

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期末報告

## 學齡前兒童扁平足篩檢與危險因子探討：世代研究(第3年)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 99-2314-B-040-004-MY3  
執行期間：101年08月01日至102年07月31日  
執行單位：中山醫學大學物理治療學系

計畫主持人：王淳厚  
共同主持人：葉志嶸  
計畫參與人員：學士級-專任助理人員：鄭艾葦  
碩士班研究生-兼任助理人員：廖婉均  
碩士班研究生-兼任助理人員：吳偉哲

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 102年08月07日

中文摘要：研究目的：本研究的主要目的在(1)完整探討年齡、性別、體重、關節鬆弛度，與跪坐習慣等因素對學齡前兒童扁平足的影響；(2)驗證足印分析方法是否適用於判斷學齡前兒童的扁平足狀況，並找出其適用的標準；(3)探討扁平足症狀隨著年紀增加後所產生的變化。

研究方法及資料：本研究收集了台灣台中地區幼兒園所共 1598 位學齡前兒童（833 位男生及 765 位女生）。首先將受測者依臨床症狀判斷分成三組，正常組（733 人）、單腳扁平組（266 人）及雙腳扁平組（599 人），以多項式羅吉斯迴歸模型來做分析，以瞭解這些相關因素對學齡前兒童扁平足的影響。將臨床判斷結果與 3 種足印判斷方法，足弓角度、足弓指數及 CSI 指數的足印判斷結果以接受者操作特徵曲線作分析比較，為了表達足印判斷方法在臨床診斷試驗的有用程度，再計算其概似比與事前及事後機率，並做成列線圖來表示。追蹤其足印變化以探討扁平足症狀隨著年紀增加後所產生的變化。

研究結果：結果顯示(1)年紀越小、男生、體重肥胖、有關節過度鬆弛及跪坐習慣的學齡前兒童容易增加雙腳扁平的風險。(2)證實了足印分析方法適用於評估學齡前兒童的扁平足狀況，以 CSI 指數所呈現的結果較佳，有高達 90% 以上的預測準確性，在學齡前兒童扁平足的判斷上， $CA < 14.04^\circ$ ，CSI 的比值  $> 62.70\%$ ，AI 的比值  $> 107.42\%$  可認定為具有扁平足症狀。(3)在學齡前階段的兒童，其扁平足的盛行率確實會隨著年紀增加而減少，平均年紀增加一歲則有扁平足症狀的比例約會減少 14%。

結論與建議：學齡前兒童扁平足症狀確實會隨著年紀增加而恢復正常，但有部分的學齡前兒童會隨著年紀增加而出現。最適合用來判斷學齡前兒童扁平足的足印方法為 CSI 指數，適用於判斷學齡前兒童的扁平足狀況。單腳扁平的學齡前兒童建議可先行觀察其變化再做介入處理。以上研究結果希望能提供給臨床工作者作為判斷學齡前兒童扁平足時的參考。

中文關鍵詞：學齡前兒童，扁平足，世代研究

英文摘要：Objective: The aims of this study were to (1) discuss the relevant factors of flatfoot including age, gender, obesity status, joint laxity, and the W-sitting habit with preschool-aged children; (2) analyze the footprint measurements and grades of flatfoot in a population of preschool children; and (3) follow up the changes of footprints for discussed the improvement of flatfoot in preschool-aged

children.

**Materials and methods:** A total of 1,598 children (833 boys and 765 girls) between 3 and 6 years of age from kindergartens in the central area of Taiwan were studied. At first, the children were divided into a normal group (n=733), a unilateral flatfoot group (n=266), and a bilateral flatfoot group (n=599), and a multinomial logistic regression model was used to analyze the data. Three footprint measurements, the Clarke 's angle (CA), Chippaux-Smirak index (CSI), and Staheli arch index (AI), were used for comparison with clinical diagnosis and displayed in a receiver operating characteristic (ROC) curve. In order to illustrate the diagnostic accuracy in clinical settings, their likelihood ratios were calculated given their cutoff points, and their pretest/posttest probabilities were plotted as the Fagan nomograms. To follow up the changes of footprints for discussed the improvement of flatfoot in preschool-aged children.

**Results:** Our study demonstrates that (1) preschool-aged children with bilateral flat feet were influenced by age, gender, obesity status, joint laxity, and W-sitting; (2) footprint analysis methods are suitable for diagnosing flatfoot in preschool-aged children, and the CSI had a predictive probability of more than 90% and the most appropriate cutoffs are as follows:  $CA \leq 4.04^\circ$ ,  $CSI > 62.70\%$  and  $AI > 107.42\%$ ; and (3) the incidence of flatfoot is reduced with age in preschool aged children and the proportion was reduced about 14% with increased one year age.

**Conclusion:** Flatfoot in preschool-aged children will resolve with increasing age but some children will represent. The CSI had an especially outstanding performance, and is recommended as the screening tool of choice for flatfoot in preschool-aged children. Children with unilateral flatfoot should be followed and observed before making a diagnosis of flatfoot and initiating treatments. Our findings should provide reference information for researchers and clinical staffs in diagnosing flatfoot in preschool-aged children.

英文關鍵詞： preschool children, flatfoot, cohort study

學齡前兒童扁平足篩檢與危險因子探討：世代研究

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 99-2314-B-040-004-MY3

執行期間：99年08月01日至102年07月31日

執行機構及系所：中山醫學大學 物理治療學系

計畫主持人：王淳厚 教授

共同主持人：葉志嶸 副教授

計畫參與人員：陳坤鍾、蔡宜穎、鄭艾葦、廖婉均、吳偉哲

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 0 份：

移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

中 華 民 國 102 年 08 月 07 日

## 中文摘要

**研究目的：**本研究的主要目的在(1)完整探討年齡、性別、體重、關節鬆弛度，與跪坐習慣等因素對學齡前兒童扁平足的影響；(2)驗證足印分析方法是否適用於判斷學齡前兒童的扁平足狀況，並找出其適用的標準；(3)探討扁平足症狀隨著年紀增加後所產生的變化。

**研究方法及資料：**本研究收集了台灣台中地區幼兒園所共 1598 位學齡前兒童（833 位男生及 765 位女生）。首先將受測者依臨床症狀判斷分成三組，正常組（733 人）、單腳扁平組（266 人）及雙腳扁平組（599 人），以多項式羅吉斯迴歸模型來做分析，以瞭解這些相關因素對學齡前兒童扁平足的影響。將臨床判斷結果與 3 種足印判斷方法，足弓角度、足弓指數及 CSI 指數的足印判斷結果以接受者操作特徵曲線作分析比較，為了表達足印判斷方法在臨床診斷試驗的有用程度，再計算其概似比與事前及事後機率，並做成列線圖來表示。追蹤其足印變化以探討扁平足症狀隨著年紀增加後所產生的變化。

**研究結果：**結果顯示(1)年紀越小、男生、體重肥胖、有關節過度鬆弛及跪坐習慣的學齡前兒童容易增加雙腳扁平的風險。(2)證實了足印分析方法適用於評估學齡前兒童的扁平足狀況，以 CSI 指數所呈現的結果較佳，有高達 90% 以上的預測準確性，在學齡前兒童扁平足的判斷上， $CA < 14.04^\circ$ ，CSI 的比值  $> 62.70\%$ ，AI 的比值  $> 107.42\%$  可認定為具有扁平足症狀。(3)在學齡前階段的兒童，其扁平足的盛行率確實會隨著年紀增加而減少，平均年紀增加一歲則有扁平足症狀的比例約會減少 14%。

**結論與建議：**學齡前兒童扁平足症狀確實會隨著年紀增加而恢復正常，但有部分的學齡前兒童會隨著年紀增加而出現。最適合用來判斷學齡前兒童扁平足的足印方法為 CSI 指數，適用於判斷學齡前兒童的扁平足狀況。單腳扁平的學齡前兒童建議可先行觀察其變化再做介入處理。以上研究結果希望能提供給臨床工作者作為判斷學齡前兒童扁平足時的參考。

**關鍵詞：**學齡前兒童，扁平足，世代研究

## ABSTRACT

**Objective:** The aims of this study were to (1) discuss the relevant factors of flatfoot including age, gender, obesity status, joint laxity, and the W-sitting habit with preschool-aged children; (2) analyze the footprint measurements and grades of flatfoot in a population of preschool children; and (3) follow up the changes of footprints for discussed the improvement of flatfoot in preschool-aged children.

**Materials and methods:** A total of 1,598 children (833 boys and 765 girls) between 3 and 6 years of age from kindergartens in the central area of Taiwan were studied. At first, the children were divided into a normal group ( $n=733$ ), a unilateral flatfoot group ( $n=266$ ), and a bilateral flatfoot group ( $n=599$ ), and a multinomial logistic regression model was used to analyze the data. Three footprint measurements, the Clarke's angle (CA), Chippaux-Smirak index (CSI), and Staheli arch index (AI), were used for comparison with clinical diagnosis and displayed in a receiver operating characteristic (ROC) curve. In order to illustrate the diagnostic accuracy in clinical settings, their likelihood ratios were calculated given their cutoff points, and their pretest/posttest probabilities were plotted as the Fagan nomograms. To follow up the changes of footprints for discussed the improvement of flatfoot in preschool-aged children.

**Results:** Our study demonstrates that (1) preschool-aged children with bilateral flat feet were influenced by age, gender, obesity status, joint laxity, and W-sitting; (2) footprint analysis methods are suitable for diagnosing flatfoot in preschool-aged children, and the CSI had a predictive probability of more than 90% and the most appropriate cutoffs are as follows:  $CA \leq 14.04^\circ$ ,  $CSI > 62.70\%$  and  $AI > 107.42\%$ ; and (3) the incidence of flatfoot is reduced with age in preschool aged children and the proportion was reduced about 14% with increased one year age.

**Conclusion:** Flatfoot in preschool-aged children will resolve with increasing age but some children will represent. The CSI had an especially outstanding performance, and is recommended as the screening tool of choice for flatfoot in preschool-aged children. Children with unilateral flatfoot should be followed and observed before making a diagnosis of flatfoot and initiating treatments. Our findings should provide reference information for researchers and clinical staffs in diagnosing flatfoot in preschool-aged children.

**Keyword:** preschool children, flatfoot, cohort study

## 前言

兒童扁平足是小兒骨科常見的問題之一，主要出現的特徵為足部內側的縱向足弓(medial longitudinal arch)呈現塌陷(collapses)的現象<sup>1-3</sup>。過去的研究指出，學齡前階段正是內側縱向足弓的主要發展時期<sup>4,5</sup>。過去的研究也指出，扁平足症狀容易造成成年後步態不良的問題<sup>6,7</sup>，因此當學齡前兒童出現扁平足症狀時，家長常會擔心此症狀對於日後產生影響而至醫院求助，希望能藉由矯正改善此症狀。有研究指出，早期治療扁平足症狀可以避免日後出現舟狀骨突出(prominent navicular)或趾關節腫脹(bunion)的情形發生，因此當學齡前兒童出現扁平足的臨床症狀時不應該被輕忽<sup>8</sup>。因此能早期篩檢出學齡前兒童扁平足症狀及找出與其相關的影響因素，一直是家長與臨床工作者所關心的課題。

剛出生的嬰兒因為足部的軟組織甚多，而且肌肉骨骼都還在發展階段，所以幾乎都有扁平足的現象存在。Barry 學者的研究指出，幼兒在一歲半時有 97% 有扁平足的現象，但到了十歲時扁平足的比例只剩下 4%<sup>9</sup>。過去的研究也指出，二至六歲的年齡為內側縱向足弓的主要發展時期<sup>4,5</sup>。足弓主要由骨頭排列及韌帶給予支撐，在行走或跑步時可以提供適度的彈性並吸收地面的反作用力，達到吸震的效果，並且可以減少下肢肌肉的負荷，使得足部得以適應各種地形。

形成學齡前兒童扁平足的原因一直沒有一個定論，許多研究均認為學齡前兒童的扁平足症狀可能是因為足弓未發育完全所導致，但是目前針對學齡前兒童扁平足的研究相當的少，除了缺乏對形成原因完整的討論之外，也缺少長期追蹤的研究。回顧文獻中發現，過去的研究裡提到會形成兒童扁平足的原因主要是年齡、性別、體重、關節鬆弛度，其他例如種族或環境因素及穿鞋習慣等相關因素也曾被討論。

