3.84	5.28	5.45	3.61	4.78
C15 (029)	3.86	4.91	3.76	4.18	3.72	3.25	3.60	3.53	2.67	3.67	3.63	3.32
Average	5.53	4.30	5.01	4.95	4.90	4.40	5.29	4.86	4.57	4.54	4.91	4.67

W = week, T = Trial, A = Average, Lat. = Lateral

Experimental group

Lat. Sway	W6T1	W6T2	W6T3	W6A	W7T1	W7T2	W7T3	W7A	W8T1	W8T2	W8T3	W8A
E2 (002)	5.70	4.57	3.51	4.59	4.08	5.58	4.58	4.75	3.19	4.55	3.92	3.89
E4 (004)	4.16	5.37	5.48	5.00	4.63	5.27	6.50	5.47	3.79	4.77	4.00	4.19
E5 (006)	6.16	4.88	4.34	5.13	4.98	5.78	4.10	4.96	4.88	4.29	5.18	4.78
E6 (009)	4.55	4.71	5.00	4.76	3.81	6.24	4.14	4.73	4.44	4.95	3.94	4.44
E7 (010)	4.51	5.00	4.25	4.59	6.21	4.76	3.13	4.70	4.64	3.43	3.75	3.94
E8 (011)	4.08	6.13	4.25	4.82	3.48	5.14	7.00	5.21	3.61	3.36	3.34	3.44
E9 (012)	3.67	5.07	3.75	4.16	5.05	4.47	4.34	4.62	5.73	4.68	5.61	5.34
E10 (016)	4.63	4.46	2.52	3.87	2.60	2.27	3.06	2.65	3.30	1.74	2.41	2.48
E11 (020)	3.16	6.72	4.31	4.73	3.02	3.53	3.80	3.45	4.51	4.19	3.12	3.94
E12 (023)	5.39	3.96	3.51	4.29	6.24	4.01	4.11	4.79	4.55	4.97	4.60	4.71
E13 (024)	5.46	5.73	5.00	5.40	4.78	4.04	6.43	5.08	4.50	4.64	4.93	4.69
E14 (025)	5.42	5.64	4.40	5.15	7.46	5.18	6.34	6.33	5.63	4.24	6.85	5.57
Average	4.74	5.19	4.19	4.71	4.70	4.69	4.79	4.73	4.40	4.15	4.30	4.28

Control group

Lat. Sway	W6T1	W6T2	W6T3	W6A	W7T1	W7T2	W7T3	W7A	W8T1	W8T2	W8T3	W8A
C2 (007)	7.26	7.50	7.36	7.37	6.46	6.13	6.44	6.34	5.52	7.99	6.35	6.62
C3 (008)	5.43	3.58	5.42	4.81	3.46	3.83	3.76	3.68	4.30	4.30	4.25	4.28
C4 (013)	4.98	6.52	4.85	5.45	3.17	3.88	6.15	4.40	4.93	5.74	3.44	4.70
C5 (014)	2.63	4.49	4.27	3.80	7.10	5.65	4.61	5.79	3.34	4.01	3.76	3.70
C6 (015)	4.88	5.36	4.26	4.83	5.10	4.51	4.23	4.61	4.72	5.17	3.32	4.41
C7 (017)	5.54	5.57	4.19	5.10	4.74	3.30	3.42	3.82	4.19	3.83	3.15	3.72
C8 (018)	2.74	2.48	2.43	2.55	3.82	3.44	4.92	4.06	3.29	4.78	3.09	3.72
C9 (019)	4.45	5.76	4.77	4.99	5.18	4.80	4.60	4.86	5.90	4.88	5.69	5.49
C10 (021)	4.64	5.35	5.01	5.00	6.47	3.80	8.91	6.39	5.39	4.96	4.09	4.81
C11 (022)	3.20	4.46	2.84	3.50	4.25	4.55	5.29	4.70	4.12	5.57	5.92	5.21
C12 (026)	5.16	5.58	5.24	5.32	4.28	5.53	4.35	4.72	4.96	4.27	5.70	4.98
C13 (027)	4.36	3.14	3.71	3.74	4.46	4.55	5.37	4.79	6.22	4.59	5.81	5.54
C14 (028)	2.60	4.93	7.98	5.17	4.34	6.25	4.68	5.09	6.31	8.11	6.75	7.06
C15 (029)	5.71	3.72	2.77	4.06	4.63	5.04	3.65	4.44	4.47	3.43	5.62	4.51
Average	4.54	4.89	4.65	4.69	4.82	4.66	5.03	4.84	4.83	5.12	4.78	4.91

