

การวิเคราะห์จุดตัดที่เหมาะสมของค่า Staheli Index ของรอยเท้าที่ประทับบนแผ่น Harris ในการกำหนดผลบวกทดสอบสำหรับคัดกรองโรคเท้าโก่ง

บรรจบ อริยะบุญศิริ พ.บ., ภัทร จุลศิริ พ.บ., สร ตันสุธัญลักษณ์ พ.บ.

กลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลราชวิถี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

Analysis of ROC Cut-off Value of Staheli Index of Footprint on Harris Mat for The Screening of Pes Cavus

Banjobe Ariyaboonsiri, M.D., Pat Chulasiri, M.D., Sora Tonsuthanluck, M.D.

Department of Orthopedics, Rajavithi Hospital, Thung Phayathai, Ratchathewi, Bangkok, 10400, Thailand

Corresponding Author: Sora Tonsuthanluck (E-mail: drsora.ton@gmail.com)

(Received: 16 December, 2024; Revised: 20 February, 2025; Accepted: 9 July, 2025)

Abstract

Background: Pes cavus (High-arch foot) was rarely found in outpatient department. There was usually diagnosed by history taking and physical examination and combined weight-bearing film. Anywise, diagnosis of pes cavus was still no gold standard and tool for screening. Recently, one study was published about Staheli index in Harris mat footprint for screening flatfoot in population. The aim of this study is finding Staheli index cut-off for screening, help diagnosis pes cavus and looking for correlation between clinical diagnosis, calcaneal pitch angle and lateral Meary's angle. **Objective:** To study correlation between sensitivity, specificity of weight-bearing film and Staheli index from Harris mat footprint by compared Calcaneal pitch angle, Lateral Meary's angle and Staheli index for diagnosis of cavus foot. **Method:** 143 participants were included in this study, examined by Foot - Ankle specialist and diagnosed. Afterward They were sent to X-ray department for shooting both feet weight-bearing film in AP, Lateral and oblique. Then, participants were printed their foot by digital footprint at equipment department. Calcaneal pitch angle and lateral Meary's angle were measured by Foot - ankle specialist and concealed. Staheli index was measured from footprint by research resident. The data were concealed from each other and calculated statistically. **Result:** Calcaneal pitch angle and lateral Meary's angle were very poor ($r = -0.793$, $p\text{-value} = .001$) and not correlated with Staheli index ($r = -0.096$, $p\text{-value} = .110$) consecutively. The cut-off point of ROC curve for diagnosis pes cavus is at 0.5865 when sensitivity and sensitivity are suitable. (Sensitivity = 73.33%; 95%CI: 58.06, 85.40, Specificity = 50.22%; 95%CI: 43.59, 56.84). The accuracy is 53.99%. **Conclusion:** Calcaneal pitch angle and Lateral Meary's angle were poor correlated with staheli index. Clinical diagnosis was still highest reliable tools for diagnosis. The cut-off point of screening pes cavus is 0.5865 by Staheli index method with highest sensitivity (73.33%).

Keyword: Cavus foot, Radiographic, Harris mat footprint

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง: การวินิจฉัยโรคเท้าโก่งในปัจจุบันอาศัยการซักประวัติตรวจร่างกายทางคลินิก และถ่ายภาพพิมพ์เอกซเรย์ในท่าเท้าลงน้ำหนัก เพื่อประกอบการวินิจฉัย อย่างไรก็ตาม การวินิจฉัยโรคเท้าโก่งยังไม่มีมาตรฐานที่ชัดเจน และยังไม่มีเครื่องมือสำหรับใช้ในการตรวจคัดกรองกลุ่มโรคเท้าโก่ง มีรายงานการใช้ภาพพิมพ์เท้าแฮริสแมทฟุตปริ้นท์เพื่อวัดอัตราส่วน Staheli index เพื่อใช้ในการคัดกรองผู้ป่วยโรคเท้าแบน จุดประสงค์ของงานวิจัยขึ้นนี้ต้องการหาอัตราส่วน Staheli index ที่เหมาะสมเพื่อช่วยในการคัดกรองโรคเท้าโก่ง เปรียบเทียบกับการวินิจฉัยทางคลินิก, มุม calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle ในภาพเอกซเรย์

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษา sensitivity, specificity ของการวัดฟิล์มเอกซเรย์เท้าในท่าลงน้ำหนัก เปรียบเทียบกับอัตราส่วน Staheli index จากแผนภาพพิมพ์ footprint โดยการใช้มุม calcaneal pitch angle, lateral Meary's angle ในการเปรียบเทียบ อันมีการวินิจฉัยทางการซักประวัติและตรวจร่างกายของแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการผ่าตัดเท้าและข้อเท้า เป็น gold standard และเพื่อหาอัตราส่วน Staheli index เพื่อช่วยในการวินิจฉัยและคัดกรองภาวะเท้าโก่ง