學齡前階段時期正是內側縱向足弓的主要發展時期，許多學齡前兒童可能因為足弓發育未完全而出現扁平足症狀，因此年齡是造成學齡前兒童出現扁平足症狀的主要原因之一。研究也發現，學齡前兒童出現扁平足症狀的比例會隨著年紀增加而減少<sup>3,10-14</sup>。Staheli 學者將足印依年齡大小來作比較，發現學齡前兒童有較高的扁平足比例<sup>3</sup>。Rose 等學者的研究中，學齡前兒童有扁平足症狀的比例約為 42.5%<sup>15</sup>。Pfeiffer 等學者的研究中發現，學齡前兒童隨著年齡增加，有扁平足症狀的比例就會減少，從三歲的 54% 下降至六歲的 24%，其盛行率約為 43.7%<sup>13</sup>。因此有些學者認為在學齡前階段的兒童出現扁平足症狀是正常的，應當會隨著年紀增加而慢慢恢復正常<sup>16,17</sup>，但是尚未有研究能證實此觀點。

過去的研究討論性別因素對於造成學齡前兒童出現扁平足症狀的差異，大多數的研究都認為同年齡的男生較女生容易出現扁平足症狀<sup>11,13,18,19</sup>。Mickle 等學者以超音波儀器來量測足部內側腳底軟組織(plantar fat pad)的厚度並搭配足印來判斷，結果發現男生的內側縱向足弓發展較同年齡的女生慢，而且腳底軟組織也較同年齡的女生厚<sup>18</sup>。Pfeiffer 等學者的研究也發現，學齡前的男生在後足部外翻(rearfoot valgus)角度的發展上比同年齡的女生慢了約一年左右，估計這可能是男生較同年齡的女生容易出現扁平足症狀的原因<sup>13</sup>。

許多研究都證實了體重過重的兒童較容易出現扁平足的問題<sup>11,13,14,20,21</sup>。也證實了體重等級呈現過重或肥胖的學齡前兒童有較高的比例出現扁平足症狀<sup>11,13,20,21</sup>。Dowling 等學者的研究發現，體重等級呈現肥胖的兒童，其內側縱向足弓的高度會降低，目的是希望能以此方式增加足部與地面接觸的面積，使得站立時足部能更穩定以維持體重<sup>20</sup>。Mickle 等學者以超音波儀器來分析學齡前兒童體重等級與足底軟組織之間的關係，發現足底軟組織在體重等級呈現過重的兒童與體重等級呈現正常的兒童中，並沒有統計上的差異存在，但體重等級呈現過重的兒童，其內側縱向足弓的高度是較低的，因此認為體重等級呈現過重的學齡前兒童，可能會因體重過重而改變其足部支撐結構，進而造成扁平足的症狀產生<sup>14</sup>。

關節鬆弛度(joint laxity)是指韌帶或關節囊等結締組織維持關節的鬆緊程度，過去的文獻顯示，關節過度鬆弛的盛行率約介於 5 至 12% 之間<sup>22-24</sup>。而過去的研究針對關節鬆弛度的看法，一般認為女性比男性有較高的比例出現關節過度鬆弛的問題<sup>25</sup>。也有研究指出關節過度鬆弛可能會導致扁平足的產生<sup>26</sup>。臨床上常用的關節鬆弛判斷標準為布萊頓標準(Brighton Criteria)，以貝頓分數(Beighton score)來表示，分成九個項目來計分，一個項目計一分，共計 9 分，若分數大於 4 分(含)以上則為關節過度鬆弛的高危險族群(附表一)<sup>27</sup>。在 Lin 等學者的研究中指出，有明顯扁平足問題的學齡前兒童裡，其出現關節過度鬆弛的比例是較高的<sup>8</sup>。

跪坐姿勢(W position)是一種日常生活習慣，其姿勢為髖部(hips)擺在內轉(internal rotation)，脛骨(tibias)擺在外轉(external rotation)的位置。長期跪坐習慣已被證實與學齡前兒童走路呈現內八有關<sup>28</sup>。

在臨床觀察中發現，有扁平足症狀的兒童常會以跪坐的姿勢坐在地板上，而這樣的姿勢會使得整個足部被擠壓成往外(out)的姿勢，而腳後跟會呈現外翻(valgus)的情形。腳跟外翻(heel valgus)為形成扁平足的原因之一，而不正常的脛骨外轉也已經被證實和改變足部結構進而形成扁平足有關<sup>29</sup>。因此證實長期跪坐習慣和造成學齡前兒童扁平足之間的關係是本研究所希望探討的。

不同種族之間的扁平足盛行率可能會不同，在2001年Lin等學者的研究中指出，亞裔兒童出現扁平足症狀的比例較其他種族高，原因可能為亞裔兒童的關節過度鬆弛的比例較其他種族高所致<sup>8</sup>。過去有研究指出，經常穿鞋子的兒童會比不穿鞋的兒童容易出現扁平足的症狀<sup>10, 30</sup>。而2003年Echarri等學者的研究將受測的兒童分成在都市生活(走路穿鞋)與在鄉村生活(走路不穿鞋)兩組來作探討，發現都市組的兒童有扁平足症狀的比例相對於鄉村組是較高的，而且非裔的兒童內側縱向足弓的高度相對照於歐洲的兒童是較高的，原因可能與非裔的兒童常常走路不穿鞋有關，因為足部常活動且接受不同的刺激因而加速了內側縱向足弓的發展<sup>10</sup>。

臨床上有許多可以用來檢測是否有扁平足的方法，包括臨床症狀判斷<sup>13, 15</sup>、放射線診斷<sup>21, 31</sup>、超音波診斷<sup>14, 32</sup>及足印判斷<sup>3-5, 15, 33-37</sup>等。臨床症狀判斷是為較主觀的判別，需經驗豐富的臨床人員才能正確判斷，但因為可以快速將扁平足作分類，臨床上經常用來作為判斷扁平足的標準。由經驗豐富的臨床人員經由觀察站立時足部承重時內側縱向足弓的高度與位置來判斷是否有扁平足。2001年Lin等學者的研究提出的扁平足臨床判斷方法，將判斷扁平足分成四級，第一級：內側縱向足弓呈現正常，定義為正常足；第二級：內側縱向足弓有點塌陷，但依然可見，定義為輕度扁平足；第三級：內側縱向足弓塌陷至完全看不見，定義為中度扁平足；第四級：內側縱向足弓塌陷至看不見，且足部的內側呈現凸出，且合併有距骨頭(head of the talus)相對位在內側腳踝骨(medial malleolus)的前下方足底，定義為重度扁平足<sup>8</sup>。2006年Pfeiffer等學者將分類方法改分成三級，第一級：內側縱向足弓呈現正常，即便有點塌陷，定義為正常足；第二級：內側縱向足弓塌陷至看不見，定義為中度扁平足；第三級：內側縱向足弓塌陷至看不見，且足部的內側呈現凸出，定義為重度扁平足<sup>13</sup>。

放射線診斷方法為在站立姿勢下，由醫療人員操作放射線儀器來獲取足部的外側橫向 X 光片(lateral radiographs)，經由直接量測 X 光片上足部相關位置得到的角度來判斷是否具有扁平足的問題，常見的測量角度為距骨—第一跖骨角度(Talus-first metatarsal angle)及跟骨傾斜角度(calcaneal inclination angles)<sup>21</sup>。因為可以直接清楚的針對內側縱向足弓的骨骼位置作測量，因此Saltzman學者認為放射線診斷是用來判斷足弓結構的標準測量方法<sup>38</sup>。雖然放射線診斷可以獲得較精確的數值來判斷扁平足，但因為放射線可能對人體的健康造成影響，因此臨床上很少用來作為判斷扁平足的工具。

由Mickle學者於2006年提出，方法為在非承重姿勢下，由醫療人員操作超音波儀器來量測足部內側腳底軟組織的厚度並搭配足印來判斷是否有扁平足<sup>14</sup>。研究目的是希望能夠減少腳底軟組織造成在判斷扁平足上的影響，結果發現腳底軟組織在有扁平足症狀與正常的人之間並無統計上的差異存在。因為需要由醫療人員操作超音波儀器而且研究結果並沒有發現差異，因此臨床上很少使用超音波儀器來作為判斷扁平足的工具。

在臨床上常因使用方便及節省測量時間的理由，常使用以踩油墨足印來做測量的方式來判斷受測者是否有扁平足的症狀。以足印來判斷是否具有扁平足症狀的方法已被證實具有相當高的信度，許多作者都認為這是一個可信賴的方法<sup>3,4,33,39</sup>，並建議可以用來作為篩檢扁平足的工具<sup>39</sup>。

#### 1. 足印指數 (footprint index):

Irwin學者以足印中足弓所佔的面積除以全部足印的面積，用此比例來判斷學童是否有發展成扁平足的情形<sup>35</sup>。

#### 2. 足弓指數(Staheli arch index):

1987年時，Staheli等學者以足印中足弓最寬處劃一條直線的長度除以在腳跟最寬處所劃的一條直線的長度，所呈現的比例值來判斷足弓的情形<sup>3</sup>。1990年時，Echarri學者將足弓指數判斷扁平足的標準定義為0至0.29為高足弓，0.3至0.59為正常，0.6至0.89為輕至中度扁平足，大於0.9為重度扁平足<sup>10</sup>。

#### 3. 足弓角度(Clarke's angle):

在1928年時由Schwartz等學者的研究中首先提出<sup>40</sup>，在1933年時由Clarke學者修正其定義為以足印的第一跖骨頭(metatarsal head)內緣與足跟內緣劃出一條內側切線，並得到第一跖骨頭的切點，之後連接第一跖骨頭切點與內側縱向足弓最內緣的第一個接觸點所得到的一條直線，以兩



條直線間所得到的夾角角度判斷足弓的情形<sup>36</sup>。1990年時，Forriol 學者將足弓角度判斷扁平足的標準定義為角度大於 42 度為正常，介於 35 至 42 度為輕度扁平足，介於 30 至 34.9 度屬中度扁平足，介於 0 至 29.9 度為重度扁平足<sup>4</sup>。

#### 4. CSI 指數(Chippaux-Smirak index):

在 1947 年時由 Chippaux 學者首先提出以計算足印中與足弓相關的平行線的比例來表示足印中足弓的大小<sup>4</sup>。1960 年時 Smirak 學者修正其方法為在足印中足弓最寬處劃一條直線的長度除以在蹠骨最寬處所劃的一條直線的長度，所呈現的比例值來判斷足弓的情形，比例越大表示足印中足弓的範圍就越大，代表扁平足的情形就越明顯<sup>4</sup>。1990 年時，Forriol 學者根據 1987 年 Jaworski 學者的研究<sup>41</sup>，將 CSI 指數判斷扁平足的標準定義為 0.1%至 29.9%為正常，30%至 39.9%為輕度扁平足，40%至 44.9%為中度扁平足，大於 45%為重度扁平足<sup>4</sup>。

過去很少有針對學齡前兒童扁平足的研究，因此對於造成學齡前兒童扁平足的原因未曾有個完整的討論，也沒有一個真正方便篩檢學齡前兒童扁平足的方法與標準。在過去研究中有些學者認為學齡前兒童出現扁平足症狀是正常的現象，此現象會隨著年紀增加而慢慢恢復正常<sup>16, 17</sup>。而過去的研究結果的確也顯示，隨著年紀增加，有扁平足症狀的兒童其比例會下降<sup>3, 10-14</sup>。但是這些研究均屬於橫斷面的研究，無法說明是否所有的學齡前兒童的扁平足症狀都會隨著年紀增加而慢慢恢復正常，因此本研究希望能對這些問題有更詳細的探討，包括

1. 完整的探討造成學齡前兒童扁平足的相關因素，以瞭解這些相關因素對學齡前兒童扁平足的影響；
2. 找出一個可以真正方便篩檢學齡前兒童扁平足的足印方法與標準；
3. 追蹤學齡前兒童的足印變化，以探討扁平足症狀隨著年紀增加後所產生的變化。

## 研究方法與材料

研究對象為位在台灣台中地區的幼稚園學童，經中山醫學大學附設醫院派員至幼稚園所，以足部篩檢的方式來進行研究資料收集。

### (1) 納入標準：

年齡介於三至六歲的學齡前兒童，能配合指令維持靜態單腳站立 5 秒以上以完成足印收集。

### (2) 排除標準：

由一位超過十年經驗的臨床工作者依據受試兒童的動作表現與步態，排除有下肢骨骼肌肉系統異常或足部疾病造成結構或動作不穩定者。

### (3) 人體試驗倫理：

本研究經中山醫學大學附設醫院人體試驗委員會審核通過(No: CS09114)。所有受試者的法定代理人均瞭解及同意研究之進行，並簽署參與研究之受試者知情同意書。

首先記錄受試者的基本資料，即年齡、性別、身高、體重、身體質量指數(body mass index, BMI)與貝頓分數，身高以公分表示，最小單位為 0.1 公分，體重以公斤表示，最小單位為 0.1 公斤。身體質量指數的計算公式為：身體質量指數= 體重(公斤)/身高(公尺<sup>2</sup>)。並依行政院衛生署於民國 91 年所公佈的兒童及青少年肥胖定義表將受試者體重等級依輕至重分成過輕、正常、過重及肥胖四級(附表四)。貝頓分數由一位物理治療師來負責判斷，分成九個項目來計分，一個項目計一分，共計 9 分，若分數大於 4 分以上則定義為有關節過度鬆弛(附表一)。另外以問卷方式詢問受試者的家長或法定代理人，觀察其孩童是否有跪坐習慣(W position sitting habits)作為本研究探討的相關因素。