W = week, T = Trial, A = Average, Lat. = Lateral

Experimental group

A-P sway	W0T1	W0T2	W0T3	W1A	W1T1	W1T2	W1T3	W1A	W2T1	W2T2	W2T3	W2A
E2 (002)	3.75	3.94	2.74	3.48	4.12	3.13	4.02	3.75	4.11	3.91	3.58	3.87
E4 (004)	3.89	4.28	4.57	4.24	3.51	2.87	3.60	3.33	3.63	4.04	3.35	3.67
E5 (006)	4.48	5.05	3.66	4.40	4.41	3.45	3.89	3.92	3.89	4.29	3.32	3.83
E6 (009)	3.96	5.83	3.48	4.42	4.09	4.51	3.55	4.05	4.86	3.81	4.72	4.47
E7 (010)	3.79	4.25	4.18	4.07	4.69	3.78	3.94	4.14	4.15	3.99	3.05	3.73
E8 (011)	4.27	4.19	4.33	4.26	4.42	4.50	4.49	4.47	5.00	3.38	3.77	4.05
E9 (012)	4.07	3.28	3.54	3.63	4.16	3.99	3.78	3.98	3.99	4.62	3.56	4.06
E10 (016)	3.01	3.35	3.30	3.22	3.70	3.04	2.82	3.19	4.17	2.54	3.52	3.41
E11 (020)	4.60	4.67	2.95	4.07	4.02	3.20	3.48	3.57	3.25	3.81	2.58	3.21
E12 (023)	4.33	4.10	4.91	4.45	4.20	6.11	4.58	4.96	4.11	4.14	3.55	3.93
E13 (024)	3.37	4.21	4.10	3.89	3.84	4.98	4.78	4.53	3.51	4.07	3.56	3.71
E14 (025)	5.39	5.75	4.51	5.22	4.02	4.75	5.45	4.74	4.73	3.79	2.99	3.84
Average	4.08	4.41	3.86	4.11	4.10	4.03	4.03	4.05	4.12	3.87	3.46	3.81

Control group

A-P sway	W0T1	W0T2	W0T3	W1A	W1T1	W1T2	W1T3	W1A	W2T1	W2T2	W2T3	W2A
C2 (007)	4.44	4.01	4.52	4.32	3.85	3.80	4.29	3.98	5.04	4.44	3.54	4.34
C3 (008)	4.16	3.61	4.20	3.99	3.80	5.45	4.41	4.55	5.00	5.34	4.28	4.87
C4 (013)	3.59	3.70	4.54	3.95	3.85	3.94	3.88	3.89	4.13	5.16	3.97	4.42
C5 (014)	3.24	4.57	4.03	3.95	3.88	3.40	4.59	3.96	4.05	3.73	4.26	4.01
C6 (015)	3.83	4.13	4.82	4.26	3.05	3.65	3.24	3.31	3.24	3.91	3.03	3.39
C7 (017)	3.20	4.01	5.05	4.09	4.79	3.99	4.27	4.35	3.13	3.53	4.01	3.56
C8 (018)	4.36	3.95	4.20	4.17	4.35	4.95	4.60	4.63	4.74	3.27	5.37	4.46
C9 (019)	4.40	3.74	3.73	3.95	4.14	3.42	3.99	3.85	4.37	3.60	3.95	3.97
C10 (021)	5.76	4.11	4.32	4.73	4.38	4.75	4.05	4.40	4.12	4.44	3.55	4.04
C11 (022)	3.58	3.46	3.86	3.63	4.26	3.39	3.32	3.66	4.14	3.74	3.37	3.75
C12 (026)	4.85	4.19	4.30	4.45	3.92	5.23	3.75	4.30	3.53	4.93	4.21	4.22
C13 (027)	4.33	5.75	5.87	5.32	4.46	4.23	4.91	4.53	3.70	3.62	4.10	3.81
C14 (028)	5.34	4.30	4.12	4.59	3.97	3.90	3.37	3.75	3.13	3.45	4.21	3.60
C15 (029)	3.78	4.23	3.47	3.83	3.25	5.43	4.39	4.36	4.01	4.14	4.08	4.08
Average	4.20	4.13	4.36	4.23	4.00	4.25	4.08	4.11	4.02	4.09	3.99	4.04

