



技術開發

提升膝關節退化病患 X 光攝影效率之輔具設計

吳宛霖^{1,2} 葉偉成¹ 夏邦凱¹ *林清壽²

¹衛生福利部南投醫院 放射科

²南開科技大學 福祉科技與服務管理系

摘要

退化性膝關節炎是中老年族群常見的疾病，好發率位居全身退化性關節炎第二位，為了得到更精準的診斷，大都進行常規 X 光攝影檢查。然而，隨著病患年齡越大，除了行動變遲緩外，也常伴隨著聽力受損或溝通能力下降，導致病患執行 X 光攝影時擺位的困難度，因此，本研究目的在研發簡易輔具以解決高齡病患最常遇到的「膝部」攝影擺位困境，提升 X 光攝影效率。本研究收集 40 位臨床疑似罹患膝關節退化之患者，分成控制組與實驗組，控制組為原本站立式攝影方式，實驗組則使用輔具設備輔助檢查，比較兩種攝影法在受檢時間的差異與對輔具使用滿意度分析。並採用成對樣本 t 檢定分析其差異性，研究結果顯示，實驗組檢查時間比控制組平均值快了 86 秒，顯示輔具使用可有效縮減對高齡患者的溝通時間，且實驗組與控制組的檢查時間差異具有顯著水準($p=0.000^{***}<0.05$)，在輔具使用滿意度方面，構面平均數為 4.54，整體而言，受試者對於輔具的使用滿意度是抱持「滿意」以上的認同態度，本輔具可提供各醫院提升退化性關節炎 X 光攝影效率的參考。

關鍵詞：退化性關節炎、膝關節攝影、擺位困難

1. 緒論

1.1 研究背景與動機

退化性膝關節炎(Knee Osteoarthritis, Knee OA)是中老年族群常見的疾病，好發率位居全身退化性關節炎的第二位，僅次於手部退化性關節炎的發生機率(Cooper et al., 2000)。隨著年齡逐漸增長，身體關節將因磨損、退化而不勝負荷，日常生活行動能力也受到越大的限制。而退化性關節炎是一種緩慢且逐漸累積病情的疾病，與年齡、肥胖、性別、活動等有關，國人常見於膝關節疾病，常規的 X 光檢查可以快速診斷出病情結果並得到相應的治療。從 X 光片呈現影像可以看到的變化有：內側關節面開始狹窄、硬骨輕微變白、軟骨受到磨損，有時甚至可以看見囊狀形成，關節邊緣出現骨刺等現象。除了內側股骨脛骨關節面的變化外，臏骨股骨關節面亦常見類似之退化性變化。除 X

光攝影檢查外，最好能附加膝部的力學分析，也就是說讓患者（單腳）站立，做整個下肢的 X 光檢查，也就是所謂的站立式膝關節攝影方式：其中股骨頭部中心點與膝關節中點連成一線，加上膝關節中點與踝關節中點連成一線，兩線之交角正常應該是向外五度左右；如果角度變成向內，即表示膝內翻變型；角度愈大，則表示退化性關節炎愈厲害，這種判定方式是最簡便且無侵入性對人體傷害最小的檢查（黃蕙茶等人，2007）。

退化性膝關節炎是一種必然現象，而病發進展只因個人生活習慣及使用方式而導致早晚的問題。在現代醫療技術下，這是可以完全治癒；透過早期診斷早期治療才能讓生活的品質有保障。而醫療人員就是做好第一線把關，提升 X 光的影像品質和檢查效率，達到臨床診斷的價值。

1.2 一般 X 光機與攝影條件

本次研究使用診斷型 X 光機 SHIMADZU UD150L-40E 和 CANON DR (Digital Radiography) 影像讀取系統。攝影條件：56~68kvp、6.5~7.1mAs，開啟自動曝光控制，SSD 為 100 公分，包含正面照射角度內轉 0~-5 度和側面照射角度外轉約 95~97 度。

X 光攝影擺位技術

前後投射(A-P view, Anterior to Posterior View)：病人以站立姿，雙腳朝向正前方，使身體體重平均落於雙腳上。光射源距離片匣 100 公分，中心射束於病人髕骨下方 2 公分處射入，並對齊片夾匣正中央（圖 1）。股骨脛骨關節腔(Femorotibial Joint Space)應呈現張開狀，脛骨上端的關節小面(Articular Facet)只有些微顯現。藉由股骨髁(Femoral Condyle)、脛骨髁(Tibial Condyle)及關節腔的對稱形態，就可判斷膝關節沒有旋轉。幾乎腓骨頭部的內 1/2 都會與脛骨重疊。