由兩位物理治療師負責採集受試者的足印，以踩油墨足印的方法請受測者單腳站立於足印採集板(Harris-Beath mat)上<sup>51</sup>，透過壓印的方式將足印收集下來，之後將收集的足印掃描成圖檔，使用中山醫學大學附設醫院的 PACS 系統(Picture Archiving and Communication System)來作圖檔上角度與長度的量測與計算以下三種最常見也最方便執行的足印測量參數，角度值以度(°)表示，最小單位為 0.01 度，長度值以畫素(pixel)表示。(圖一)

#### 1. 足弓角度：

足印的第一蹠骨頭內緣與足跟內緣劃出一條內側切線，並得到第一蹠骨頭的切點，之後連接第一蹠骨頭切點及內側縱向足弓最內緣的第一個接觸點所得到的一條直線，以兩條直線間所得到

的夾角角度( $\alpha$ )。

## 2. 足弓指數：

在足印中足弓最寬處劃一條直線的長度(B)除以在腳跟最寬處所劃的一條直線的長度(C)，所呈現的比例值。

## 3. CSI 指數：

在足印中足弓最寬處劃一條直線的長度(B)除以在跖骨最寬處所劃的一條直線的長度(A)，所呈現的比例值。

由一位超過十年經驗的臨床工作者依據足印及觀察站立時足部承重時內側縱向足弓的高度與位置來判斷受試者是否有扁平足的症狀。依據 2006 年 Pfeiffer 等學者的分類方法將臨床判斷結果分成正常與扁平足兩個等級，判斷結果分類在第一級者為正常；判斷結果分類在第二級與第三級者為扁平足，

以過去研究常討論的相關因素，包括年齡、性別、體重、關節鬆弛度，加上臨床觀察發現之跪坐習慣，將受測者以臨床症狀判斷方法分成三組，正常組(normal group)、單腳扁平組(one foot flatted group)及雙腳扁平組(bilateral foot flatted group)，以多項式羅吉斯迴歸模型(multiple logistic regression model)來做分析，以瞭解這些相關因素對學齡前兒童扁平足的影響。

本研究希望找出適合用來判斷學齡前兒童扁平足的足印測量方法與分級，因此將左腳右腳都視為一獨立資料來處理，並將臨床判斷結果分成正常與扁平足兩個等級，與足弓角度、足弓指數及 CSI 指數的足印判斷結果以接受者操作特徵曲線作分析比較，並計算其接受者操作特徵曲線下的面積，之後再以尤登指數的方法來找出三種足印判斷方法裡最適合的截斷點。而為了瞭解三種足印判斷方法在臨床診斷試驗上的預測準確性，再以最適合的截斷點下的敏感度與特異度來計算其概似比，算出其事後機率，並將其做成列線圖來表示。

本研究所確立的最適合用來判斷學齡前兒童扁平足的足印方法為 CSI 指數，在過去研究中也曾提過 CSI 指數為最適合用來評估兒童內側縱向足弓的足印方法<sup>52</sup>。因為要探討扁平足症狀隨著年紀增加後所產生的變化，所以將開始基準值(baseline)納入研究的 3 至 5 歲兒童於一年後再做一次測量，追蹤其一年前後的足印變化。本研究所確立的判斷標準分成正常與扁平足兩個等級，CSI 指數  $>62.70\%$  可認定為具有扁平足症狀(positive)，CSI 指數  $\leq 62.70\%$  為正常。

## 資料分析與統計

受試者的基本資料，如年齡、性別、身高、體重、身體質量指數、貝頓分數及三種足印判斷方法的數值（足弓角度、CSI 指數與足弓指數），以平均值(mean)及標準差(standard deviation, SD)來呈現，並標示其範圍。為了瞭解性別在基本特性上的差異，將受試者的基本資料依性別作區分比較，並以獨立樣本 T 檢定(Independent-Samples T Test)來檢測在基本資料中的差異。

首先將受試者分成正常組、單腳扁平組及雙腳扁平組，三組受測者的基本資料以平均值及標準差來呈現，以單因子變異數分析來檢測三組受測者在基本特性上的差異，並以 Scheffe 檢定法做事後分析。

為了瞭解造成學齡前兒童扁平足的相關因素在三組之間的分佈，將相關因素細成年齡（三歲、四歲、五歲、六歲）、性別（男生、女生）、體重等級（肥胖、過重、正常、過輕）、關節鬆弛度（無關節過度鬆弛、有關節過度鬆弛）、跪坐習慣（無跪坐習慣、有跪坐習慣），以人數及其百分比(percentages)來呈現，再以卡方測定(chi-square test)來檢測三組受測者在相關因素的分佈上的差異。

為了瞭解年齡、性別、體重、關節鬆弛度與跪坐習慣等相關因素對學齡前兒童扁平足的影響，本研究建構一個多重羅吉斯迴歸模型，以正常組為對照組，相對於其他兩組（單腳扁平組及雙腳扁平組），以修正勝算比(Adjusted odds ratio, OR)及其 95%信賴區間(95% CI)來呈現，並分析年齡（六歲 vs.三歲、四歲、五歲）、性別（女生 vs.男生）、體重等級（正常 vs.過輕、過重、肥胖）、關節鬆弛度（無關節過度鬆弛 vs.有關節過度鬆弛）、跪坐習慣（無跪坐習慣 vs.有跪坐習慣）對學齡前兒童扁平足的影響。

為了瞭解臨床判斷結果在不同年齡層的比較，將受試者依年齡作分組，分成三歲，四歲，五歲，六歲共 4 組，將臨床症狀判斷在各個年齡層所得的結果以人數及其百分比來呈現。

為了瞭解三種足印判斷方法的數值在不同年齡層的比較，將受試者依年齡作分組，分成三歲，四歲，五歲，六歲共 4 組，將三種足印判斷方法的數值在各個年齡層所得的結果以平均值及標準差來呈現，並用單因子變異數分析來檢驗三種足印判斷方法的結果在不同的年齡層中的差異。

將三種足印判斷方法的結果與臨床症狀判斷結果作對照，以接受者操作特徵曲線作分析比較，並計算其接受者操作特徵曲線下的面積，之後再以尤登指數的方法來找出三種足印判斷方法裡最適合的截斷點。

為了瞭解三種足印判斷方法在臨床診斷試驗上的預測準確性，再以最適合的截斷點來計算三種足印判斷方法的陽性預測值與陰性預測值。為了評估足印判斷方法的檢驗效能優劣與表達足印判斷方法在臨床診斷試驗的有用程度，再以三種足印判斷方法裡最適合的截斷點下的敏感度與特異度兩個數值合併計算出陽性概似比與陰性概似比。最後再依概似比的數值，計算出其事後機率，並將其做成列線圖來呈現。

受試者在開始基準值及一年後追蹤的基本資料，如年齡、性別、身高、體重、身體質量指數、貝頓分數及 CSI 指數判斷的數值，以平均值及標準差來呈現，並以成對樣本 T 檢定(Paired-Samples T Test)來檢測基本資料在開始基準值及一年後追蹤前後之間的差異。

為了瞭解不同年齡層的兒童在開始基準值及一年後追蹤時，其前後 CSI 指數數值的變化，將 CSI 指數的數值以不同年齡層分開來做比較，並以單因子變異數分析來檢測在不同年齡層中的差異。

為了瞭解不同年齡層的兒童在開始基準值及一年後追蹤時的扁平足症狀變化，本研究以 CSI 指數的數值 $>62.7\%$ 作為判斷扁平足的標準，將在開始基準值及一年後追蹤時的判斷結果在各年齡層中的變化以百分比例呈現。並將以 CSI 指數判斷的結果依開始基準值及一年後追蹤分成（基準值：正常 $\rightarrow$ 一年後追蹤：正常）、（基準值：正常 $\rightarrow$ 一年後追蹤：扁平足）、（基準值：扁平足 $\rightarrow$ 一年後追蹤：正常）及（基準值：扁平足 $\rightarrow$ 一年後追蹤：扁平足）等四種不同的狀況，比較這四種狀況在各年齡層中所佔的百分比。

本研究希望能探討不同嚴重程度的扁平足症狀在隨著年紀增加後所產生的變化，因此將開始基準值時以 CSI 指數判斷的結果為正常的兒童，以測得的 CSI 數值分為四等分組，再將判斷結果為扁平足的兒童，以測得的 CSI 數值分為四等分組，以探討不同嚴重程度的扁平足症狀在一年追蹤後的變化，數值以足印數及百分比呈現。

研究中的統計顯著性均以  $p$  值 $<0.05$  來表示，使用軟體為 SPSS 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)。

## 研究結果

本研究共收集了 1598 位學齡前兒童，年齡平均為  $5.0 \pm 0.9$  歲，身高平均為  $109.0 \pm 7.5$  公分，體重平均為  $19.3 \pm 3.9$  公斤，身體質量指數平均為  $16.2 \pm 2.0$ ，貝頓分數平均為  $2.7 \pm 2.0$ ，足弓角度的測量平均值為  $17.0^\circ \pm 8.8^\circ$ ，CSI 指數的測量平均值為  $60.5\% \pm 12.3\%$ ，足弓指數的測量平均值為  $104.9\% \pm 20.2\%$ ，受試者資料如表二所示。

若依受試者的性別做區分比較，男生有 833 人，女生有 765 人，男女生在足弓角度，CSI 指數與足弓指數的數值上有明顯統計上的差異( $p<0.001$ )，而在年齡( $p=0.72$ )上並無統計上的差異，資料如表三所示。

將受測者以臨床症狀判斷方法分成三組，正常組、單腳扁平組及雙腳扁平組。正常組有 733 位兒童，單腳扁平組有 266 位(16.6%)兒童，雙腳扁平組有 599 位(37.5%)兒童，三組之間在年齡、性別、身高、體重、身體質量指數與貝頓分數等因素均有統計上的差異存在，資料如表四所示。

將年齡、性別、體重、關節鬆弛度及跪坐習慣等可能造成學齡前兒童扁平足的相關因素，與臨床症狀判斷結果分成的三組作比較，發現三組之間在年齡、性別、體重等級、關節鬆弛度與跪坐習慣等因素均有統計上的差異存在，並且可以觀察到隨著年齡增加，有扁平足症狀的比例會隨著下降的趨勢。三組之中，雙腳扁平組兒童在所有兒童中所佔的比例為 37.5%，在各年齡層的比例由三歲的 54.7%減少至六歲的 21.0%。單腳扁平組在所有兒童中所佔的比例為 16.6%，在各年齡層的比例由三歲的 14.2%些許增加至六歲的 17.5%。(表五)

由表五的結果也顯示，體重等級為過重或肥胖的兒童在雙腳扁平組中佔有較高的比例，分別為過重(45.9%)及肥胖(44.2%)。若將三組分開作比較，發現雙腳扁平組中，有 25.7%的兒童在體重等級的判定上為過重或肥胖，比正常組(18.4%)及單腳扁平組兒童所佔的比例(19.2%)還要高。本研究的資

料顯示，共有 29.7% (475/1598) 的兒童有關節過度鬆弛的問題，在雙腳扁平組中明顯佔有較高比例 (46.7%)。而本篇研究中共有 17.3% (277/1598) 的兒童有跪坐習慣，在雙腳扁平組中佔有較高的比例 (41.2%)。