W = week, T = Trial, A = Average, A-P = Anteroposterior

Experimental group

A-P sway	W3T1	W3T2	W3T3	W3A	W4T1	W4T2	W4T3	W4A	W5T1	W5T2	W5T3	W5A
E2 (002)	3.97	3.28	4.02	3.75	3.02	3.98	3.32	3.44	3.01	4.18	3.15	3.45
E4 (004)	2.57	3.02	3.59	3.06	2.99	3.54	3.93	3.48	4.45	4.30	3.12	3.96
E5 (006)	4.03	4.97	4.37	4.46	3.81	4.46	4.50	4.26	4.23	4.89	4.58	4.57
E6 (009)	4.70	4.04	3.94	4.23	4.52	3.77	3.86	4.05	4.78	3.60	4.73	4.37
E7 (010)	4.54	3.67	3.73	3.98	4.21	4.76	4.09	4.35	3.90	3.60	3.80	3.76
E8 (011)	3.64	3.70	4.28	3.88	4.73	3.37	4.82	4.31	3.97	3.43	3.80	3.73
E9 (012)	3.69	4.90	3.86	4.15	6.64	4.75	3.37	4.92	3.58	4.15	3.97	3.90
E10 (016)	3.34	2.70	3.00	3.01	2.85	3.42	2.29	2.85	2.28	3.83	3.84	3.32
E11 (020)	3.45	2.70	4.90	3.68	2.98	3.24	3.43	3.22	3.27	3.01	3.78	3.35
E12 (023)	3.68	3.81	4.67	4.05	3.75	4.04	4.60	4.13	2.89	4.27	3.90	3.69
E13 (024)	4.02	2.89	4.37	3.76	3.14	4.03	3.76	3.64	3.86	4.78	3.97	4.20
E14 (025)	5.70	3.64	4.79	7.12	5.64	5.73	5.56	5.64	4.54	4.00	5.27	4.61
Average	3.94	3.61	4.12	4.09	4.02	4.09	3.96	4.02	3.73	4.00	3.99	3.91

Control group

A-P sway	W3T1	W3T2	W3T3	W3A	W4T1	W4T2	W4T3	W4A	W5T1	W5T2	W5T3	W5A
C2 (007)	4.37	3.46	4.05	3.96	3.87	3.51	4.51	3.96	4.66	4.41	4.83	4.64
C3 (008)	5.20	3.79	2.82	3.94	4.23	4.91	3.91	4.35	3.56	4.64	4.83	4.34
C4 (013)	4.56	4.43	5.06	4.68	5.47	4.88	6.49	5.61	4.10	4.63	4.37	4.37
C5 (014)	4.05	3.51	4.57	4.04	3.58	3.68	3.25	3.50	3.45	3.91	3.23	3.53
C6 (015)	4.20	3.15	4.07	3.81	3.07	3.76	4.18	3.67	3.83	3.41	4.10	3.78
C7 (017)	3.49	4.33	3.78	3.87	3.67	4.20	4.31	4.06	3.73	3.80	3.76	3.76
C8 (018)	5.52	3.45	3.40	4.12	3.95	3.11	4.41	3.82	4.17	3.98	4.11	4.08
C9 (019)	4.56	3.86	5.68	4.70	3.91	4.90	4.47	4.43	3.17	3.86	4.40	3.81
C10 (021)	2.75	3.35	4.56	3.55	4.36	4.01	4.00	4.12	2.42	3.41	3.09	2.97
C11 (022)	3.79	2.70	3.45	3.31	3.60	3.12	3.60	3.44	3.64	3.68	2.50	3.27
C12 (026)	5.02	3.11	4.86	4.33	4.70	4.88	4.95	4.84	4.11	4.04	4.47	4.21
C13 (027)	4.40	4.18	4.52	4.36	3.25	3.34	4.09	3.56	4.16	3.14	3.87	3.72
C14 (028)	4.75	5.19	4.10	4.68	3.83	4.93	3.84	4.20	3.04	5.21	5.95	4.73
C15 (029)	3.29	3.45	3.54	3.43	3.56	4.00	3.86	3.80	4.96	4.17	4.96	4.70
Average	4.28	3.71	4.18	4.06	3.93	4.09	4.27	4.10	3.78	4.02	4.18	3.99