วิธีการ: อาสาสมัคร 143 คนที่เข้าโครงการจะได้รับเก็บข้อมูลพื้นฐาน, ซักประวัติ และตรวจร่างกายจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการผ่าตัดเท้าและข้อเท้า และถ่ายภาพพิมพ์เอกซเรย์เท้าในท่าลงน้ำหนักทั้งสองเท้า จากนั้นแพทย์ประจำบ้านจะนำอาสาสมัครไปรับการพิมพ์ภาพพิมพ์เท้าที่แผนกกายอุปกรณ์โดยเจ้าหน้าที่แผนกกายอุปกรณ์ที่ชำนาญในการใช้อุปกรณ์เครื่องวัด ภาพเอกซเรย์จะถูกนำมาวัดมุม calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการผ่าตัดเท้าและข้อเท้า ส่วนภาพพิมพ์เท้าจะถูกนำมาวัดอัตราส่วน Staheli index โดยแพทย์ประจำบ้าน ข้อมูลจะถูกปกปิดซึ่งกันและกัน และนำมาคำนวณหาความสัมพันธ์ทางสถิติ

ผล: มุม calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก ($r = -0.793$, $p\text{-value} = .001$) และไม่พบความสัมพันธ์ ($r = -0.096$, $p\text{-value} = .110$) กับอัตราส่วน Staheli index ตามลำดับ จุดตัดของ ROC curve เพื่อช่วยในการวินิจฉัยเท้าโก่งในอัตราส่วน Staheli index อยู่ที่ 0.5865 เมื่อค่า sensitivity และ specificity มีความเหมาะสมที่สุด (sensitivity = 73.33%, 95%CI: 58.06, 85.40, specificity = 50.22%, 95%CI: 43.59, 56.84) การเปรียบเทียบวิธีนี้

มีความแม่นยำ (accuracy) 53.99% **สรุป:** มุม calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle มีความสัมพันธ์ต่ำเมื่อเทียบกับการใช้สัดส่วน Staheli index, การวินิจฉัยทางคลินิกมีความน่าเชื่อถือสูงที่สุด และการใช้สัดส่วน Staheli index ในภาพพิมพ์เท้าที่มีจุดตัด 0.5865 สามารถนำมาใช้คัดกรองผู้ป่วยที่มีภาวะเท้าโก่งเนื่องจากมี sensitivity ที่สูงที่สุด (73.33%) เพื่อคัดกรองและส่งต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อรับการวินิจฉัยต่อไป

คำสำคัญ: เท้าโก่ง, เอกซเรย์, ภาพพิมพ์เท้า

บทนำ

ความสำคัญของปัญหาและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Background and Literature review)

Harris Mat Footprint หรือ ภาพพิมพ์เท้า Harris mat เป็นภาพพิมพ์ที่แสดงการจุดลงน้ำหนักของเท้าขณะยืน หรือเดิน เพื่อบ่งบอกการกระจายตัวของแรงกดที่ฝ่าเท้า ประโยชน์เพื่อตรวจสอบและช่วยวินิจฉัยความผิดปกติต่าง ๆ ของเท้า¹ ในปัจจุบันมีรายงานวิจัยถึงการใช้แผ่นพิมพ์ Harris Mat Footprint และวัดอัตราส่วนสตาลี (Staheli Index)² เพื่อช่วยวินิจฉัยภาวะเท้าแบน³ โดยมีค่าอัตราส่วนสตาลี 0.77 ในการช่วยวินิจฉัยโรคเท้าแบน นอกเหนือจากโรคเท้าแบนแล้ว โรคเท้าโก่ง (pes cavus) ซึ่งเป็นความผิดปกติที่มีสัดส่วนของอุ้งเท้าในด้านตรงข้าม ถูกนำมาใช้ในผู้ป่วยที่มีลักษณะอุ้งฝ่าเท้าสูง (high arch)⁴⁻⁵ ที่มีภาวะเท้าโก่งจะมีรูปแบบกายวิภาคและการเดินที่ต่างจากผู้ที่เท้าปกติ (normal arch)⁶⁻⁷ และเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอื่น ๆ เช่น เส้นเอ็นฝ่าเท้าอักเสบ (Plantar fasciitis), เพิ่มแรงกดบริเวณฝ่าเท้า (plantar pressure) อันเป็นความเสี่ยงต่อการเกิดแผลกดทับในผู้ป่วยโรคเบาหวาน⁸⁻¹¹ ภาวะเท้าโก่งพบจากหลายปัจจัย อาทิเช่น ไม่ทราบสาเหตุ (idiopathic), โรคทาง neuromuscular disease เช่น Charcot-Marie-Tooth disease, ประวัติ trauma โรคทางกระดูกสันหลัง เช่น spina bifida, เนื้องอกของกระดูกสันหลัง (spinal tumor), เนื้องอกของเส้นประสาทขา เช่น nerve sheath tumor หรือเป็นตั้งแต่กำเนิด^{4-5, 11} มีรายงานพบผู้ป่วยที่มีภาวะอุ้งฝ่าเท้าสูงได้ 20-25% ในประชากร¹ และพบสัดส่วนของเด็กที่มีอุ้งฝ่าเท้าสูงเพิ่มจาก 2% ในช่วงอายุ 3 ปี เป็น 7% เมื่ออายุ 16 ปี⁵ การวินิจฉัยโรคเท้าโก่งในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการวินิจฉัยที่เป็นมาตรฐาน (gold standard) แต่อาศัยการซักประวัติ