將造成學齡前兒童扁平足的相關因素 (年齡、性別、體重等級、關節鬆弛度、跪坐習慣) 以多重羅吉斯迴歸模型 (以正常組為對照組) 來作分析比較，資料如表六所示。發現雙腳扁平組兒童在各個相關因素中都出現統計上顯著的意義 ( $p < 0.05$ )，其中可以發現隨著年紀增加，其形成扁平足的風險值有減少的趨勢，3 歲相對於 6 歲有接近 5 倍的風險值 ( $OR = 4.92$ )。若體重增加時，其形成扁平足的風險值有上升的趨勢，體重等級為過重或肥胖的兒童相對於正常組兒童也有將近 2 倍的風險 (過重： $OR = 1.97$ ，肥胖： $OR = 1.77$ )。而年齡與體重等級在單腳扁平組中並沒有統計上顯著的意義。性別、關節鬆弛度及跪坐習慣等相關因素在單腳扁平組或雙腳扁平組中都出現統計上顯著的意義 ( $p < 0.05$ )，男生相對於女生有較高的風險值，單腳扁平組相對於正常組兒童有 1.46 倍的風險，雙腳扁平組相對於正常組兒童有 2.35 倍的風險。有關節過度鬆弛的學齡前兒童有較高的風險值形成扁平足，單腳扁平組相對於正常組兒童有 1.58 倍的風險，雙腳扁平組相對於正常組兒童有 2.21 倍的風險。有跪坐習慣的學齡前兒童不論在單腳扁平組或雙腳扁平組中都有較高的風險值 (單腳扁平組： $OR = 1.85$ ，雙腳扁平組： $OR = 1.37$ ) 會形成扁平足。

本研究另一個目的是希望找出適合用來判斷學齡前兒童扁平足的足印測量方法與分級，因此在資料處理上將左腳及右腳都視為一筆獨立資料來處理，並將臨床判斷結果分成正常與扁平足兩個等級，判斷結果在第一級者為正常；判斷結果在第二級與第三級者為扁平足，共有 3196 個三至六歲學齡前兒童的足印納入計算。在各個年齡層中的分布情形如表七所示，研究結果顯示，有扁平足症狀的兒童比例會隨著年紀增加而減少，由三歲的 61.8% 減少至六歲的 29.8%。

將足弓角度、CSI 指數及足弓指數的數值以不同年齡層來做分析比較，結果顯示，足弓角度的數值會隨著年紀增加而增加，角度由三歲的 14.4 度增加至六歲的 18.8 度；CSI 指數與足弓指數的數值會隨著年紀增加而減少，CSI 指數由三歲的 64.3% 減少至六歲的 57.3%，足弓指數由三歲的 110.0% 減少至六歲的 101.3%，各年齡層所得的測量數值都出現明顯差異 ( $p < 0.001$ )，結果如表八所示。

將臨床判斷結果與足弓角度、足弓指數及 CSI 指數的足印判斷結果以接受者操作特徵曲線作分析比較，得出的最適合的截斷點 (cutoff point) 結果顯示，在學齡前兒童扁平足的判斷上，足弓角度  $\leq 14.04^\circ$ ，CSI 指數的比值  $> 62.70\%$ ，足弓指數的比值  $> 107.42\%$ ，可認定為具有扁平足症狀 (positive)。(圖二)

三種足印判斷方法在截斷點下的敏感度分別為足弓角度 = 0.86，CSI 指數 = 0.88，足弓指數 = 0.89；特異度為足弓角度 = 0.79，CSI 指數 = 0.88，足弓指數 = 0.81，證實三種足印判斷方法均有相當高的測試敏感度。而三種足印判斷方法的接受者操作特徵曲線下的面積也分別有足弓角度 = 0.91 (95% 信賴區間 = 0.90 至 0.92)，CSI 指數 = 0.95 (95% 信賴區間 = 0.95 至 0.96)，足弓指數 = 0.92 (95% 信賴區間 = 0.91 至 0.93)。而陽性預測值分別為足弓角度 = 0.84，CSI 指數 = 0.91，足弓指數 = 0.85；陰性預測值分別為足弓角度 = 0.82，CSI 指數 = 0.85，足弓指數 = 0.85。證實了這三種足印判斷方法均具有相當高的診斷分辨能力，可用來辨別學齡前兒童是否真的具有扁平足症狀。而三項數據中以 CSI 指數所呈現的較佳，資料結果如表九所示。

而在最適合的截斷點下的陽性概似比分別為足弓角度 = 4.09，CSI 指數 = 7.52，足弓指數 = 4.61；陰性概似比分別為足弓角度 = 0.18，CSI 指數 = 0.14，足弓指數 = 0.13。由臨床判斷結果可以得到其事前機率為 55.99%，而陽性概似比的事後機率分別為足弓角度 = 83.89%，CSI = 90.54%，足弓指數 = 85.43%；陰性概似比的事後機率分別為足弓角度 = 18.34%，CSI 指數 = 15.15%，足弓指數 = 14.52%。證實了這三種足印判斷方法在預測學齡前兒童扁平足症狀上均具有相當高的預測準確性，資料結果如表九所示，並將其結果做成列線圖後呈現於圖三。

本研究共追蹤了 580 位 3 至 5 歲學齡前兒童 (男生：297 人，女生：283 人)，受試者年齡平均為  $4.5 \pm 0.6$  歲，追蹤時間平均為 11.8 個月，身高平均為  $105.4 \pm 6.4$  公分，體重平均為  $18.1 \pm 3.2$  公斤，貝頓分數平均為  $2.6 \pm 2.0$ ，CSI 指數的測量平均值為  $61.6\% \pm 12.5\%$ 。把一年後追蹤的數值與開始基準值的數值作比較，發現在年齡、身高、體重、貝頓分數與 CSI 指數等項目上均有統計上的差異存在 ( $p < 0.05$ )，受試者資料如表十所示。

將 CSI 指數的數值以不同年齡層來做比較，結果顯示，CSI 指數的數值會隨著年紀增加而減少，

由三歲的 66.3%減少至五歲的 58.7%。在經過一年後的追蹤結果也顯示相同結果，由原始年齡三歲的 59.3%減少至五歲的 55.3%，在學齡前 3 至 5 歲階段的兒童，平均年紀增加一歲時，CSI 指數改變量約會減少 5.1%。將一年後追蹤的數值與開始基準值的數值作比較，各年齡層所得的測量數值都出現明顯差異( $p < 0.001$ )，資料如表十一所示。

本研究以 CSI 指數的數值  $> 62.70\%$  作為判斷扁平足的標準，並將其判斷結果依不同年齡層作比較，結果顯示，判斷為有扁平足症狀的比例會隨著年紀增加而減少，由三歲的 68.2%減少至五歲的 37.8%。在經過一年後的追蹤結果也顯示相同結果，由原始年齡三歲的 45.3%減少至五歲的 32.8%，在學齡前 3 至 5 歲階段的兒童，平均年紀增加一歲則有扁平足症狀的比例約會減少 14%，資料如表十二所示。

本研究將受試兒童在開始基準值及一年後追蹤時，以 CSI 指數判斷的結果分成(正常--正常)、(正常--扁平足)、(扁平足--正常)及(扁平足--扁平足)四種不同的狀況在各年齡層的變化來做分析比較。結果顯示有 18.9%的兒童，在開始基準值時被判斷為扁平足，但在經過一年追蹤後會被判斷為正常(扁平足--正常)，以原始年齡三歲的兒童被判斷為扁平足--正常的比例為最大，並且隨著年紀增加，被判斷為扁平足--正常的兒童比例會減少，由原始年齡三歲的 26.6%減少至原始年齡五歲的 11.1%。但也有 4.9%的兒童，在開始基準值時被判斷為正常，在經過一年的追蹤後會變成扁平足(正常--扁平足)，其比例會隨著年紀增加而些微增加，由原始年齡三歲的 3.6%些許增加至原始年齡五歲的 6.1%。而開始基準值時被判斷為正常的兒童，在經過一年的追蹤後還是維持正常的比例約為 44.9%(正常--正常)，其比例會隨著年紀增加而增加，由原始年齡三歲的 28.1%增加至原始年齡五歲的 56.1%。而開始基準值時被判斷為扁平足的兒童，在經過一年的追蹤後還是扁平足的比例約為 31.3%(扁平足--扁平足)，其比例會隨著年紀增加而減少，由原始年齡三歲的 41.6%減少至原始年齡五歲的 26.7%，資料如表十三所示。

本研究希望能探討不同嚴重程度的扁平足症狀在隨著年紀增加後所產生的變化，因此在開始基準值時將 CSI 指數判斷的結果為正常的兒童，以測得的 CSI 數值分為 Q1 至 Q4 四等分組，Q1 (CSI 數值：20.5%至 45.8%)、Q2 (CSI 數值：45.9%至 52.9%)、Q3 (CSI 數值：53.0%至 58.5%)及 Q4 (CSI 數值：58.6%至 62.7%)四組；再將判斷結果為扁平足的兒童，以測得的 CSI 數值分為 Q5 至 Q8 四等分組，Q5 (CSI 數值：62.8%至 67.0%)、Q6 (CSI 數值：67.1%至 70.7%)、Q7 (CSI 數值：70.8%至 75.3%)及 Q8 (CSI 數值：75.4%至 117.7%)四組，以探討這八組在一年追蹤後 CSI 指數判斷結果的變化。結果顯示在開始基準值時判斷結果為正常的兒童，若測得的 CSI 數值越大，則經過一年的追蹤後還是維持正常的比例會下降，由 Q1 的 96.5%減少至 Q4 的 77.1%；而且經過一年的追蹤後判斷結果變為扁平足的比例會增加，由 Q1 的 3.5%增加至 Q4 的 22.9%。在開始基準值時判斷結果為扁平足的兒童，若測得的 CSI 數值越大，則經過一年的追蹤後還是維持扁平足的比例會增加，由 Q5 的 39.0%增加至 Q8 的 85.5%；而且經過一年的追蹤後判斷結果會變為正常的比例會減少，由 Q5 的 61.0%減少至 Q8 的 14.5%。結果如表十四所示。

## 討論

這是第一篇針對學齡前兒童，將受測者分成正常組、單腳扁平組及雙腳扁平組來做探討的研究，本研究以多項式羅吉斯迴歸模型來做分析，證實了年齡、性別、體重等級、關節過度鬆弛及跪坐習慣等因素與學齡前兒童雙腳呈現扁平有明顯相關。而年齡與體重等級兩個因素在單腳扁平的學齡前兒童並沒有統計上顯著的意義，證實了學齡前兒童出現單腳扁平的症狀為一個獨立的現象，應當與雙腳呈現扁平的兒童分開看待。

年齡是兒童扁平足的主要預測因子，過去的研究也證實了兒童扁平足的盛行率會隨著年紀增加而減少<sup>3, 10-14</sup>。過去很少有針對學齡前兒童扁平足盛行率的研究，Staheli 學者<sup>3</sup>將足印依年齡大小來作比較，發現學齡前兒童有較高的扁平足比例，Rose 等學者<sup>15</sup>的研究中發現，學齡前兒童扁平足的盛行率約為 42.5%。Pfeiffer 等學者<sup>13</sup>的研究中發現，隨著年齡增加，有扁平足症狀的學齡前兒童比例就會減少，盛行率約為 43.7%。本研究結果發現，雙腳呈現扁平的學齡前兒童的盛行率約為 37.5%，其比例會隨著年齡增加而減少(三歲：54.7%至六歲：21.0%)，和 Pfeiffer 等學者<sup>13</sup>的結果接近(三歲：54%至六歲：24%)，而本篇研究更確立在雙腳呈現扁平的學齡前兒童中，三歲兒童相對於六歲兒童會有接近 5 倍的風險值(OR=4.92)。由於單腳呈現扁平的學齡前兒童的比例不會隨著年齡增加而減少，而且年齡對於單



腳扁平的學齡前兒童並沒有統計上顯著的意義，因此認為學齡前兒童出現單腳扁平的症狀為一個獨立的現象，應當與正常及雙腳呈現扁平的兒童分開看待。

過去的研究中討論了性別與學齡前兒童扁平足的相關，多數研究認為男生較女生容易出現扁平足的症狀<sup>11, 13, 18, 19</sup>，本研究結果顯示，不論在單腳呈現扁平或雙腳呈現扁平的學齡前兒童中，男生都比女生容易出現扁平足的現象(單腳扁平組：p 值=0.01；雙腳扁平組：p 值<0.001)，性別因素在雙腳呈現扁平的兒童相對於正常的兒童，有著較高的風險值(OR= 2.35)，其結果與 Pfeiffer 等學者的結果(OR= 2.23)相當接近<sup>13</sup>，在同年齡的男生較女生容易出現扁平足的症狀，呼應了過去研究認為此現象可能與男生的內側縱向足弓發展較慢且腳底軟組織較厚有關<sup>13,18</sup>。