W = week, T = Trial, A = Average, A-P = Anteroposterior

Experimental group

A-P sway	W6T1	W6T2	W6T3	W6A	W7T1	W7T2	W7T3	W7A	W8T1	W8T2	W8T3	W8A
E2 (002)	4.27	3.39	3.26	3.64	3.97	4.25	3.25	3.83	3.24	3.75	3.61	3.53
E4 (004)	3.45	2.92	3.76	3.38	4.03	3.68	4.31	4.01	3.33	3.92	3.03	3.42
E5 (006)	4.66	3.99	4.53	4.39	3.57	4.84	3.87	4.09	4.17	3.73	3.80	3.90
E6 (009)	3.78	4.61	4.96	4.45	5.17	5.26	4.53	4.99	3.69	4.68	4.52	4.30
E7 (010)	3.67	5.16	3.88	4.24	2.69	4.82	3.43	3.65	3.30	4.29	4.00	3.86
E8 (011)	3.74	3.54	4.12	3.80	3.89	4.08	5.28	4.42	3.54	4.00	3.84	3.80
E9 (012)	4.80	4.35	3.98	4.38	3.76	2.87	5.00	3.88	3.55	4.62	4.54	4.24
E10 (016)	2.21	3.29	3.57	3.02	4.04	2.41	4.14	3.53	4.17	4.09	3.42	3.89
E11 (020)	3.08	3.15	2.65	2.96	2.67	3.99	3.91	3.52	3.72	3.96	4.63	4.10
E12 (023)	4.59	4.51	3.92	4.34	4.00	4.17	3.91	4.03	4.24	4.49	4.13	4.29
E13 (024)	2.85	3.43	4.57	3.62	4.55	3.91	3.82	4.09	4.50	3.86	3.82	4.06
E14 (025)	4.50	3.92	3.92	4.11	3.71	5.11	4.74	4.52	3.46	3.78	3.61	4.26
Average	3.80	3.86	3.93	3.86	3.84	4.12	4.18	4.05	3.74	4.10	3.91	3.97

Control group

A-P sway	W6T1	W6T2	W6T3	W6A	W7T1	W7T2	W7T3	W7A	W8T1	W8T2	W8T3	W8A
C2 (007)	3.98	3.31	4.16	3.81	4.07	5.21	3.42	4.23	3.70	4.28	3.56	3.85
C3 (008)	4.57	4.46	5.41	4.81	3.71	4.54	3.29	3.84	4.45	4.06	3.68	4.07
C4 (013)	3.97	4.45	5.29	4.57	4.39	3.68	3.90	3.99	3.44	3.72	3.76	3.64
C5 (014)	3.53	3.04	3.31	3.30	4.37	4.01	3.25	3.88	3.31	4.10	3.74	3.72
C6 (015)	3.99	4.95	5.09	4.67	3.98	4.25	3.84	4.02	3.59	3.29	3.83	3.57
C7 (017)	3.57	3.44	4.58	3.87	3.63	3.50	3.35	3.49	3.83	3.65	3.74	3.74
C8 (018)	2.96	4.47	3.35	3.59	4.31	3.29	3.84	3.81	3.56	2.93	3.51	3.33
C9 (019)	4.26	4.47	4.15	4.29	5.27	4.84	5.42	5.18	4.47	5.43	4.32	4.74
C10 (021)	2.82	3.38	3.17	3.12	4.30	4.31	3.90	4.17	3.28	4.51	3.38	3.72
C11 (022)	2.28	3.19	2.66	2.71	3.65	3.19	3.21	3.35	3.10	1.09	3.91	2.70
C12 (026)	3.64	4.10	3.74	3.83	3.38	4.30	4.69	4.12	5.30	4.74	3.69	4.58
C13 (027)	5.45	4.13	4.17	4.59	4.77	3.89	4.05	4.24	4.85	4.65	4.56	4.69
C14 (028)	3.44	3.84	4.53	3.94	3.86	3.77	3.87	3.83	4.06	4.21	3.41	3.89
C15 (029)	3.66	3.88	2.86	3.47	3.83	4.04	3.79	3.89	3.36	5.03	3.87	4.09
Average	3.72	3.94	4.03	3.90	4.11	4.06	3.84	4.00	3.88	3.98	3.78	3.88