ตรวจร่างกายเป็นหลัก ร่วมกับการใช้ภาพพิมพ์เอกซเรย์เท้า ในท่ายืนลงน้ำหนัก และมุม calcaneal pitch angle^{4-5, 11} ประกอบกัน อย่างไรก็ตาม การวินิจฉัยโรคเท้าโก่งยังคงมีความคลาดเคลื่อน หากแพทย์ผู้ตรวจขาดประสบการณ์ เนื่องจากไม่มีการวัดความสูงอุ้งเท้าที่เป็นจุดตัด (cut-off) ที่ชัดเจน ทางผู้วิจัยนำแนวคิดนี้ มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ป่วยเท้าโก่งกับอัตราส่วนสตาฮีลจากแผนภาพพิมพ์ footprint และมุมจากภาพเอกซเรย์เท้า และยังช่วยในการตรวจคัดกรองผู้ป่วยโรคเท้าโก่งและเท้าแบนไปด้วยพร้อมกัน

วัตถุประสงค์และวิธีการ (Material and Method)

โครงการวิจัยได้รับการรับรองจากที่ประชุมคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย โรงพยาบาลราชวิถีอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการตรวจที่แผนกผู้ป่วยนอกออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลราชวิถี โดยเก็บข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง วันที่ตรวจ และรับการตรวจเท้าทั้งสองข้าง ถ่ายภาพเอกซเรย์เท้าและวัดมุม calcaneal pitch angle, Talar-first metatarsal angle โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการผ่าตัดเท้าและข้อเท้าในคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม Synapse (PACS) (Fujifilm Medical system, USA) เพื่อเก็บข้อมูลและปกปิดข้อมูล ผลการวินิจฉัยทางคลินิก (การซักประวัติและตรวจร่างกาย) ของผู้เชี่ยวชาญด้านการผ่าตัดเท้าและข้อเท้าเป็น gold standard ในงานวิจัยนี้

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าโครงการวิจัย (inclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมอายุระหว่าง 15-80 ปี
2. ผู้เข้าร่วมยินยอมเข้าร่วมการวิจัยโดยสมัครใจและได้รับค่าตอบแทนที่เหมาะสม
3. ผู้เข้าร่วมสามารถยืนได้มั่นคง ไม่นั่งรถเข็น

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครออกจากโครงการวิจัย (exclusion criteria)

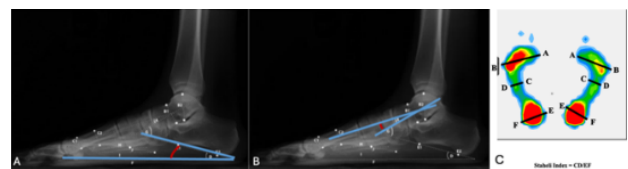
1. เคยได้รับการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุที่เท้า เป็นผลทำให้กระดูก, เส้นเอ็นของเท้ามีความผิดปกติ และนำไปสู่ความผิดปกติของเท้า เช่น posttraumatic equinovarus
2. เคยได้รับการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุ รวมถึงการผ่าตัดบริเวณข้อเท้าและข้อสะโพกมาก่อน
3. เคยได้รับการผ่าตัดที่เท้ามาก่อน
4. ผู้ป่วยมีโรคร่วมอื่นทำให้เกิดความผิดปกติหรือความเสี่ยงต่อกระดูก, เส้นเอ็นหรือเส้นประสาทของเท้าได้ เช่น

rheumatoid arthritis, diabetic foot, spinal stenosis, nerve entrapment หรืออื่น ๆ ที่ทำให้รูปทรงเท้าเกิดความผิดปกติ

5. ผู้เข้าร่วมอยู่ในระยะตั้งครรภ์
6. ผู้ป่วยปฏิเสธเข้าร่วมการวิจัย

การวัดมุม calcaneal pitch angle วัดจาก film foot weight-bearing lateral view

วัดโดยสร้างเส้นที่ลากผ่าน inferior aspect ของ calcaneus (Line E1-E2) ทำมุมกับ เส้นที่ลากตามฝ่าเท้าผ่าน soft tissue shadow ของ hindfoot เมื่ออยู่ในท่าลงน้ำหนัก (Line F)¹⁰ ค่าปกติอยู่ที่ 15-20 องศา และจะวินิจฉัยเป็นเท้าโก่งเมื่อมากกว่า 25 องศา^{5, 12-13} (Fig.1A)



รูปที่ 1 A. มุม calcaneal pitch angle,

B. มุม Talo-fist metatarsal angle (Meary's angle),

C. อัตราส่วน Staheli index

การวัดมุม Talar-first metatarsal angle หรือ Meary's angle วัดจาก film foot weight-bearing lateral view

วัดโดยสร้างเส้นที่ลากผ่าน longitudinal axis ของ talus (Line B1-B2) ทำมุมกับเส้นที่ลากผ่าน longitudinal axis ของ first metatarsal bone (Line C1-C2) เป็นมุม A คือ lateral Talar-first metatarsal angle หรือ Meary's angle ค่าปกติอยู่ที่ 0 องศา และจะวินิจฉัยเป็นเท้าโก่งเมื่อมากกว่า +5 องศา^{3, 12-13} (Fig.1B)

หลังจากนั้น ผู้รับการตรวจจะถูกส่งไปหาแพทย์ประจำบ้าน และผู้ป่วยจะได้รับการพิมพ์เท้าทั้งสองข้างด้วยเจ้าหน้าที่แผนกกายอุปกรณ์ที่ชำนาญในการใช้อุปกรณ์เครื่องวัด Boditrak foot mapping system, software FSA 4.1 (Vista Medical Ltd, Winnipeg, MB, Canada) ที่แผนกกายอุปกรณ์ ภาพข้อมูลถูกพิมพ์เพื่อวัด Staheli index (อัตราส่วนระหว่าง ส่วนที่แคบที่สุดของ midfoot ต่อส่วนที่กว้างที่สุดของ rear foot (CD/EF)²) (Fig.1C) สัดส่วนที่วัดได้จะถูกวัดโดยใช้ Vernier caliper และนำมาคำนวณในงานวิจัยต่อไป โดยผู้วิจัยที่วัด Staheli index จะทราบเพียงรหัสผู้ป่วย และถูกปกปิดจากการวัด calcaneal pitch index และ Talar-first

metatarsal angle

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (statistical analysis)

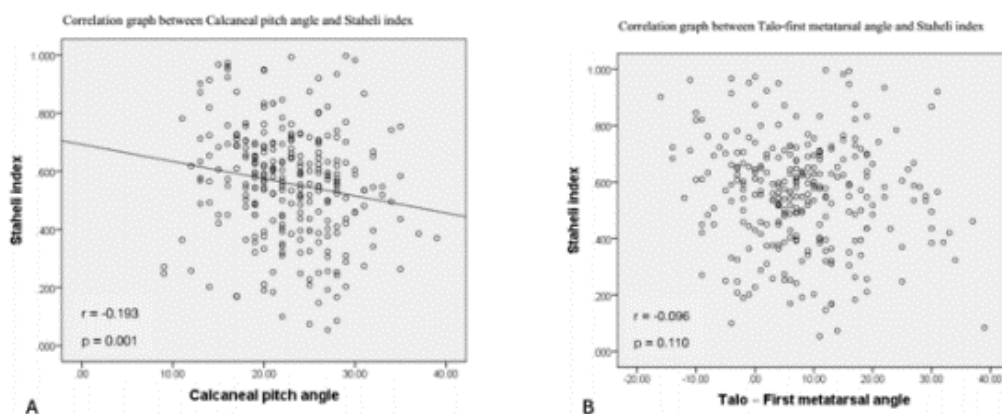
ข้อมูลประชากรอาสาสมัคร (เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง BMI อาชีพ และโรคประจำตัว) ถูกนำมาคำนวณหา mean และ SD มุม calcaneal pitch angle, Meary's angle และ Staheli index จะนำมาถูกระบุตำแหน่งในกราฟ และหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's correlation) ตามการกระจายตัวของข้อมูล และนำมาวิเคราะห์ใน ROC curve และ ณ จุดหนึ่งของ ROC curve จะใช้เป็น cut-off เพื่อความเหมาะสมในการหาค่า sensitivity และ specificity ข้อมูลถูกนำมาคำนวณโดยโปรแกรม SPSS version 17.0

ผล (Results)

ตารางข้อมูลประชากรของอาสาสมัครทั้ง 143 คน แสดงในตารางที่ 1 เป็นผู้หญิง 104 คน (72.7%) อายุเฉลี่ย

40.95±13.48 ปี ค่าเฉลี่ยส่วนสูงและน้ำหนักคือ 1.61±0.09 เมตร และ 65.66±14.63 BMI เฉลี่ย 25.12±4.77 kg/m² ในจำนวนอาสาสมัครทั้ง 143 คน (276 เท้า) มีผู้ที่เท้าโก่งที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการผ่าตัดเท้าและข้อเท้าอย่างน้อย 1 ข้าง 37 ราย (25.87%) ทุกเท้าได้รับการตรวจฟิล์มเอกซเรย์เพื่อวัดมุม calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle และพิมพ์เท้าในแผ่นพิมพ์เพื่อวัดค่า Staheli index

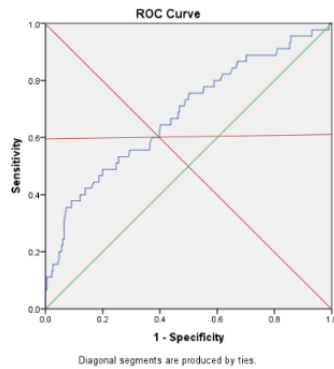
จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วน Staheli index กับ มุม calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle พบว่า สัดส่วน Staheli index และ มุม calcaneal pitch angle มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก ($r = -0.793$, $p\text{-value} = .001$) (fig.2A) และ ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วน Staheli index กับ lateral Meary's angle ($r = -0.096$, $p\text{-value} = .110$) (fig.2B)



รูปที่ 2 A. ความสัมพันธ์ระหว่างมุม Calcaneal pitch angle และ อัตราส่วนของสตาฮี (Staheli index), B. ความสัมพันธ์ระหว่างมุม Talo-Fist metatarsal angle (Meary's angle) และอัตราส่วนของสตาฮี (Staheli index)

เมื่อนำการวินิจฉัยทางคลินิกของโรคเท้าโก่งเป็น gold standard เปรียบเทียบกับ การวัดสัดส่วน Staheli index พบว่า sensitivity, specificity 73.33%, 50.22% และ ค่า positive predictive value และ negative predictive value ได้แก่ 22.30% และ 90.62% ตามลำดับ (ตารางที่ 3, รูปที่ 3) แสดง ROC curve ของ Staheli index เปรียบเทียบกับ การวินิจฉัยผลทางคลินิก จุดตัดในการวินิจฉัยโรคเท้าโก่ง

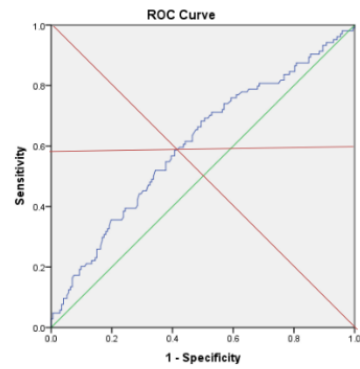
จากการวัด Staheli index (cut-off point) มีค่า 0.5865 เมื่อค่า sensitivity และ specificity มีความเหมาะสมที่สุด (sensitivity = 73.33%; 95%CI: 58.06, 85.40 , specificity = 50.22% ; 95%CI: 43.59, 56.84) การเปรียบเทียบวิธีนี้ มีความแม่นยำ (accuracy) 53.99 % พื้นที่ใต้กราฟ ROC มีค่า 0.68 (95%CI: 0.589, 0.771)



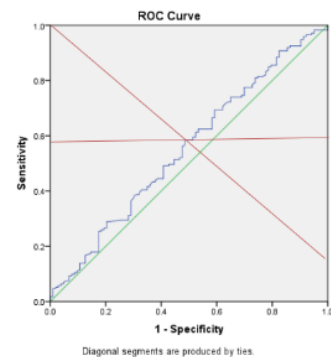
AUC = 0.680 (95% CI = 0.589 – 0.771) Cut-off Staheli index = 0.5865

รูปที่ 3 ROC curve ของ Staheli index
เปรียบเทียบกับ การวินิจฉัยผลทางคลินิก

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ gold standard เป็น calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle กับมุม Staheli index แล้ว พบว่า การใช้ calcaneal pitch angle ใช้จุดตัดของ Staheli index ที่ 0.5965 เมื่อค่า sensitivity และ specificity มีความเหมาะสมที่สุด (sensitivity = 68.27% ; 95%CI: 58.42, 77.05 , specificity = 50.58% ; 95%CI: 42.87, 58.28) ความแม่นยำ (accuracy) = 57.25% (ตารางที่ 4, รูปที่ 4) และเมื่อใช้ lateral Meary's angle เป็น gold standard จะมีจุดตัดที่ 0.5900 เมื่อ sensitivity และ specificity มีความเหมาะสมที่สุด (sensitivity = 58.38% ; 95%CI: 50.66, 65.81 , specificity = 51.46% ; 95%CI: 41.40, 61.42) ความแม่นยำมีค่า 55.80% (ตารางที่ 5, รูปที่ 5) ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการวินิจฉัยทางคลินิก, การวัดมุม calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle แล้ว พบว่าวิธีวินิจฉัยทางคลินิกมีความสัมพันธ์สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การวัด Staheli index



รูปที่ 4 ROC curve เมื่อใช้ gold standard
เป็น calcaneal pitch angle กับ การวัดสัดส่วน
Staheli index ในโรคเท้าโก่ง



AUC = 0.552 (95% CI = 0.481 – 0.622) Cut-off Staheli index = 0.5900

รูปที่ 5 ROC curve เมื่อใช้ gold standard เป็น
lateral Meary's angle กับ การวัดสัดส่วน
Staheli index ในโรคเท้าโก่ง

ตารางผลการศึกษาความสัมพันธ์อัตราส่วนของสตาฮี (Staheli index) จากแผ่นพิมพ์เท้า แอริสแมทพุตปรีน และมุม calcaneal pitch angle, Meary's angle ในผู้ป่วยเท้าโก่ง จำนวนทั้งสิ้น 143 คน (276 เท้า)

ตารางที่ 1 ข้อมูลประชากรของอาสาสมัคร

	Total (n = 143)		เท้าโก่ง อย่างน้อย 1 ข้าง (n = 37)		เท้าไม่โก่ง (n = 106)		p-value
	n	%	n	%	n	%	
Age (y)							-
<20	1	0.7%	1	2.7%	0	0%	
20-29	44	30.7%	6	16.3%	38	35.8%	
30-39	24	16.8%	9	24.3%	15	14.2%	
40-49	26	18.2%	10	27.0%	16	15.1%	
50-59	39	27.3%	10	27.0%	29	27.4%	
60-69	7	4.9%	0	0%	7	6.6%	
≥ 70	2	1.4%	1	2.7%	1	0.9%	
Mean±SD	40.95±13.48		41.46±12.00		40.77±14.01		.775 ^T
Sex							.029*
Male	39	27.3%	5	13.5%	34	32.1%	
Female	104	72.7%	32	86.5%	72	67.9%	
น้ำหนัก (kg), mean±SD	65.66±14.63		63.47±12.23		66.42±15.36		.293 ^T
ส่วนสูง (m), mean±SD	1.61±0.09		1.59±0.08		1.62±0.09		.138 ^T
BMI (kg/m²)							.437
<18.5	7	4.9%	1	2.7%	6	5.6%	
18.5-24.9	79	55.2%	23	62.1%	56	52.8%	
25-29.9	35	24.5%	6	16.3%	29	27.4%	
≥ 30	22	15.4%	7	18.9%	15	14.2%	
Mean±SD	25.12±4.77		24.98±4.70		25.17±4.81		.840 ^T
อาชีพ							-
ไม่ได้ทำงาน	9	6.3%	1	2.7%	8	7.6%	
แม่บ้าน	6	4.2%	1	2.7%	5	4.7%	
รับจ้าง	24	16.8%	4	10.8%	20	18.9%	
แพทย์ พยาบาล	19	13.3%	1	2.7%	18	17.0%	
รับราชการ/ออฟฟิศ	83	58.0%	29	78.4%	54	50.9%	
นักเรียน/นักศึกษา	2	1.4%	1	2.7%	1	0.9%	
Underlying disease							.566
No	103	72.0%	28	75.7%	75	70.8%	
Yes	40	28.0%	9	24.3%	31	29.2%	
Hypertension	18	12.6%	7	18.9%	11	10.4%	
Dyslipidemia	6	4.2%	0	0%	6	5.6%	
Diabetes	5	3.5%	1	2.7%	4	3.8%	
cancer	2	1.4%	0	0%	2	1.9%	
อื่น ๆ	9	6.3%	1	2.7%	8	7.6%	

p-value from chi-square test, T = p-value from independent t-test, * significant at the .05 level

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ (correlation) จากการวัดภาพแผ่นพิมพ์ด้วยวิธี Staheli index เปรียบเทียบกับแผ่นภาพเอ็กซเรย์เก่าทำขึ้นจากการวัดมุม calcaneal pitch angle ที่มุม 25-30° และ มุม Talar-first metatarsal angle (Meary's angle) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation coefficient)

	Staheli index		ระดับความสัมพันธ์
	r	p-value	
Calcaneal pitch index	-0.193	.001*	ระดับต่ำมาก
Lateral Meary angle	-0.096	.110	ไม่สัมพันธ์

* correlation is significant

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการวินิจฉัยทางคลินิกของโรคเท้าโก่ง การวัดอัตราส่วนสตาลี (Staheli index)

Detection method Staheli index at 0.5865	Diagnosis		Total	Sensitivity (95%CI)	Specificity (95%CI)	PPV (95%CI)	NPV (95%CI)	Accuracy (95%CI)
	Positive	Negative						
Stai < 0.5865 Positive	33	115	148	73.33% (58.06, 85.40)	50.22% (43.59, 56.84)	22.30% (18.74, 26.31)	90.62% (85.41, 94.10)	53.99% (47.91, 59.98)
Stai > 0.5865 Negative	12	116	128					
Total	45	231	276					

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการวินิจฉัยเมื่อใช้ gold standard เป็น calcaneal pitch angle กับการวัดสัดส่วน Staheli index ในโรคเท้าโก่ง

Detection method Staheli index at 0.5965	CPA		Total	Sensitivity (95%CI)	Specificity (95%CI)	PPV (95%CI)	NPV (95%CI)	Accuracy (95%CI)
	Positive	Negative						
Stai < 0.5965 Positive	71	85	156	68.27% (58.42, 77.05)	50.58% (42.87, 58.28)	45.51% (40.61, 50.50)	72.50% (65.73, 78.38)	57.25% (51.18, 63.16)
Stai > 0.5965 Negative	33	87	120					
Total	104	172	276					

CPA = Calcaneal pitch angle

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบการวินิจฉัยเมื่อใช้ gold standard เป็น lateral Meary's angle กับการวัดสัดส่วน Staheli index ในโรคเท้าโก่ง

Detection method Staheli index at 0.5900	LMA		Total	Sensitivity (95%CI)	Specificity (95%CI)	PPV (95%CI)	NPV (95%CI)	Accuracy (95%CI)
	Positive	Negative						
Stai < 0.5900 Positive	101	50	152	58.38% (50.66, 65.81)	51.46% (41.40, 61.42)	66.89% (61.49, 71.88)	42.40% (36.26, 48.78)	55.80% (49.72, 61.75)
Stai > 0.5900 Negative	72	53	124					
Total	173	103	276					

LMA = lateral Meary's angle

วิจารณ์ (Discussion)

การวินิจฉัยเท้าโก่งในปัจจุบันยังไม่มี gold standard ที่ชัดเจน ยังคงอาศัยวิธีตรวจทางคลินิกเป็นหลัก และการวัดมุมเอกซเรย์จากฟิล์มเท้าในท่าลงน้ำหนักทั้ง calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle (lateral talo-first metatarsal angle) เพื่อช่วยประกอบการวินิจฉัยภาวะนี้^{4-5, 11} การอ้างอิงจากการศึกษาเดิมเมื่อใช้มุม lateral Meary's angle จากฟิล์มเอกซเรย์เปรียบเทียบกับ การวัด Staheli index จากภาพพิมพ์ Harris mat footprint เพื่อช่วยในการคัดกรองผู้ป่วยที่มีเท้าแบน³ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้ว่า Staheli index จะสามารถใช้เป็น อุปกรณ์ในการคัดกรองผู้ป่วยที่มีภาวะเท้าโก่งก่อนที่จะส่งไปรับการเอกซเรย์เพิ่มเติมได้หรือไม่

มุมเอกซเรย์ที่สามารถใช้ในภาวะเท้าโก่งได้คือ talo-first metatarsal angle, calcaneal pitch, talo-navicular coverage, talo-calcaneal inclination, และ AP talo-calcaneal angle แต่มุมที่นิยมใช้และวัดได้แม่นยำที่สุดคือ talo-first metatarsal angle, calcaneal pitch^{5,12,13}

โดยพยายามหาความสัมพันธ์ของมุม calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle แล้วพบว่ามุมทั้งสองมีความสัมพันธ์ระดับต่ำมากและไม่สัมพันธ์กับการวัด Staheli index ($r = -0.793, -0.096$) ตามลำดับ อาจจะเนื่องมาจากแผ่นอุปกรณ์ในการวางเท้าขณะถ่ายฟิล์มเอกซเรย์มีความนุ่มไม่เท่ากันขณะถ่ายภาพของประชากรแต่ละคน และเจ้าหน้าที่ที่ทำการถ่ายภาพเปลี่ยนไปตามเวรของเจ้าหน้าที่ ไม่ได้เป็นคนเดียวกันทั้งการทดลอง จึงอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการถ่ายภาพได้ การอาศัยวินิจฉัยทางคลินิกจึงมีความสัมพันธ์มากกว่าการใช้ฟิล์มเอกซเรย์ ในผลงานวิจัยชิ้นนี้

จากตาราง ROC curve เมื่อใช้การวินิจฉัยทางคลินิกเป็น gold standard พบว่า ที่จุดตัด Staheli index เท่ากับ 0.5865 จะมี sensitivity และ specificity สูงที่สุด (73.33%, 50.22%) จึงอาจสามารถในจุดตัดนี้ มาใช้ในการ screening ผู้ที่มีความเป็นไปได้ที่จะมีภาวะเท้าโก่ง และส่งไปหาผู้เชี่ยวชาญได้ทำการวินิจฉัยต่อไป ถ้าใช้การวัดมุมเอกซเรย์ทั้ง calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle เป็น gold standard เทียบกับ Staheli index พบว่า การใช้ calcaneal pitch angle ใช้จุดตัดของ Staheli index ที่ 0.5965 เมื่อค่า sensitivity และ specificity สูงสุด (68.27%, 50.58%) และ ความแม่นยำ (accuracy) = 57.25% และเมื่อใช้ lateral Meary's angle เป็น gold standard มีจุดตัดที่ 0.5900 เมื่อ sensitivity และ specificity เหมาะสมที่สุด (58.38%, 51.46%) ความแม่นยำมีค่า 55.80% ซึ่งน้อยกว่าการวินิจฉัยทางคลินิก ซึ่งยืนยันเรื่องความสัมพันธ์ของมุมเอกซเรย์กับภาพพิมพ์เท้าในข้างต้น

ข้อมูลจากการศึกษาพบว่า แม้ลักษณะทางคลินิกและการทำ foot mapping แล้ววัดด้วยวิธี Staheli index จะบ่งชี้ไปทาง high arch foot แต่ว่าผลทางเอกซเรย์ไม่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยหลายอย่างเช่น Staheli index จะมีความน่าเชื่อถือเมื่อวัดกับอายุช่วงวัยรุ่น³ ในการศึกษาฉบับนี้พบว่า อายุเฉลี่ยอยู่ที่ 40.95 ปี การเกิด false positive มีได้ทั้งทำยื่นที่ลงน้ำหนักไม่สม่ำเสมอ, เนื้อเยื่อใต้น้อยหรือ BMI น้อย กระทั่งทำยื่นในการเอกซเรย์ก็สามารถมีผลได้เนื่องมาจากการวัดฟิล์มเอกซเรย์ในท่าเท้าลงน้ำหนักไม่มีวิธีมาตรฐานที่ชัดเจน ทำให้ฟิล์มเอกซเรย์บางรายเกิด plantar flexion ของ forefoot มากกว่าความเป็นจริง อันเป็นผลให้การวัดมุมคลาดเคลื่อน จึงแนะนำให้เอกซเรย์ ลงน้ำหนัก แยกเท้าที่ละข้างและให้ข้อเท้าตั้งฉากกับพื้นโลก เพื่อเป็นมาตรฐานที่ตรงกัน⁴

สรุป (Conclusion)

จากผลงานวิจัยนี้พบว่า มุม calcaneal pitch angle และ lateral Meary's angle มีความสัมพันธ์ต่ำกับการวัดสัดส่วน Staheli index ในการวินิจฉัยเท้าโก่ง การวินิจฉัยทางคลินิกมีความน่าเชื่อถือสูงที่สุด และการใช้สัดส่วน

Staheli index ในภาพพิมพ์เท้าที่มีจุดตัด 0.5865 จะมี sensitivity สูงที่สุด (73.33%) จึงอาจสามารถในจุดตัดนี้ มาใช้ในการ screening ผู้ที่มีความเป็นไปได้ที่จะมีภาวะเท้าโก่ง และส่งไปหาผู้เชี่ยวชาญได้ทำการวินิจฉัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Jahss M, Kummer F. Investigations into the fat pads of the sole of the foot: Heel pressure studies. *Foot & Ankle* 1992;13(5):227-32.
2. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69(3):426-8.
3. Plumarom Y, Imjaijitt W, Chaiphrom N. Comparison between Staheli index on Harris mat footprint and Talar-first metatarsal angle for the diagnosis of flatfeet. *J Med Assoc Thai* 2014;(97 Suppl 2):S131-5.
4. Perera A, Guha A. Clinical and radiographic evaluation of the cavus foot: surgical implications. *Foot Ankle Clin* 2013;18(4):619-28.
5. Wicart P. Cavus foot, from neonates to adolescents. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012;98(7):813-28.
6. Buldt AK, Levinger P, Murley GS, Menz HB, Nester CJ, Landorf KB. Foot posture is associated with kinematics of the foot during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait Posture* 2015;42(1):42-8.
7. Aminian A, Sangeorzan BJ. The anatomy of cavus foot deformity. *Foot Ankle Clin* 2008;13(2):191-8.
8. Schwartz EN, Su J. Plantar fasciitis: a concise review. *Perm J* 2014;18(1):e105-7.
9. Ledoux WR, Shofer JB, Smith DG, Sullivan K, Hayes SG, Assal M, et al. Relationship between foot type, foot deformity, and ulcer occurrence in the high-risk diabetic foot. *J Rehabil Res Dev* 2005;42(5):665-72.
10. Hagedorn TJ, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Menz HB, Casey VA, et al. Foot disorders, foot posture, and foot function: the Framingham foot study. *PLoS One* 2013;8(9):e74364.
11. Burns J, Crosbie J, Hunt A, Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clin Biomech (Bristol)* 2005;20(9):877-82.
12. Arunakul M, Amendola A, Gao Y, Goetz JE, Femino JE, Phisitkul P. Tripod index: a new radiographic parameter assessing foot alignment. *Foot Ankle Int* 2013;34(10):1411-20.
13. Louie PK, Sangeorzan BJ, Fassbind MJ, Ledoux WR. Talonavicular joint coverage and bone morphology between different foot types. *J Orthop Res* 2014;32(7):958-66.