過去的研究發現，扁平足症狀在體重等級為過重或肥胖的兒童中，比例是較高的<sup>11,13,20,21</sup>。本研究結果顯示，在雙腳呈現扁平的學齡前兒童中，體重等級為過重或肥胖的兒童佔有較高的比例(過重：45.9%；肥胖：44.2%)。而隨著體重增加，其風險值也會上升，體重等級為過重或肥胖的兒童相對體重正常的兒童都有將近 2 倍的風險(過重：OR=1.90；肥胖：OR=1.77)。而體重因素在單腳呈現扁平的學齡前兒童中並沒有統計上顯著的意義。Dowling 等學者的研究指出，體重肥胖的兒童會以降低內側縱足弓高度的方式來增加腳與地面的接觸面積，目的是希望能增加腳的穩定性<sup>20</sup>。Mickle 等學者研究體重與足部內側腳底軟組織的關係，利用超音波儀器來量測腳底軟組織的厚度，結果發現體重過重的兒童在腳底軟組織的厚度與體重正常的兒童並無差異，但是體重過重的兒童在內側縱足弓的高度是較低的<sup>18</sup>。Mickle 等學者認為體重過重的學齡前兒童可能會因體重過重而改變其足部支撐結構，進而造成扁平足<sup>14</sup>。

本研究證實了不論在單腳呈現扁平或雙腳呈現扁平的學齡前兒童中，有關節過度鬆弛的兒童較容易出現扁平足的症狀(單腳扁平組：p 值=0.006；雙腳扁平組：p<0.001)。Lin 等學者的研究指出，有扁平足問題的學齡前兒童裡，較容易有關節過度鬆弛的問題<sup>8</sup>。而過去的研究則認為女性比男性有較高比例關節過度鬆弛的問題<sup>25</sup>，而關節過度鬆弛可能會導致扁平足的產生<sup>26</sup>。本研究中有將近 30%的兒童有關節過度鬆弛的問題，女生佔有較高的比例(59.4%)，與過去的研究結論相同<sup>13</sup>。本研究更證實了單腳呈現扁平或雙腳呈現扁平的學齡前兒童相對於足部正常的兒童有較高的風險出現關節過度鬆弛的現象(單腳扁平組：OR=1.58；雙腳扁平組：OR=2.21)。Lin 等學者的研究認為，兒童扁平足的盛行率會隨著年紀增加而減少可能與關節過度鬆弛症狀隨著年紀增加而改善有關<sup>8</sup>。

本研究為第一篇討論跪坐習慣對扁平足的影響的研究，跪坐姿勢(W position)是一種日常生活習慣，在臨床觀察中發現，有扁平足症狀的兒童常會以跪坐的方式坐在地板上，跪坐習慣已證實與學齡前兒童走路呈現內八有關<sup>28</sup>。跪坐姿勢為髖部擺在內轉，脛骨擺在外轉的姿勢，這樣的姿勢會使得足部被擠壓成外翻的姿勢，足部外翻為形成扁平足的原因之一，而不正常的脛骨外轉也已經被證實和改變足部結構進而形成扁平足有關<sup>29</sup>。本研究收錄的學齡前兒童中共有 17.3%的兒童有跪坐習慣，在單腳呈現扁平或雙腳呈現扁平的學齡前兒童中都有統計上顯著的意義，有著較高的風險值(單腳扁平組：OR=1.85；雙腳扁平組：OR=1.37)，證實跪坐姿勢也是造成學齡前兒童扁平足的相關因素之一，建議學齡前兒童應避免使用跪坐習慣。

本研究探討了年齡、性別、體重等級、關節過度鬆弛加上臨床觀察發現之跪坐習慣等相關因素對於有扁平足症狀的學齡前兒童的影響，但只用這些因素在預測學齡前兒童扁平足的判斷上略嫌不足，其他研究也曾討論的種族因素則無法在本研究內容中呈現<sup>8,10</sup>，而穿鞋習慣則因為現代的兒童幾乎都有穿鞋的習慣，所以也無法在本研究討論<sup>10, 30</sup>。除了這些因素外，仍有許多未考慮的因素與學齡前兒童扁平足相關，例如遺傳因素或其他生活習慣等，未來研究建議可試著納入更多的因素並且可以長期追蹤的方式，或加入其他年齡層來做探討。

這是第一篇針對學齡前兒童扁平足的足印判斷方式與分級所做的研究，本研究將臨床判斷結果與足弓角度、CSI 指數及足弓指數的足印判斷結果以接受者操作特徵曲線作分析比較，證實了這三種足印方法對於判斷學齡前兒童扁平足都有不錯的診斷分辨能力，證實了足印方法適用於辨別學齡前兒童是否真的具有扁平足症狀，而三項足印判斷方法的數據均以 CSI 指數所呈現的較佳。

過去的研究將三種足印判斷方法做出判斷扁平足的標準。Forriol 學者以 3 至 17 歲的兒童與青少年作出足弓角度與 CSI 指數的嚴重分級，足弓角度將扁平足的判定標準分成四級，角度大於 42 度為正常，介於 35 至 42 度為輕度扁平足，介於 30 至 34.9 度屬中度扁平足，介於 0 至 29.9 度為重度扁平足<sup>4</sup>。CSI 指數則將扁平足的判定標準分成四級，0.1 至 29.9%為正常，30 至 39.9%為輕度扁平足，40 至

44.9%為中度扁平足，大於 45%為重度扁平足<sup>4</sup>。Echarri 學者針對 3 至 12 歲的兒童作出足弓指數的分級，共分成四級，0 至 0.29 為高足弓，0.3 至 0.59 為正常，0.6 至 0.89 為輕至中度扁平足，大於 0.9 為重度扁平足<sup>10</sup>。若以上述分級用在學齡前兒童扁平足的判斷上，以足弓角度來判斷，本研究中的學齡前兒童的足印有 91.0%(2400/2638) 會被判斷為重度扁平足，以 CSI 指數來判斷，有 87.1%(2297/2638) 的足印被判斷為重度扁平足，以足弓指數來判斷，則有 76.7%(2024/2638) 的足印被判斷為重度扁平足。因為絕大多數的學齡前兒童在這些判斷標準下被判定為扁平足，因此本研究認為過去這些研究的扁平足判定標準用在 3 至 6 歲學齡前兒童上並不適當。

而本研究針對 3 至 6 歲學齡前兒童扁平足的三種足印判斷方法，以接受者操作特徵曲線分析結果顯示，在學齡前兒童扁平足的判斷上，足弓角度小於 14.04 度，CSI 指數的比值大於 62.70%，足弓指數的比值大於 107.41% 可認定為具有扁平足症狀。本研究中的學齡前兒童的足印在此判斷標準下來判定中度至重度扁平足，以足弓角度來判斷，有 42.7% 會被判斷為扁平足，以 CSI 指數來判斷，有 44.88% 的足印會被判斷為扁平足，以足弓指數來判斷，則有 50.08% 的足印會被判斷為扁平足。三種判斷方法的結果與 Pfeiffer 等學者的研究結果相似(43.9%)<sup>13</sup>，本研究結果能提供對於判斷學齡前兒童扁平足的參考標準。

Staheli 學者將足印依年齡大小(1 至 80 歲)來作比較，發現學齡前兒童有較高的扁平足比例<sup>3</sup>。Forriol 學者針對 3 至 17 歲的兒童以足印作比較，發現年紀越小，內側縱足弓的高度越低<sup>4</sup>。Pfeiffer 等學者針對學齡前兒童，以羅吉斯迴歸模式來呈現，也發現年紀越大，扁平足的比例越低<sup>13</sup>。本研究結果證實了在學齡前兒童中，隨著年齡增加，扁平足的比例呈現減少的趨勢，和過去的許多研究結果相似<sup>3, 10, 11, 13, 48</sup>，但是本研究並未將學齡兒童及青少年納入做比較，因此無法得知其後續的發展情形。

過去的研究大多認為男生較女生容易出現扁平足的症狀<sup>11, 13, 18, 19</sup>。本研究發現男女生在足弓角度、CSI 指數與足弓指數的數值上有明顯差異( $p < 0.001$ )，結果顯示出同年齡的男生其扁平足現象較女生明顯。Mickle 學者認為此現象可能與男生的內側縱足弓發展較慢且腳底軟組織較厚有關<sup>18</sup>。

足印判斷對於預測足弓的高度雖然有些許爭議，有些人甚至認為足印不能代表真正足弓的高度<sup>34, 38</sup>。Villarroya 等學者將足弓角度及 CSI 指數的判斷結果與 X 光測量所得的距骨—第一蹠骨角度及跟骨傾斜角度作比較，證實有統計上的相關性<sup>21</sup>。而 Kanatli 等學者之研究，也證實以足弓指數來判斷足印與以 X 光測量所得的足弓相關角度有正相關，足弓指數對扁平足之篩檢效度等同於 X 光之檢測<sup>39</sup>。而過去的研究也證實了足印分析具有良好的信效度，Queen 學者的研究裡顯示，CSI 指數與足弓指數的測量評估者間信度(inter-rater reliability)均為 0.96，而測量區間信度(between-day reliability)也均為 0.91<sup>53</sup>。由於足印採集時間迅速，即使兒童配合度不佳，也可以在協助下完成足印的採集，對於要大量篩檢學齡前兒童扁平足來說是一個可以簡便執行的判斷工具。

概似比因為不受疾病盛行率的影響，故檢驗方法對診斷所提供的訊息，能有效的由概似比傳達出來，較預測值更具有臨床上的實用性<sup>54</sup>。本研究中以 CSI 數值的概似比為最高，陽性概似比=7.52，指的是當以 CSI 指數來判定時，真正有扁平足症狀的學齡前兒童，和沒有扁平足症狀的學齡前兒童相比，有高於 7.52 倍的機率會被判為扁平足；陰性概似比=0.14，指的是當以 CSI 指數來判定時，真正有扁平足症狀的學齡前兒童，和沒有扁平足症狀的學齡前兒童相比，有低於 0.14 倍的機率會被判為正常。當以列線圖來呈現時，以 CSI 指數判定學齡前兒童為扁平足時，真正有扁平足症狀的機率由 55.99%(事前機率)增加至 90.54%(事後機率)，以 CSI 指數判定學齡前兒童沒有扁平足時，真正會有扁平足症狀的機率由 55.99%(事前機率)降低至 15.15%(事後機率)，過去的研究中未曾有探討檢測扁平足工具的準確性，CSI 指數在判斷學齡前兒童是否有扁平足的問題時，有高達 90% 以上的預測準確性，以目前臨床上可以判斷扁平足的工具而言，CSI 指數是個相當準確且方便的工具，建議可作為學齡前兒童扁平足之篩檢工具。

就我們所知，這是第一篇針對學齡前兒童的足印所做的世代追蹤研究，本研究結果顯示，CSI 指數的數值會隨著年紀增加而減少，由三歲的 66.3% 減少至五歲的 58.7%，與之前的研究結果相似(由三歲的 64.3% 減少至五歲的 58.6%)<sup>55</sup>。在經過一年後的追蹤結果也顯示相同趨勢，由原始年齡三歲的 59.3% 減少至原始年齡五歲的 55.3%。本研究更進一步證實，在學齡前 3 至 5 歲階段的兒童，平均年紀增加一歲時，CSI 指數的改變量會減少 5.1%，年紀越小的兒童改變量越大。

過去的研究資料顯示兒童扁平足的盛行率會隨著年紀增加而減少<sup>3, 10-14, 55</sup>，但是這些研究均屬於橫斷面的研究，缺乏長期追蹤的數據來驗證。本研究以 CSI 指數的數值 > 62.70% 作為判斷扁平足的標準，

在開始基準值的結果顯示，判斷為有扁平足症狀的比例會隨著年紀增加而減少，由三歲的 68.2%減少至五歲的 37.8%，在經過一年的追蹤後也顯示相同結果，由原始年齡三歲的 45.3%減少至五歲的 32.8%，證實了在學齡前階段，兒童扁平足的盛行率確實會隨著年紀增加而減少，也證實了在學齡前 3 至 5 歲階段的兒童，平均年紀增加一歲時有扁平足症狀的比例約會減少 14%，年紀越小的兒童減少的比例越高。

因為兒童扁平足的盛行率會隨著年紀增加而減少，因此有些學者認為學齡前兒童出現扁平足症狀是正常的現象，此現象會隨著年紀增加而慢慢恢復正常<sup>16, 17</sup>。本研究將受試兒童在開始基準值及一年後追蹤時，以 CSI 指數判斷的結果分成（正常→正常）、（正常→扁平足）、（扁平足→正常）及（扁平足→扁平足）四種不同的狀況來探討扁平足症狀的變化。結果顯示有 18.9%的兒童，在開始基準值時被判斷為扁平足，但在經過一年追蹤後會被判斷為正常，證實了學齡前兒童扁平足症狀確實會隨著年紀增加而恢復正常，但隨著年紀增加，能恢復正常的兒童比例會減少，由原始年齡三歲的 26.6%減少至原始年齡五歲的 11.1%。