W = week, T = Trial, A = Average, A-P = Anteroposterior

Experimental group

Distance sway	W0T1	W0ZT2	W0T3	W0A	W1T1	W1T2	W1T3	W1A	W2T1	W2T2	W2T3	W2A
E2 (002)	1.35	1.25	1.37	1.32	1.41	1.35	1.39	1.38	1.37	1.57	1.31	1.42
E4 (004)	1.72	1.66	1.70	1.69	1.41	1.36	1.39	1.39	1.54	1.56	1.37	1.49
E5 (006)	1.37	1.43	1.33	1.37	1.58	1.48	1.38	1.48	1.22	1.26	1.25	1.24
E6 (009)	1.66	1.71	1.44	1.60	1.50	1.64	1.46	1.54	1.59	1.39	1.50	1.49
E7 (010)	1.39	1.38	1.51	1.43	1.61	1.64	1.70	1.65	1.58	1.60	1.59	1.59
E8 (011)	1.83	1.64	1.64	1.70	1.74	1.51	1.57	1.61	1.92	1.62	1.56	1.70
E9 (012)	1.90	1.82	1.73	1.81	1.84	1.62	1.61	1.69	1.70	1.78	1.66	1.71
E10 (016)	1.37	1.53	1.34	1.41	1.48	1.40	1.54	1.47	1.58	1.44	1.57	1.53
E11 (020)	2.32	1.89	1.71	1.98	1.86	1.66	1.68	1.73	1.51	1.69	1.46	1.56
E12 (023)	2.62	1.79	2.09	2.17	2.22	2.47	2.11	2.27	2.14	2.11	1.78	2.01
E13 (024)	2.05	2.07	2.05	2.06	1.87	2.00	1.87	1.91	1.72	1.83	1.82	1.79
E14 (025)	2.32	2.28	1.86	2.15	1.74	1.66	1.78	1.73	1.78	1.59	1.34	1.57
Average	1.82	1.70	1.65	1.73	1.69	1.65	1.62	1.65	1.64	1.62	1.52	1.59

Control group

Distance sway	W0T1	W0ZT2	W0T3	W0A	W1T1	W1T2	W1T3	W1A	W2T1	W2T2	W2T3	W2A
C2 (007)	1.76	1.75	1.61	1.71	1.49	1.43	1.66	1.53	1.65	1.73	1.55	1.64
C3 (008)	1.68	1.68	1.58	1.65	1.48	1.47	1.49	1.48	1.71	1.63	1.76	1.70
C4 (013)	1.68	1.46	1.56	1.57	1.46	1.50	1.35	1.44	1.50	1.68	1.37	1.52
C5 (014)	1.46	1.69	1.58	1.58	1.48	1.42	1.46	1.46	1.59	1.46	1.51	1.52
C6 (015)	1.33	1.30	1.45	1.36	1.58	1.47	1.34	1.46	1.40	1.54	1.48	1.47
C7 (017)	2.04	1.81	1.88	1.91	1.98	2.23	1.93	2.05	1.57	1.69	1.61	1.62
C8 (018)	2.00	1.84	1.79	1.87	1.82	1.96	1.87	1.88	1.94	1.75	2.17	1.95
C9 (019)	1.71	1.54	1.50	1.58	1.60	1.56	1.58	1.58	1.68	1.79	1.63	1.70
C10 (021)	1.82	2.08	2.03	1.98	1.69	1.69	1.50	1.63	1.58	1.55	1.46	1.53
C11 (022)	1.66	1.72	1.85	1.74	1.68	1.68	1.57	1.64	1.78	1.59	1.68	1.68
C12 (026)	2.52	2.04	1.93	2.17	1.66	1.79	1.72	1.72	1.79	1.72	1.74	1.75
C13 (027)	1.75	1.99	2.10	1.95	1.85	1.81	1.69	1.78	1.50	1.66	1.77	1.65
C14 (028)	1.85	1.51	1.47	1.61	1.53	1.56	1.51	1.53	1.47	1.45	1.56	1.49
C15 (029)	1.51	1.50	1.43	1.48	1.54	1.43	1.42	1.46	1.39	1.41	1.48	1.43
Average	1.77	1.71	1.70	1.72	1.63	1.64	1.58	1.62	1.61	1.62	1.63	1.62