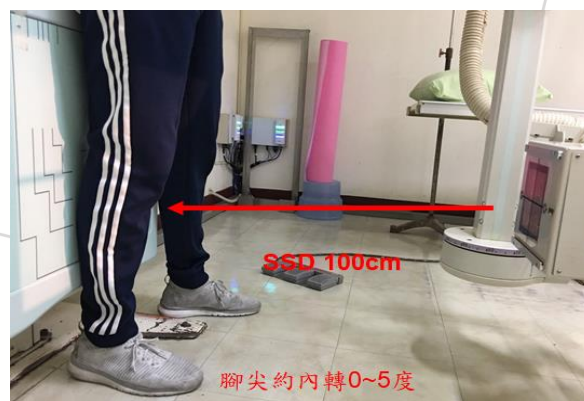


圖 1. A-P View (示意圖)

側位投射(Lateral View)：病人調整身體及旋轉受檢的腿部並向外旋轉約 95~97 度，膝部微曲 15~20 度。光射源距離片匣 100 公分，照射中心射束於病人內髁下方 2 公分處，向頭打 5~7 度射入，並對齊片夾匣正中央（圖 2）。一般膝部正側位影像看到股骨內外髁(Femoral Medial and Lateral

Condyles)應該要重疊在一起，膝蓋骨(Patella)與關節腔分離沒有重疊和約一半腓骨(Fibula)與脛骨(Tibia)重疊等 (李文杰等人，2010)。



圖 2. Lateral View (示意圖)

光學特性

光射源照射物體後於影像產生器上，其投影之影像與與原物體產生放大的失真情形，此現象稱為投影幾何放大效應。影響的因素為光源至影像產生器之距離 SID (Source to Image Plate Distance)；及物體至影像產生器之距離 OID (Object to Image Plate Distance) (圖 3)。

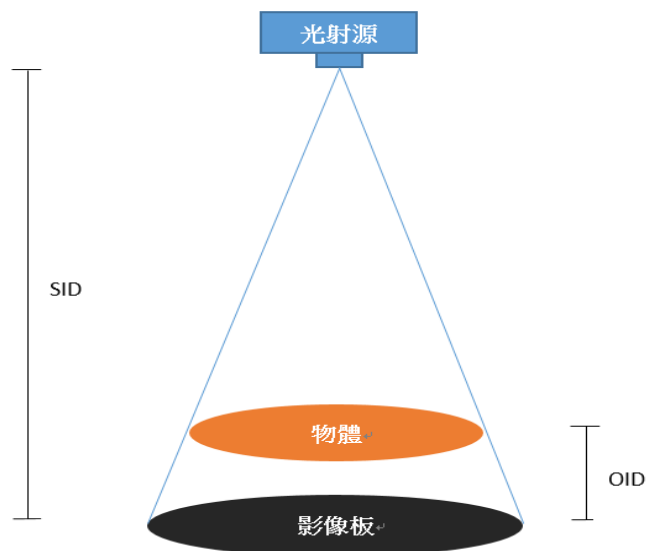


圖 3. 光學特性

幾何放大效應

患者拍攝膝部 X 光時，若以正側面站立射束由膝蓋內部（內髌）射入，膝蓋外部（外髌）射出。其內髌因距離光源較近，與影像板相距較遠，導致影像有放大之情況發生 (圖 4)。綠線顯示為內髌之投影位置；紅線為外髌之投影位置，以至於 X 光成像上有錯位的發生 (圖 5)，會造成醫生判讀部位受周圍組織的遮蔽或因角度錯誤無法將病灶完整呈現。