本研究的資料結果也顯示，有 4.9%的兒童在開始基準值時被判斷為正常，在經過一年的追蹤後會變成扁平足，而且隨著年紀增加，出現扁平足症狀的兒童比例會些微增加，由原始年齡三歲的 3.6%增加至原始年齡五歲的 6.1%，顯示著仍有部分的學齡前兒童，其扁平足症狀會隨著年紀增加而出現，也代表著部分的學齡前兒童可能會隨著年紀增加而慢慢發展成扁平足，這是過去的研究從未探討過的情形。

本研究進一步去探討不同嚴重程度的扁平足症狀在隨著年紀增加後所產生的變化，因此將開始基準值時以 CSI 指數判斷的結果為正常的兒童，以測得的 CSI 數值分為 Q1 至 Q4 四等分組，再將判斷結果為扁平足的兒童，以測得的 CSI 數值分為 Q5 至 Q8 四等分組。結果顯示在開始基準值時判斷結果為正常的兒童，若測得的 CSI 數值越大，則經過一年的追蹤後還是維持正常的比例會下降，由 Q1 的 96.5%減少至 Q4 的 77.1%；而且經過一年的追蹤後判斷結果會變為扁平足的比例會增加，由 Q1 的 3.5%增加至 Q4 的 22.9%。在開始基準值時判斷為扁平足的兒童，若測得的 CSI 數值越大，則經過一年的追蹤後還是維持扁平足的比例會增加，由 Q5 的 39.0%增加至 Q8 的 85.5%；而且經過一年的追蹤後判斷結果會變為正常的比例會減少，由 Q5 的 61.0%減少至 Q8 的 14.5%。結果證實了足部越正常的兒童變成扁平足的機率會越低，相對的，扁平足症狀越明顯的兒童恢復正常的機率也越低。

## 結論與建議

目前只有很少數針對學齡前兒童扁平足症狀的研究，可能是因為造成學齡前兒童扁平足症狀的比例有隨著年紀增加而減少的趨勢，也可能因為學齡前兒童出現扁平足症狀時，只有少數人會出現疼痛或不舒服，因此有些學者認為學齡前兒童出現扁平足症狀是正常的，會隨著年紀增加而慢慢恢復正常。但臨床發現，有許多學齡前兒童出現扁平足症狀並不會隨著年紀增加而恢復正常，直到青少年時期甚至成年後反而出現疼痛的情形，有鑑於學齡前時期為兒童足部發展最快速的時期，若可以早期確認問題，就可以儘早介入處理，基於此點，本研究針對學齡前兒童，完整的探討造成學齡前兒童扁平足的相關因素，以瞭解這些相關因素對學齡前兒童扁平足的影響，並且希望找出一個可以快速篩檢學齡前兒童扁平足的方法與標準。

本研究證實了年齡、性別、體重等級、關節過度鬆弛及跪坐習慣等因素對於造成學齡前兒童雙腳扁平的現象有明顯相關，年紀越小、男生、體重肥胖、有關節過度鬆弛及跪坐習慣的學齡前兒童容易增加雙腳扁平的風險，而出現單腳扁平的學齡前兒童與年齡及體重等級無關，但與性別、關節過度鬆弛及跪坐習慣等因素相關，猜測有部分的單腳扁平的學齡前兒童可能正處在自然恢復的時期，也可能是其他未知的因素造成，因此在判斷學齡前兒童扁平足時應當將單腳扁平的兒童與正常足及雙腳扁平的兒童分開看待，建議可先行觀察其變化再做介入處理。

另外本研究證實了足印分析方法適用於評估學齡前兒童的扁平足狀況，選出的三種足印方法在學齡前兒童扁平足的上均有相當高的測試敏感度與診斷分辨能力。三種足印分析方法尤以 CSI 指數所呈現的結果較佳，有高達 90%以上的預測準確性，可作為學齡前兒童扁平足之篩檢工具。

本研究也發現，足弓角度、CSI 指數及足弓指數三種方法在過去研究中的分級對於學齡前兒童扁平足的判斷並不適當，由本篇研究結果顯示，在學齡前兒童扁平足的判斷上，足弓角度 $<14.04^\circ$ ，CSI 指數的比值 $>62.70\%$ ，足弓指數的比值 $>107.42\%$ 可認定為具有扁平足症狀。



本研究針對學齡前兒童的足印所做的世代追蹤研究，證實了在學齡前3至5歲階段的兒童，其扁平足的盛行率確實會隨著年紀增加而減少，平均年紀增加一歲則有扁平足症狀的比例約會減少14%。也證實了學齡前兒童扁平足症狀確實會隨著年紀增加而恢復正常，但也顯示著仍有部分的學齡前兒童，其扁平足症狀會隨著年紀增加而出現。

進一步去探討不同嚴重程度的扁平足症狀在隨著年紀增加後所產生的變化，證實了在開始基準值時足部越正常的兒童會隨著年紀增加變成扁平足的機率會越低，相對的，在開始基準值時扁平足症狀越明顯的兒童會隨著年紀增加恢復正常的機率也越低。以上研究結果希望能提供給臨床工作者作為判斷學齡前兒童扁平足時的參考。

### 參考文獻

1. Magee DJ ZJ, Quillen WS, editors. Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation - Elsevier. 2008.
2. Fabry G. Clinical practice: the hip from birth to adolescence. *Eur J Pediatr*. 2010; 169(2):143-8.
3. 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.
4. Forriol F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle*. 1990; 11(2):101-4.
5. Volpon JB. Footprint analysis during the growth period. *J Pediatr Orthop*. 1994; 14(1):83-5.
6. Korovkin VS, Skiba VP, Kalenchits TI, Bunimovich VI. [Experience with detecting patients with aspecific bronchopulmonary diseases at tuberculosis dispensaries]. *Probl Tuberk*. 1988; (12):13-6.
7. Cohen-Sobel E, Giorgini R, Velez Z. Combined technique for surgical correction of pediatric severe flexible flatfoot. *J Foot Ankle Surg*. 1995; 34(2):183-94.
8. Lin CJ, Lai KA, Kuan TS, Chou YL. Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. *J Pediatr Orthop*. 2001; 21(3):378-82.
9. Barry RJ, Scranton PE, Jr. Flat feet in children. *Clin Orthop Relat Res*. 1983 ; (181):68-75.
10. Echarri JJ, Forriol F. The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *J Pediatr Orthop B*. 2003; 12(2):141-6.
11. Chen JP, Chung MJ, Wang MJ. Flatfoot prevalence and foot dimensions of 5- to 13-year-old children in Taiwan. *Foot Ankle Int*. 2009; 30(4):326-32.
12. Chang JH, Wang SH, Kuo CL, Shen HC, Hong YW, Lin LC. Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. *Eur J Pediatr*. 2010; 169:447-52
13. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics*. 2006; 118(2):634-9.
14. Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ. The feet of overweight and obese young children: are they flat or fat? *Obesity (Silver Spring)*. 2006; 14(11):1949-53.
15. Rose GK, Welton EA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. *J Bone Joint Surg Br*. 1985; 67(1):71-8.
16. Wenger DR, Mauldin D, Speck G, Morgan D, Lieber RL. Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children. *J Bone Joint Surg Am*. 1989; 71(6):800-10.
17. Staheli LT. Planovalgus foot deformity. Current status. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1999; 89(2):94-9.
18. Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ. Is the foot structure of preschool children moderated by gender? *J Pediatr Orthop*. 2008; 28(5):593-6.
19. Chang JH, Wang SH, Kuo CL, Shen HC, Hong YW, Lin LC. Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. *Eur J Pediatr*. 2010; 169(4):447-52.
20. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001; 25(6):845-52.
21. Villarroya MA, Esquivel JM, Tomas C, Moreno LA, Buenafe A, Bueno G. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *Eur J Pediatr*. 2009; 168(5):559-67.

22. Vougiouka O, Moustaki M, Tsanaktsi M. Benign hypermobility syndrome in Greek schoolchildren. *Eur J Pediatr.* 2000; 159(8):628.
23. Jessee EF, Owen DS, Jr., Sagar KB. The benign hypermobile joint syndrome. *Arthritis Rheum.* 1980; 23(9):1053-6.
24. Gedalia A, Person DA, Brewer EJ, Jr., Giannini EH. Hypermobility of the joints in juvenile episodic arthritis/arthralgia. *J Pediatr.* 1985; 107(6):873-6.
25. Engelbert RH, Uiterwaal CS, van de Putte E, Helders PJ, Sackers RJ, van Tintelen P, et al. Pediatric generalized joint hypomobility and musculoskeletal complaints: a new entity? Clinical, biochemical, and osseal characteristics. *Pediatrics.* 2004; 113(4):714-9.
26. Staheli LT, Giffin L. Corrective shoes for children: a survey of current practice. *Pediatrics.* 1980; 65(1):13-7.
27. Simpson MR. Benign joint hypermobility syndrome: evaluation, diagnosis, and management. *J Am Osteopath Assoc.* 2006; 106(9):531-6.
28. Altinel L, Kose KC, Aksoy Y, Isik C, Ergan V, Ozdemir A. [Hip rotation degrees, intoeing problem, and sitting habits in nursery school children: an analysis of 1,134 cases]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2007; 41(3):190-4.
29. Akcali O, Tiner M, Ozaksoy D. Effects of lower extremity rotation on prognosis of flexible flatfoot in children. *Foot Ankle Int.* 2000; 21(9):772-4.
30. Rao UB, Joseph B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2300 children. *J Bone Joint Surg Br.* 1992; 74(4):525-7.
31. Cobey JC, Sella E. Standardizing methods of measurement of foot shape by including the effects of subtalar rotation. *Foot Ankle.* 1981; 2(1):30-6.
32. Henning EM, and Cavanagh, P.R. Ultrasonic quantification of the arch of the weight-bearing foot. . In *Biomechanics IX-B.* 1985:211-6.
33. Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech.* 1987; 20(5):547-51.
34. Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle.* 1992; 13(1):22-6.
35. Irwin LW. A study of the tendency of school children to develop flat-footedness. *Res Q.* 1937; 8:46-53.
36. Clarke HH. An objective method of measuring the height of the longitudinal arch in foot examinations. *Res Q.* 1933; 4:99-107.
37. Garcia-Rodriguez A, Martin-Jimenez F, Carnero-Varo M, Gomez Gracia E, Gomez-Aracena J, Fernandez-Crehuet J. Flexible flat feet in children: a real problem? *Pediatrics.* 1999; 103(6):e84.
38. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995; 76(1):45-9.
39. Kanatli U, Yetkin H, Cila E. Footprint and radiographic analysis of the feet. *J Pediatr Orthop.* 2001; 21(2):225-8.
40. Schwartz GK, Welton, E.A. *Studies in physical development and posture (Rep. n179) US Public Health Bull, US Government Printing Office, Washington DC.* 1928.
41. Jaworski JM, and Puch, E.A. Morphology of overweighted children foot. *Versammlung der Anatomischen Gesellschaft, Leipzig.* 1987; 89.
42. Akobeng AK. Understanding diagnostic tests 2: likelihood ratios, pre- and post-test probabilities and their use in clinical practice. *Acta Paediatr.* 2007; 96(4):487-91.
43. Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests 2: Predictive values. *BMJ.* 1994; 309(6947):102.
44. Sackett DL HR, Guyatt GH, Tugwell P., editor. *Clinical epidemiology, a basic science for clinical medicine.* 2nd ed.: Boston: Little Brown; 1991.
45. Ebell M. *Evidence-based diagnosis: a handbook of clinical prediction rules.* Berlin, New York, Vienna: Springer. 2001.
46. Lusted LB. Signal detectability and medical decision-making. *Science.* 1971; 171(977):1217-9.
47. Fischer JE, Bachmann LM, Jaeschke R. A readers' guide to the interpretation of diagnostic test properties: clinical example of sepsis. *Intensive Care Med.* 2003; 29(7):1043-51.
48. Akobeng AK. Understanding diagnostic tests 3: Receiver operating characteristic curves. *Acta Paediatr.* 2007; 96(5):644-7.

49. Fluss R, Faraggi D, Reiser B. Estimation of the Youden Index and its associated cutoff point. *Biom J.* 2005; 47(4):458-72.
50. Fagan TJ. Letter: Nomogram for Bayes theorem. *N Engl J Med.* 1975; 293(5):257.
51. Shores M. Footprint analysis in gait documentation. An instructional sheet format. *Phys Ther.* 1980; 60(9):1163-7.
52. Onodera AN, Sacco IC, Morioka EH, Souza PS, de Sa MR, Amadio AC. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? *Foot (Edinb).* 2008; 18(3):142-9.
53. Queen RM, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA, 2nd. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. *Foot Ankle Int.* 2007; 28(4):456-62.
54. Deeks JJ, Altman DG. Diagnostic tests 4: likelihood ratios. *BMJ.* 2004; 329(7458):168-9.
55. Chen KC, Yeh CJ, Kuo JF, Hsieh CL, Yang SF, Wang CH. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr.* 2011; 170(5):611-7.
56. Langlotz, C. P. Fundamental measures of diagnostic examination performance: usefulness for clinical decision making and research. *Radiology* 2003; 228(1): 3-9.
57. Wu KK, editor. *Foot Orthoses: principles and clinical applications*; 1990.