W = week, T = Trial, A = Average

Experimental group

Distance sway	W3T1	W3T2	W3T3	W3A	W4T1	W4T2	W4T3	W4A	W5T1	W5T2	W5T3	W5A
E2 (002)	1.26	1.40	1.35	1.34	1.23	1.37	1.25	1.28	1.23	1.26	1.29	1.26
E4 (004)	1.26	1.39	1.47	1.37	1.20	1.29	1.37	1.28	1.44	1.30	1.34	1.36
E5 (006)	1.41	1.90	1.31	1.54	1.55	1.43	1.45	1.48	1.26	1.50	1.53	1.43
E6 (009)	1.51	1.52	1.49	1.51	1.51	1.56	1.57	1.55	1.33	1.40	1.50	1.41
E7 (010)	1.77	1.59	1.79	1.72	1.55	1.71	1.56	1.61	1.82	1.92	1.49	1.74
E8 (011)	1.26	1.37	1.37	1.33	1.53	1.40	1.54	1.49	1.56	1.46	1.49	1.50
E9 (012)	1.72	1.86	1.78	1.79	1.62	1.54	1.60	1.59	1.47	1.67	1.55	1.56
E10 (016)	1.34	1.41	1.44	1.39	1.27	1.55	1.32	1.38	1.32	1.53	1.41	1.42
E11 (020)	1.55	1.47	1.54	1.52	1.70	1.62	1.65	1.66	1.65	1.53	1.54	1.57
E12 (023)	1.60	1.92	1.96	1.83	1.77	2.01	2.06	1.95	1.65	1.87	1.89	1.80
E13 (024)	1.93	1.74	1.75	1.81	1.72	1.80	1.62	1.71	1.68	1.93	1.93	1.85
E14 (025)	1.49	1.35	1.49	1.44	1.82	1.66	1.72	1.74	1.55	1.46	1.54	1.52
Average	1.51	1.58	1.56	1.55	1.54	1.58	1.56	1.56	1.50	1.57	1.54	1.54

Control group

Distance sway	W3T1	W3T2	W3T3	W3A	W4T1	W4T2	W4T3	W4A	W5T1	W5T2	W5T3	W5A
C2 (007)	1.76	1.58	1.73	1.69	1.92	1.98	1.97	1.96	1.78	1.88	2.02	1.89
C3 (008)	1.43	1.52	1.49	1.48	1.58	1.54	1.56	1.56	1.41	1.42	1.50	1.45
C4 (013)	1.46	1.44	1.38	1.43	1.51	1.28	1.34	1.38	1.37	1.34	1.44	1.39
C5 (014)	1.38	1.43	1.26	1.35	1.44	1.38	1.33	1.38	1.38	1.25	1.25	1.29
C6 (015)	1.43	1.34	1.26	1.34	1.40	1.33	1.34	1.36	1.37	1.35	1.28	1.33
C7 (017)	1.51	1.58	1.61	1.57	1.77	1.72	1.55	1.68	1.53	1.54	1.51	1.53
C8 (018)	2.04	1.78	1.77	1.86	1.77	1.82	1.93	1.84	1.72	1.69	1.85	1.75
C9 (019)	1.52	1.48	1.82	1.61	1.75	1.75	1.74	1.75	1.46	1.73	1.65	1.61
C10 (021)	1.52	1.48	1.58	1.53	1.43	1.43	1.52	1.46	1.36	1.42	1.43	1.41
C11 (022)	1.51	1.47	1.55	1.51	1.47	1.53	1.61	1.54	1.52	1.55	1.54	1.54
C12 (026)	1.73	1.59	1.79	1.70	1.72	1.74	2.10	1.85	1.76	1.61	1.65	1.67
C13 (027)	1.84	1.82	1.95	1.87	1.61	1.62	1.67	1.64	1.52	1.65	1.70	1.62
C14 (028)	1.59	1.56	1.52	1.56	1.52	1.62	1.41	1.51	1.37	1.54	1.48	1.47
C15 (029)	1.34	1.36	1.36	1.35	1.23	1.22	1.32	1.26	1.27	1.40	1.48	1.38
Average	1.58	1.53	1.58	1.56	1.58	1.57	1.60	1.58	1.49	1.53	1.56	1.52