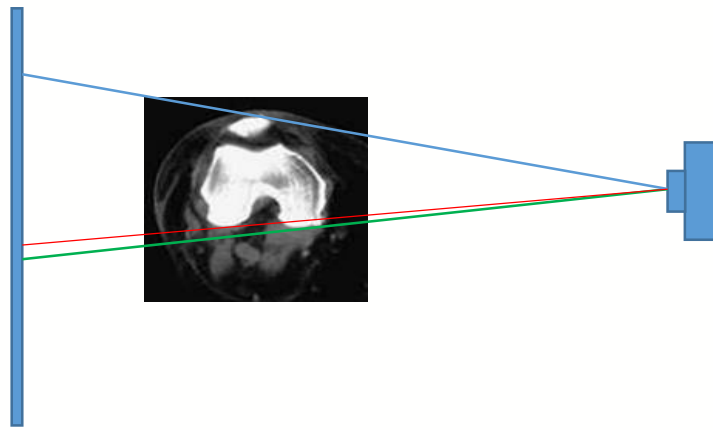


圖 4. 幾何放大圖解



圖 5. 幾何放大實際圖

然而，經過放射師調整位置，將膝蓋略為向外旋轉 5~7 度（圖 6）便能使內髌、外髌之投影落於同一位置上使影像上有完美的重疊（圖 7）。

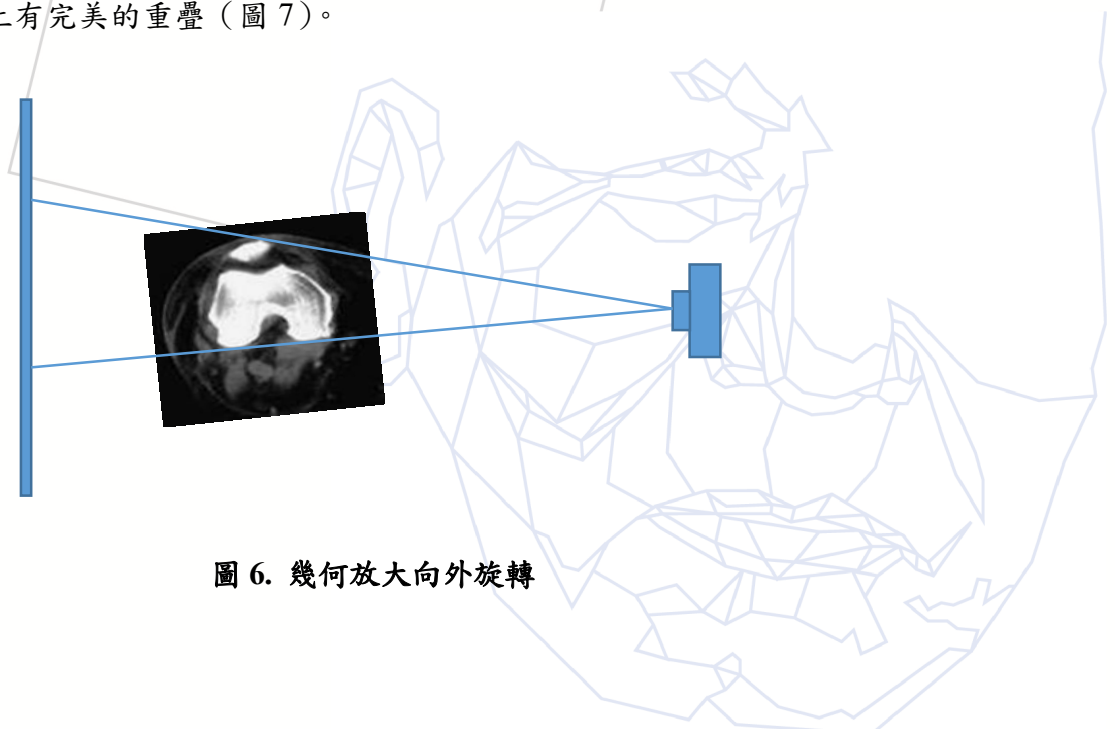


圖 6. 幾何放大向外旋轉



圖 7. 幾何放大向外旋轉實際圖

1.3 研究目的

本研究目的在研發簡易輔助工具(可明確指出攝影角度及擺放位置,減少檢查中因語意不清造成的口述問題,進而提升檢查效率)以解決最常遇到的膝部攝影擺位困境,改善以下問題:

- (1) 因年齡增長、聽力受損或溝通能力降低等,導致執行 X 光攝影擺放位置和調整角度的困難度及降低無形中因大聲講解產生態度不佳的醫療糾紛;
- (2) 降低因多次調整擺位角度所產生不適感,及避免重覆調整擺位而疏忽患者因重心不穩所產生跌倒風險;
- (3) 減少因姿勢配合不良、照射角度偏差而造成重複拍攝增加輻射劑量吸收;
- (4) 減少因協助病患搬運及攙扶移動而產生醫療人員職業傷害;
- (5) 提升影像角度正確性,進而提升攝影品質及改善檢查流程。

1.4 研究範圍與對象

保障病患權益,於 2019 年 10 月,經衛生福利部草屯療養院人體試驗委員會(Institutional Review Board)核准下同意書,核准文件 IRB 編號:108036,自 2020 年 1 月至 2020 年 3 月期間,於本院執行雙腳站立式膝關節 X 光檢查 50 歲(含)以上,臨床疑似罹患膝關節退化之病患為研究對象,採用立意取樣方式,招募 40 位病患(分為控制組 20 人及實驗組 20 人),做輔具之滿意度測試及受試者檢查數據蒐集。