表一 三種足印判斷方法在判斷扁平足的分級與標準

	高弓足	正常	輕度扁平足	中度扁平足	重度扁平足
足弓角度(度)	NA	大於 42	35 至 42	30 至 34.9	0 至 29.9
CSI 指數(%)	NA	0.1 至 29.9	30 至 39.9	40 至 44.9	大於 45
足弓指數(%)	0 至 29	30 至 59	60 至 89	60 至 89	大於 90

表二 受試者基本資料 (總人數：1598 人)

	平均值±標準差	範圍
年齡 (歲)	5.0 ± 0.9	3 - 6.8
身高 (公分)	109.0 ± 7.5	87.0 - 132.0
體重 (公斤)	19.3 ± 3.9	11.0 - 49.0
身體質量指數	16.2 ± 2.0	10 - 28.1
貝頓分數	2.7 ± 2.0	0 - 9
足弓角度 (度)	17.0 ± 8.8	0 - 53.7
CSI 指數 (百分比)	60.5 ± 12.3	13.8 - 117.7
足弓指數 (百分比)	104.9 ± 20.2	26.1 - 184.0

表三 依受試者的性別的區分比較 (總人數：1598 人)

	男生 (833 人)	女生 (765 人)	t 值	p 值
年齡 (月)	60.4 ± 10.7	60.2 ± 10.7	0.35	0.72
身高 (公分)	109.6 ± 7.5	108.3 ± 7.5	4.82	<0.001
體重 (公斤)	19.7 ± 3.9	19.0 ± 3.8	4.99	<0.001
身體質量指數	16.3 ± 2.0	16.1 ± 2.0	2.79	0.005
貝頓分數	2.3 ± 1.8	3.0 ± 2.1	-10.13	<0.001
足弓角度 (度)	15.6 ± 8.2	18.6 ± 9.2	-9.85	<0.001
CSI 指數 (百分比)	62.3 ± 11.9	58.5 ± 12.5	8.71	<0.001
足弓指數 (百分比)	107.9 ± 19.4	101.7 ± 20.6	8.78	<0.001

附註：數值以平均值 ± 標準差表示

表四 將受測者以臨床症狀判斷方法分成三組的比較

	正常組 (733, 45.9%)	單腳扁平組 (n = 266, 16.6%)	雙腳扁平組 (n = 599, 37.5%)	p 值
年齡 (歲)	5.2 ± 0.9	5.1 ± 0.8	4.8 ± 0.9	<0.001 <sup>abc</sup>
身高 (公分)	110.5 ± 7.2	109.2 ± 7.2	107.0 ± 7.7	<0.001 <sup>abc</sup>
3 歲 (254 人)	100.0 ± 4.4	99.4 ± 4.1	99.0 ± 5.1	0.095
4 歲 (509 人)	107.0 ± 4.9	106.2 ± 4.6	105.6 ± 5.5	0.001 <sup>b</sup>
5 歲 (635 人)	112.6 ± 5.4	112.2 ± 5.2	111.9 ± 4.8	0.091
6 歲 (200 人)	117.7 ± 5.4	116.7 ± 6.2	118.3 ± 5.6	0.127
體重 (公斤)	19.6 ± 3.7	19.2 ± 4.0	19.0 ± 4.0	0.023 <sup>c</sup>
3 歲 (254 人)	15.7 ± 2.1	15.8 ± 1.8	16.1 ± 2.5	0.126
4 歲 (509 人)	18.3 ± 2.6	17.6 ± 2.4	18.5 ± 3.6	0.004 <sup>ac</sup>
5 歲 (635 人)	20.3 ± 3.3	20.3 ± 3.8	20.8 ± 3.4	0.084
6 歲 (200 人)	22.5 ± 4.1	23.0 ± 4.6	23.5 ± 4.3	0.166
身體質量指數	16.0 ± 1.9	16.0 ± 2.0	16.5 ± 2.1	<0.001 <sup>bc</sup>
3 歲 (254 人)	15.6 ± 1.6	15.9 ± 1.4	16.4 ± 1.9	<0.001 <sup>b</sup>
4 歲 (509 人)	15.9 ± 1.7	15.5 ± 1.5	16.5 ± 2.3	<0.001 <sup>bc</sup>
5 歲 (635 人)	16.0 ± 1.9	16.0 ± 2.2	16.5 ± 1.9	<0.001 <sup>b</sup>
6 歲 (200 人)	16.2 ± 2.4	16.8 ± 2.4	16.7 ± 2.0	0.071
貝頓分數	2.4 ± 1.9	2.7 ± 2.0	3.0 ± 2.0	<0.001 <sup>abc</sup>
3 歲 (254 人)	2.8 ± 2.0	3.0 ± 2.5	3.4 ± 2.1	0.014 <sup>b</sup>
4 歲 (509 人)	2.7 ± 2.0	2.7 ± 1.8	3.1 ± 2.1	0.007 <sup>b</sup>
5 歲 (635 人)	2.3 ± 1.8	2.7 ± 2.1	2.8 ± 1.9	<0.001 <sup>ab</sup>
6 歲 (200 人)	1.8 ± 1.6	2.2 ± 2.0	2.0 ± 1.6	0.142

附註：1. 數值以平均值 ± 標準差表示

2. a：正常組 vs. 單腳扁平組; b：正常組 vs. 雙腳扁平組; c：單腳扁平組 vs. 雙腳扁平組

表五 相關因素在三組間的分佈與比較

	正常組 (n = 733, 45.9%)	單腳扁平組 (n = 266, 16.6%)	雙腳扁平組 (n = 599, 37.5%)	p 值
年齡／歲				< 0.001
三歲 (254 人)	79 (31.1%)	36 (14.2%)	139 (54.7%)	
四歲 (509 人)	204 (40.1%)	84 (16.5%)	221 (43.4%)	
五歲 (635 人)	327 (51.5%)	111 (17.5%)	197 (31.0%)	
六歲 (200 人)	123 (61.5%)	35 (17.5%)	42 (21.0%)	
性別				< 0.001
男生 (833 人)	329 (39.5%)	139 (16.7%)	365 (43.8%)	
女生 (765 人)	404 (52.8%)	127 (16.6%)	234 (30.6%)	
體重等級				0.001
肥胖 (120 人)	45 (37.5%)	22 (18.3%)	53 (44.2%)	
過重 (220 人)	90 (40.9%)	29 (13.2%)	101 (45.9%)	
正常 (1061 人)	494 (46.6%)	180 (17.0%)	387 (36.5%)	
過輕 (197 人)	104 (52.8%)	35 (17.8%)	58 (29.4%)	
關節過度鬆弛				< 0.001
有 (475 人)	170 (35.8%)	83 (17.5%)	222 (46.7%)	
無 (1123 人)	563 (50.1%)	183 (16.3%)	377 (33.6%)	
跪坐習慣				0.001
有 (277 人)	101 (36.5%)	62 (22.4%)	114 (41.2%)	
無 (1321 人)	632 (47.8%)	204 (15.4%)	485 (36.7%)	

附註：數值以人數（百分比）呈現

表六 學齡前兒童扁平足相關因素之多重羅吉斯迴歸模型 (以正常組為對照組)

相關因素	單腳扁平組		雙腳扁平組	
	修正勝算比 (95%信賴區間)	p 值	修正勝算比 (95%信賴區間)	p 值
性別				
男生	1.46 (1.09-1.95)	0.01	2.35 (1.86-2.98)	< 0.001
女生	1.00		1.00	
年齡				
三歲	1.45 (0.83-2.53)	0.19	4.92 (3.09-7.83)	< 0.001
四歲	1.37 (0.87-2.18)	0.18	3.16 (2.09-4.77)	< 0.001
五歲	1.14 (0.73-1.76)	0.57	1.69 (1.13-2.53)	0.01
六歲	1.00		1.00	
體重等級				
肥胖	1.39 (0.80-2.41)	0.24	1.90 (1.22-2.95)	0.005
過重	0.96 (0.61-1.52)	0.86	1.77 (1.27-2.47)	0.001
正常	1.00		1.00	
過輕	0.82 (0.53-1.26)	0.37	0.52 (0.35-0.75)	0.001
關節過度鬆弛				
有	1.58 (1.14-2.19)	0.006	2.21 (1.70-2.87)	< 0.001
無	1.00		1.00	
跪坐習慣				
有	1.85 (1.29-2.64)	0.001	1.37 (1.01-1.87)	0.047
無	1.00		1.00	

表七 臨床判斷結果在不同年齡層的比較

年齡／歲 (足印數)	有扁平足症狀者
三歲 (508 個)	314 (61.8%)
四歲 (1018 個)	526 (51.7%)
五歲 (1270 個)	505 (39.8%)
六歲 (400 個)	119 (29.8%)

附註：數值以足印數 (百分比) 呈現

表八 三種足印判斷方法的數值在不同年齡層的比較

總足印數：3196 個	足弓角度 (度)	CSI 指數 (百分比)	足弓指數 (百分比)
年齡/歲 (足印)			
三歲 (508 個)	14.4 ± 7.7	64.3 ± 11.3	110.0 ± 17.6
四歲 (1018 個)	16.5 ± 8.5	60.6 ± 11.7	105.2 ± 19.4
五歲 (1270 個)	17.6 ± 8.9	58.6 ± 11.8	103.2 ± 20.8
六歲 (400 個)	18.8 ± 9.5	57.3 ± 12.4	101.3 ± 21.5

附註：數值以平均值 ± 標準差表示，各個年齡層中的 p 值均小於 0.001

表九 三種足印判斷方法以接受者操作特徵曲線下得出最適合的截斷點下的各種檢測數值

	足弓角度	CSI 指數	足弓指數
最適合的截斷點	14.04°	62.70%	107.42%
截斷點下的敏感度	0.86	0.88	0.89
截斷點下的特異度	0.79	0.88	0.81
尤登指數	0.65	0.76	0.70
接受者操作特徵曲線下的面積(95%信賴區間)	0.91 (0.90-0.92)	0.95 (0.95-0.96)	0.92 (0.91-0.93)
陽性預測值(PV+)	0.84	0.91	0.85
陰性預測值(PV-)	0.82	0.85	0.85
陽性概似比(LR+)	4.09	7.52	4.61
陰性概似比(LR-)	0.18	0.14	0.13
事前機率	55.99%	55.99%	55.99%
事後機率(LR+)	83.89%	90.54%	85.43%
事後機率(LR-)	18.34%	15.15%	14.52%

表十 開始基準值與一年追蹤後的基本資料比較 (總人數：580 人)

	開始基準值	一年後追蹤	p 值
年齡 (歲)	4.5 ± 0.6	5.4 ± 0.7	<0.001
身高 (公分)	105.4 ± 6.4	112.3 ± 6.6	<0.001
體重 (公斤)	18.1 ± 3.2	20.5 ± 4.0	<0.001
身體質量指數	16.2 ± 1.9	16.2 ± 2.2	0.748
貝頓分數	2.6 ± 2.0	2.2 ± 1.8	<0.001
CSI 指數 (百分比)	61.6 ± 12.5	56.5 ± 13.0	<0.001

附註：數值以平均值±標準差呈現，p 值<0.05 表示具有統計上的意義。



表十一 CSI 指數的數值在不同年齡層的比較（一年追蹤）

	原始年齡（足印）			總足印數
	三歲（274 個）	四歲（624 個）	五歲（262 個）	（1160 個）
CSI 指數／開始(%)	66.3 ± 12.3	60.8 ± 12.5	58.7 ± 11.3	61.6 ± 12.5
CSI 指數／追蹤(%)	59.3 ± 12.9	55.7 ± 13.3	55.3 ± 12.1	56.5 ± 13.0

附註：數值以平均值±標準差呈現，各年齡層之間的比較，p 值均<0.001，具有統計上的意義。

表十二 CSI 指數判斷的結果在不同年齡層的比較（一年追蹤）

	原始年齡（足印數）			總足印數
	三歲（274 個）	四歲（624 個）	五歲（262 個）	（1160 個）
扁平足／開始	187 (68.2%)	296 (47.4%)	99 (37.8%)	582 (50.2%)
扁平足／追蹤	124 (45.3%)	210 (33.7%)	86 (32.8%)	420 (36.2%)

附註：數值以足印數（百分比）呈現

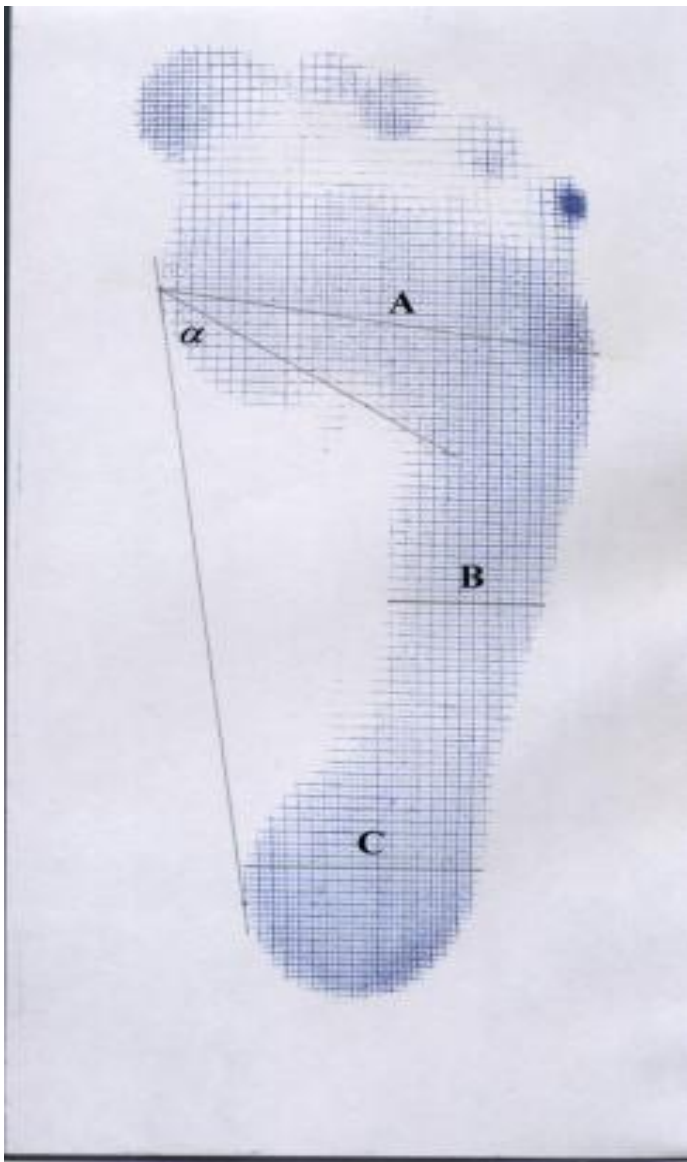
表十三 以 CSI 指數判斷的結果在各年齡層的變化（一年追蹤）

判斷結果	原始年齡（足印數）			總足印數
	三歲（274 個）	四歲（624 個）	五歲（262 個）	（1160 個）
開始基準值→一年後				
正常 → 正常	77 (28.1%)	297 (47.6%)	147 (56.1%)	521 (44.9%)
正常 → 扁平足	10 (3.6%)	31 (5.0%)	16 (6.1%)	57 (4.9%)
扁平足 → 正常	73 (26.6%)	117 (18.8%)	29 (11.1%)	219 (18.9%)
扁平足 → 扁平足	114 (41.6%)	179 (28.7%)	70 (26.7%)	363 (31.3%)

附註：數值以足印數（百分比）呈現

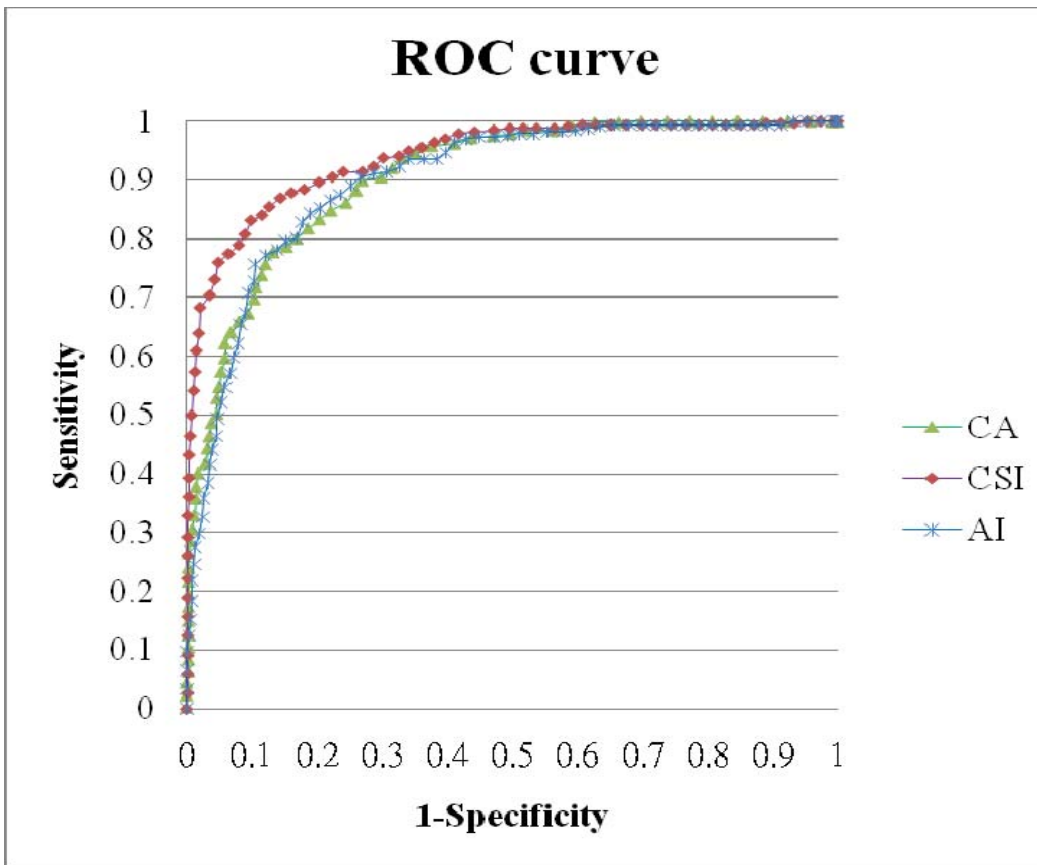
表十四 將開始基準值判斷為正常與扁平足的兒童以 CSI 數值各分成四等分組在一年後其判斷結果的變化

分組 (CSI 數值) 足印數	判斷結果 (開始基準值→一年後)			
	正常→正常	正常→扁平足	扁平足→正常	扁平足→扁平足
Q1 (20.5%-45.8%) N=144	139 (96.5%)	5 (3.5%)		
Q2 (45.9%-52.9%) N=145	140 (96.6%)	5 (3.4%)		
Q3 (53.0%-58.5%) N=145	131 (90.3%)	14 (9.7%)		
Q4 (58.6%-62.7%) N=144	111 (77.1%)	33 (22.9%)		
Q5 (62.8%-67.0%) N=146			89 (61.0%)	57 (39.0%)
Q6 (67.1%-70.7%) N=145			72 (49.7%)	73 (50.3%)
Q7 (70.8%-75.3%) N=146			37 (25.3%)	109 (74.7%)
Q8 (75.4%-117.7%) N=145			21 (14.5%)	124 (85.5%)
總足印數=1160 個	521	57	219	363

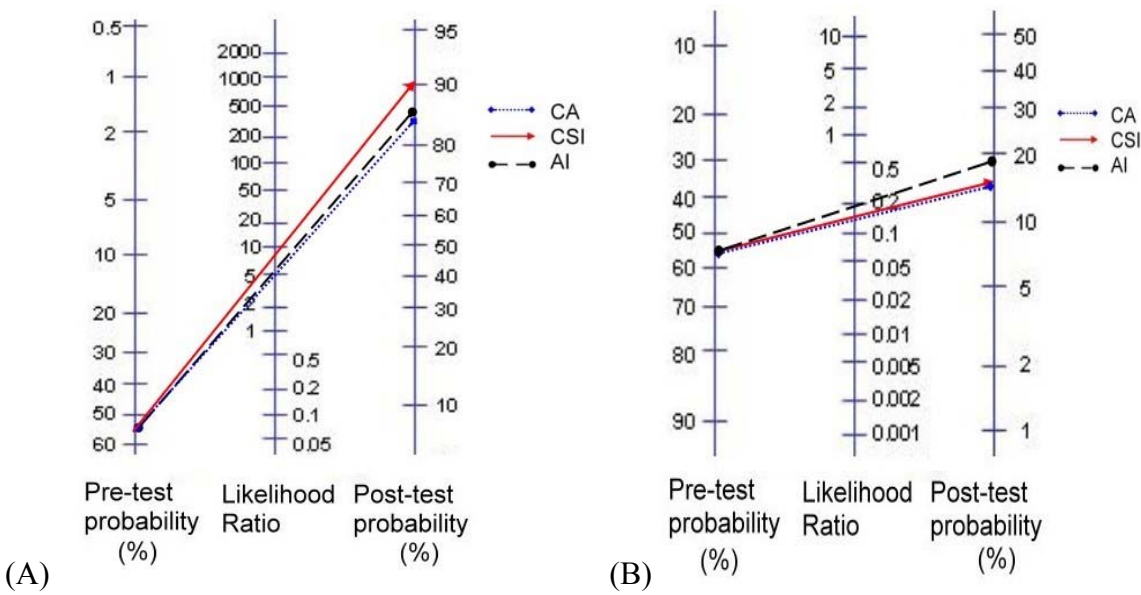


圖一 足印判斷方法

- (1) 足弓角度 (度) =  $\alpha$
- (2) CSI 指數 =  $B/A \times 100\%$
- (3) 足弓指數 =  $B/C \times 100\%$



圖二 三種足印判斷方法的接受者操作特徵曲線(ROC curve)比較  
 附註：CA：足弓角度 Clarke's angle；CSI：CSI 指數；AI：足弓指數



圖三 三種足印判斷方法得出的列線圖  
 (A) 陽性概似比的結果 (B) 陰性概似比的結果  
 附註：CA：足弓角度 Clarke's angle；CSI：CSI 指數；AI：足弓指數

# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2013/08/01

國科會補助計畫	計畫名稱: 學齡前兒童扁平足篩檢與危險因子探討: 世代研究
	計畫主持人: 王淳厚
	計畫編號: 99-2314-B-040-004-MY3      學門領域: 復健科
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：王淳厚		計畫編號：99-2314-B-040-004-MY3					
計畫名稱：學齡前兒童扁平足篩檢與危險因子探討：世代研究							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	2	1	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	1	1	100%		
國外	論文著作	期刊論文	1	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	2	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	1	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

## 1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

## 2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

## 3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

扁平足是學齡前兒童常見的足部問題之一，指的是內側縱向足弓高度較低或消失的現象。嬰兒出生時的腳通常都是扁平的，之後隨著年紀增加足弓會慢慢發展出來，而學齡前階段正是內側縱向足弓的主要發展時期。兒童扁平足症狀容易造成成年後步態不良的問題，有研究指出，早期治療扁平足症狀可以避免日後出現舟狀骨突出(prominent navicular)或趾關節腫脹(bunion)的情形發生，因此瞭解兒童扁平足的變化情形是有其必要性的。

目前對於學齡前兒童扁平足的研究並不多，過去研究指出，學齡前兒童扁平足症狀可能與年紀、性別、體重及韌帶鬆弛度等因素有關。Pfeiffer et al. 針對 835 位學齡前兒童所做的研究指出，學齡前兒童的扁平足盛行率約為 44%，並且會隨著年紀增加而減少，許多研究也都得到相似的結果，但這些研究均屬於橫斷面的研究，對於兒童扁平足仍缺乏長期臨床追蹤的直接證據來驗證。

臨床上以踩油墨足印來測量及判斷扁平足的方法已被證實具有相當高的信度，過去研究也證實了足印方法適合用來篩檢學齡前兒童扁平足，並且指出 Chippaux-Smirak index (CSI) 為最適合用來評估學齡前兒童內側縱向足弓的足印方法，研究發現在判斷學齡前兒童上有高達 90%的預測準確度，因此可做為判斷是否為扁平足的篩檢工具。

本篇研究的主要目的為藉著追蹤學齡前兒童的足印變化來探討其扁平足變化情形，合併探討影響學齡前兒童扁平足的相關因素之變化，以提供直接證據給臨床工作者作為參考。