W = week, T = Trial, A = Average

Experimental group

Distance sway	W6T1	W6T2	W6T3	W6A	W7T1	W7T2	W7T3	WA	W8T1	W8T2	W8T3	W8A
E2 (002)	1.38	1.36	1.29	1.34	1.19	1.38	1.38	1.32	1.17	1.24	1.27	1.23
E4 (004)	1.36	1.41	1.57	1.45	1.47	1.32	1.58	1.46	1.42	1.64	1.41	1.49
E5 (006)	1.29	1.41	1.45	1.39	1.28	1.42	1.25	1.32	1.35	1.37	1.37	1.36
E6 (009)	1.42	1.54	1.61	1.52	1.57	1.80	1.72	1.70	1.72	1.84	1.75	1.77
E7 (010)	1.80	1.85	1.70	1.79	1.70	1.81	1.67	1.73	1.73	1.74	1.66	1.71
E8 (011)	1.49	1.58	1.70	1.59	1.47	1.56	1.62	1.55	1.33	1.47	1.54	1.45
E9 (012)	1.60	1.72	1.60	1.64	1.57	1.61	1.72	1.63	1.79	2.09	1.78	1.89
E10 (016)	1.34	1.41	1.38	1.38	1.43	1.37	1.43	1.41	1.36	1.45	1.35	1.39
E11 (020)	1.50	1.56	1.37	1.48	1.48	1.46	1.43	1.46	1.55	1.53	1.50	1.53
E12 (023)	1.84	2.06	1.93	1.94	1.64	1.77	1.84	1.75	1.94	1.96	2.05	1.98
E13 (024)	1.61	1.74	1.82	1.72	1.78	1.62	1.67	1.69	1.78	1.71	1.60	1.70
E14 (025)	1.34	1.39	1.28	1.33	1.36	1.65	1.33	1.45	1.43	1.19	1.23	1.28
Average	1.50	1.59	1.56	1.55	1.49	1.56	1.55	1.54	1.55	1.60	1.54	1.56

Control group

Distance sway	W6T1	W6T2	W6T3	W6A	W7T1	W7T2	W7T3	WA	W8T1	W8T2	W8T3	W8A
C2 (007)	1.76	1.88	1.77	1.80	1.71	1.75	1.67	1.71	1.81	2.12	1.92	1.95
C3 (008)	1.53	1.39	1.57	1.50	1.43	1.46	1.43	1.44	1.48	1.39	1.51	1.46
C4 (013)	1.27	1.24	1.24	1.25	1.24	1.19	1.23	1.22	1.26	1.28	1.24	1.26
C5 (014)	1.43	1.38	1.39	1.40	1.68	1.38	1.34	1.47	1.32	1.39	1.42	1.38
C6 (015)	1.25	1.47	1.40	1.37	1.39	1.44	1.44	1.42	1.29	1.31	1.22	1.27
C7 (017)	1.64	1.62	1.73	1.66	1.55	1.43	1.50	1.49	1.69	1.48	1.46	1.54
C8 (018)	1.61	1.63	1.61	1.62	1.67	1.59	1.71	1.66	1.66	1.72	1.71	1.70
C9 (019)	1.62	1.80	1.54	1.65	1.62	1.69	1.77	1.69	1.75	1.68	1.60	1.67
C10 (021)	1.39	1.47	1.37	1.41	1.52	1.42	1.53	1.49	1.54	1.65	1.53	1.57
C11 (022)	1.42	1.50	1.41	1.44	1.57	1.49	1.56	1.54	1.56	1.56	1.58	1.57
C12 (026)	1.69	1.57	1.70	1.65	1.55	1.68	1.75	1.66	1.77	1.83	1.79	1.80
C13 (027)	1.77	1.69	1.66	1.70	1.74	1.89	1.78	1.80	1.81	1.89	1.63	1.78
C14 (028)	1.43	1.40	1.44	1.42	1.47	1.36	1.43	1.42	1.53	1.63	1.49	1.55
C15 (029)	1.37	1.41	1.29	1.36	1.38	1.51	1.43	1.44	1.31	1.35	1.33	1.33
Average	1.51	1.53	1.51	1.52	1.54	1.52	1.54	1.53	1.56	1.59	1.53	1.56

W = week, T = Trial, A = Average

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวปัทมา สุวรรณคำ
วัน เดือน ปีเกิด	29 ตุลาคม 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดอุดรธานี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต กายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2539
ทุนวิจัย	ทุนอุดหนุนการวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ.2539-ปัจจุบัน	นักกายภาพบำบัดโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย