جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم الهندسة الطبية

# تأثير القدم المسطحة على توزع الضغط بين القدم والأرض

# Effect of flat foot on plantar pressure measurement

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الطبية

إعداد:م.مروه سليمان سنبل
بإشراف الدكتور المهندس مصطفى الموالدي

## الملخص

خلفية البحث: تعرف القدم المسطحة بالقدم التي يكون فيها القوس الطولي الأنسي هابطاً أو منهاراً، وهي واسعة الانتشار عند البالغين، وأحد أهم الطرائق لقياس القدم المسطحة هو قياس الضغط الأخمصي للقدم، الذي يساهم بشكل دقيق في الكشف عن تشوهات القدم.

هدف البحث: دراسة تأثير القدم المسطحة على توزيع الضغط بين القدم والأرض لمساعدة المختصين بوصف الجهاز التقويمي المناسب للمريض، والتأكيد على أهمية قياس الضغط بين القدم والأرض كعنصر مساعد في التشخيص.

المواد والطرائق: جرت القياسات على ١٢ شخصاً سليماً و٣٢ شخصاً يملك قدماً مسطحة، باستخدام جهاز (pedar-x، بوساطة الضبان الحساس الذي يوضع داخل الحذاء. قُسّمت القدم إلى خمس مناطق، وحُسب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقمة الضغط في كل منطقة، واستُخدم اختبار بيرسون واختبار t-Test لزوجين من العينات للمقارنة بين مجموعتي المرضى مع ارتداء قوس طبي ومن دون ارتداء قوس طبي.

النتائج العملية: هناك زيادة في قيم قمة الضغط في الجهة الأنسية عند مرضى القدم المسطحة من دون ارتداء قوس طبي، وعند ارتداء القوس الطبي، فإنه عمل على زيادة القيم لقمة الضغط في الجهة الوحشية، وإنقاصها في الجهة الأنسية ولكن بنسب ضئيلة، إذ كانت النسبة في مقدمة القدم ١٩%، وفي وسط القدم ٥%، وفي منطقة الكعب بنسبة ٨%.

الاستنتاجات: تعمل القدم المسطحة على تغيير توزع الضغط الأخمصي، ويعمل القوس الطبي على تحسين القدم المسطحة، ولكن بحاجة إلى تعديل السماكات من أجل تصحيح التشوه بالشكل الفعال.

## القسم النظري

تبنى القدم من سلسلة من ثلاثة أقواس متقاطعة وهي: القوس الطولي الوحشي، والقوس الطولي الأنسي، والقوس المرتفع (المعترض) على مستوى عظام الكعب البعيدة[١٥].

**القدم المسطحة** :والتي تدعى (pesplanus، أو Plano valgus)أو الأقواس الهابطة، تكون إما متطورة مع النمو أو مكتسبة [١٥]، كل المواليد تولد بقدم مسطحة، ويتطور القوس الطولي للقدم خلال السنوات الأولى من العمر، إذ تكون نسبته عند الأطفال بعمر ٢-٦ سنوات هي ٣٧%-٥٩%، ونسبته عند الأطفال بعمر ٨-١٣سنة هي(٤%-١٩%)، نسبة انتشاره٢% إلى٢٣% عند البالغين. يمكن تقسيم القدم المسطحة إلى نوعين: قدم مسطحة مرنة وقدم مسطحة قاسية [٣].

**أسباب القدم المسطحة**: في الأغلب تكون وراثية، تنتج القدم المسطحة نتيجة ارتخاء شديد في الأربطة، وضعف في قوة العضلات المحيطة بالقدم وأيضاً بسبب توزع الحمولة غير المتساوي لوزن الجسم على القدمين. [٥]

**علاج القدم المسطحة**: كخط علاج أول قد يكون الحل بالتعديل البسيط للحذاء، إذا كانت الأعراض شديدة جداً، فيمكن استخدام حذاء أو قالب قابل للإزالة، وقد يحتاج المرضى الذين يعانون من تشوه أكبر إلى دعامة تؤمن الدعم والحد من حركة الكاحل، وإذا فشلت جميع الطرق السابقة يتم اللجوء إلى الجراحة . [١٦]

**قياس القدم المسطحة:** يتم استخدام نظام قياس الضغط بين القدم والأرض وهو الضغط الحاصل بين القدم والسطح الداعم، ويمكن حسابه من خلال تقسيم قوة التلامس الشاقولية على مساحة التلامس. أنظمة القياس للضغط الأخمصي تصنف ضمن نوعين: أنظمة الصفيحة(Platform Systems)،والأنظمة داخل الحذاءIn-Shoe System.النظام المستخدم في هذه الدراسة هو النظام داخل الحذاء. [٧]

## القسم العملي

جرى في مخبر الميكانيك الحيوي أخذ قياسات الضغط بين القدم والأرض لـ ١٢ شخصاً سليما، و٣٢ شخصاً يملكون قدماً مسطحة.

**الجهاز المستخدم**: قيس الضغط بين القدم والأرض لكل شخص باستخدام جهاز pedar-x الموجود في مخبر تحليل المشي. وتم معايرة النعال الحساسة باستخدام الجهاز الملحق بجهاز pedar-xالخاص بالمعايرة.

**إجراء التجارب**: أخذ الوزن والطول ونمرة الضبان لكل شخص. وجُهّز الشخص لأخذ الضغط بين القدم والأرض، وذلك بارتداء الحزام وملحقات الجهاز، وطلب من الشخص التدرب على المشي وفق سرعة مختارة قبل المباشرة بأخذ القياس. وبعد تسجيل بيانات الضغط لكل شخص تم نقلها إلى الحاسوب عن طريق البلوتوث. واستُدعيت من ذاكرة الجهاز وتم الحصول على طبعات القدم للأشخاص الأصحاء، ومرضى القدم المسطحة. تم استدعاء مرضى القدم المسطحة من أجل ارتداء قوس طبي مسبق الصنع، وبعد إجراء التجارب حصلنا على النتائج لطبعات القدم ومقارنة النتائج مع ارتداء قوس طبي ومن دون ارتداء القوس الطبي، قُسمت القدم إلى خمس مناطق وهي: مقدمة القدم الأنسية، مقدمة القدم الوحشية، وسط القدم الأنسي، وسط القدم الوحشي، الكعب.

حُللت البيانات باستخدام برنامج إكسل، حيث تم حساب المتوسط الحسابي لقمة الضغط في كل منطقة من القدم للمجموعات الثلاث ،وحساب الانحراف المعياري ،ورسم الأعمدة البيانية لكل من النتائج السابقة. طُبّق اختبار t-Test لزوجين من العينات المستقلة على مجموعتي المرضى من دون ارتداء قوس طبي، ومع ارتداء قوس طبي، من أجل المقارنة بين المجموعتين و معرفة مدى صحة استخدام القوس الطبي مسبق الصنع . كما طُبّق اختبار بيرسون على هاتين المجموعتين.

## النتائج والمناقشة

**النتائج:**

قمة الضغط عند الأشخاص الأصحاء:أعلى قيمة لقمة الضغط موجودة في منطقة الكعب، و في منطقة مقدمة القدم ووسط القدم تكون قمة الضغط في الجهة الوحشية أعلى من الجهة الأنسية .

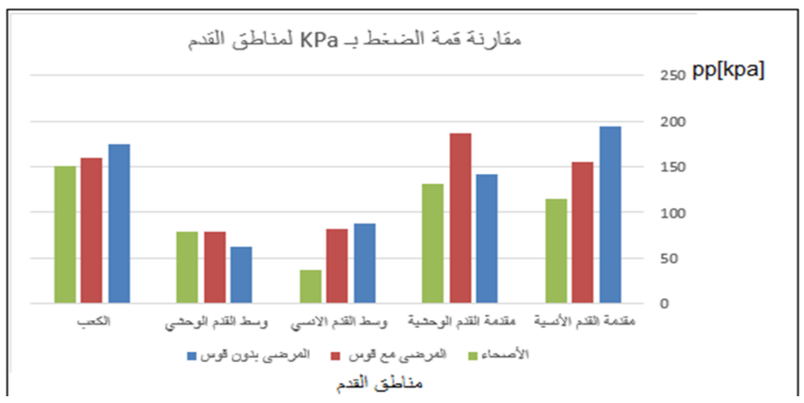
قمة الضغط عند مرضى القدم المسطحة من دون ارتداء قوس طبي:أعلى قيمة لقمة الضغط موجودة في منطقة الكعب. في منطقة مقدمة القدم ووسط القدم، تكون قمة الضغط في الجهة الأنسية أعلى من الجهة الوحشية .

قمة الضغط عند ارتداء القوس الطبي مسبق الصنع: أعلى قيمة لقمة الضغط في منطقة كعب القدم ومقدمة القدم الوحشية بالمقارنة مع بقية مناطق القدم،لكن لازال هناك قمة للضغط مرتفعة في منطقة وسط القدم الأنسية والوحشية.

**المناقشة و تفسير النتائج:**

إن أكبر قيم لقمة الضغط عند الأصحاء والمرضى هي عند منطقة كعب القدم، وهذا بسبب أن الشخص يميل لوضع وزنه على كعب القدم في بداية طور التلامس، وفي منطقة وسط القدم الأنسي، تكون هناك تغيرات واضحة في قمة الضغط عند المرضى بالمقارنة مع الأصحاء وهذا يعود إلى سبب فقدان القوس عند مرضى القدم المسطحة، وعند ارتداء القوس الطبي عمل على تخفيض قيم قمة الضغط في الجهة الأنسية حيث نسب التخفيض : في منطقة الكعب بنسبة ٨% ،وفي وسط القدم ٥% فقط،وفي مقدمة القدم بنسبة ١٩%، كما عمل القوس الطبي على زيادة القيم في الجهة الوحشية .

**الاستنتاجات:** عمل القوس الطبي على نقل القوة الشاقولية من الكعب إلى مقدمة القدم الوحشية، وهذا يتطابق مع مسار القوة في مجموعة الأصحاء. لكن كون نسب تخفيض قيم قمة الضغط عند الجهة الأنسية كانت منخفضة وخاصة في منطقة وسط القدم، وبالتالي لم يحسن القوس الطبي من تشوه القدم المسطحة بالشكل المطلوب تماماً، و من المفترض تعديل سماكات النعل الطبي في مناطق القدم الأنسية.




يبين الشكل مخطط الأعمدة البيانية الذي يقارن قيم قمة الضغط بـ KPaلمناطق القدم للمجموعات الثلاث

## المراجع

1. Wang, Y.D. Chen, J.C. (2018). An investigation of plantar pressure changes from different textured insole and arch structure in flat and normal feet groups. Academia Publishing.
2. Lee, J.S., Kim, B.K., Jeong, J.O., Kwon. N.Y., Jeong, S. M. (2015). Correlation of Foot Posture Index With Plantar Pressure and Radiographi Measurements in Pediatric Flatfoot J. Annals of Rehabilitation Medicine ,www.e-arm.org
3. Unver, B., Erdem E.U., Akbas, E. (2019). Effects of Short-Foot Exercises on Foot Posture, Pain, Disability and Plantar Pressure in Pes Planus. J. sport rehabilitation.
4. Hsu, W.C. , Sugiarto, T., Chen, J.W. (2018)." The Design and Application of Simplified Insole-Based Prototypes with Plantar Pressure Measurement for Fast Screening of Flat-Foot" J. Sensors2018 .
5. Foot and ankle in sport, 2020. Flat feet. https://ar.wikipedia.org/wikiaccessd on November 2020.
6. Novel pedar-x system manual. Novel.d Germany, novel electronic.inc ، USA.https://www.novel.de
7. Abdul Razak, A. (2012)." Foot Plantar Pressure Measurement System: A Review" j. sensor
8. Rajesh, S. (2016). “plantar pressure analysis of foot: logic of selection “ J. pharm.
9. Z hal, J.N. (2016). "Effects of orthotic insoles on adults with flexible flatfoot under different walking conditions", J. Physical Therapy Science
10. Wang, D, Ying. J, Chu .P, Qian, Y., Chen, W. (2021)." Design and Preliminary Validation of Individual Customized Insole for Adults with Flexible Flatfeet Based on the Plantar Pressure Redistribution". J.SENSOR
11. Zhai, J., Wang, J., Qiu, S.Y. (2017)." Plantar pressure differences among adults with mild flexible flatfoot, severe flexible flatfoot and normal foot when walking on level surface, walking upstairs and downstairs".J. Physical Therapy Science
12. Zhai, J., Wang, J., Qiu, S.Y. (2019)." Does Flexible Flatfoot Require Treatment? Plantar Pressure Effects of Wearing Over-the-Counter Insoles when Walking on a Level Surface and Up and Down Stairs in Adults with Flexible Flatfoot" J. American Podiatric Medical Association.
13. Aminian, G., Safaeepour, Z., Farhoodi, M., Pezeshk, A.F., Saeedi3, H. Majddoleslam, B. (2012)." The effect of prefabricated and proprioceptive foot orthoses on plantar pressure distribution in patients with flexible flatfoot during walking" J. INTERNATIONAL SOCIETY FOR PROSTHETICS AND ORTHOTICS .
14. Ünver,B., Bek,N.(2021) " Effects of Different External Supports on Plantar Pressure-Time Integral and Contact Area in Flexible Flatfoot" J Am Podiatr Med Assoc
15. Dyan, V. (2019)" Adult Acquired Flatfoot Deformity: Anatomy, Biomechanics, Staging, and Imaging Findings" Department of Radiology, Philippine Orthopedic Center.
16. The physio center (2021).Adult acquired flat foot doformaty.
www.methodwellnesspt.com
17. Novel scientific medical. Novel database essential manual. Novel.d Germany, novel electronic.inc, USA. https://www.novel.de
18. Mardieni, m. (2017).the effect of flat feet on human gait analysis. Faculty of Mechanical & Electrical Engineering, Damascus, pp186.