2. 研究方法

2.1 輔具設計流程

全程實驗架構如圖 8 所示，本研究採用問卷統計和實驗觀察法，受試者測試完後填寫問卷；並在實驗過程中做受試者的行為和反應之觀察。架構分成四個階段，第一階段為設計研究，做使用者面臨的問題及需求確認，並做立意取樣訪談了解檢查過程受試者所面臨的困難點，套用在第二階段改善的概念設計上，將觀察及調查出的問題進行分析整合，然後進行設計並擬定計畫、模型繪製與打樣，申請人體試驗計畫通過後，在第三階段實施概念設計的測試，並分析實驗結果及受試者意見、問卷進行驗證，提出研究上修改建議，最後第四階段申請專利與技術轉移。

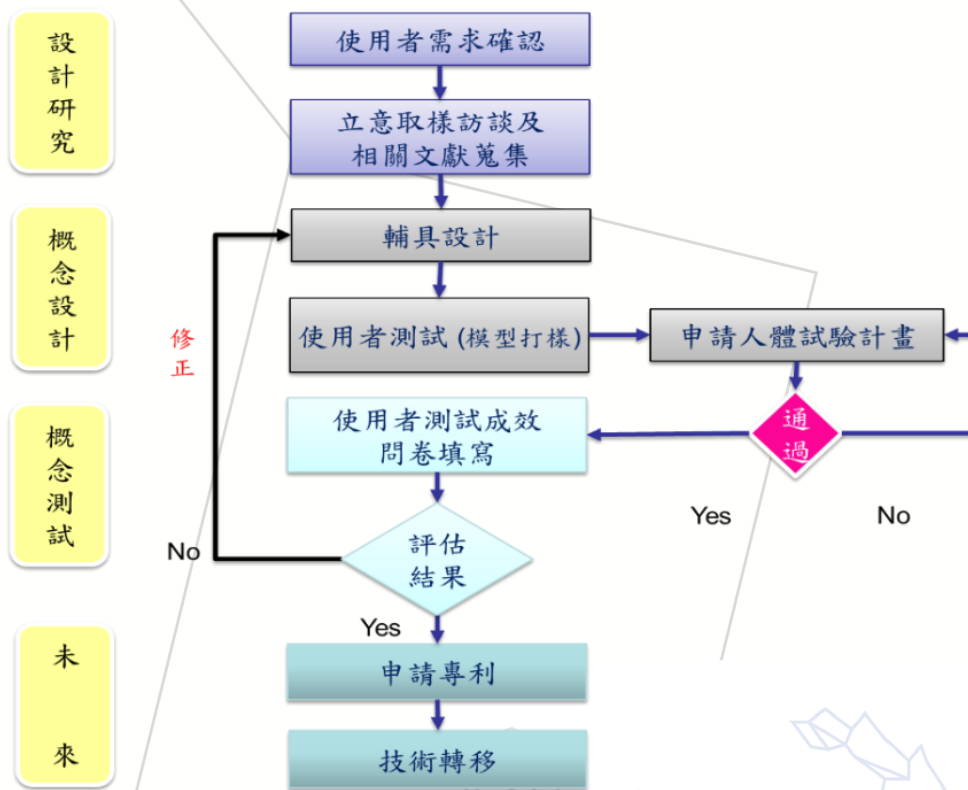


圖 8. 輔具設計流程架構

2.2 輔具設計

從過去多年執行退化性關節炎患者膝關節攝影檢查過程經驗中，所遇到的困境衍生出設計輔具的動機，主要包含兩大因素：(1)高齡病患因隨著年齡增加關節退化造成行動不便，亦常伴隨著聽力受損或溝通能力下降，檢查角度又需調整，以至於耗費過長時間，而不見得達到完美影像，或因大聲溝通易產生醫療糾紛；(2)側位像照射時高齡病患以單腳站姿幫助其調整角度困難也容易造成重心不穩，或姿勢轉變時有跌倒之風險，如改成臥式攝影方式部分患者需協助搬移至檢查床，不但會增加肌肉骨骼的負荷受力也使醫生判定是否有退化性膝關節炎的準確度降低。

藉此，於本實驗設計膝關節攝影輔具，以達成與病患良好的溝通，並得到較佳之影像品質。最重要因攝影時放射師須於控制室內執行操作，期望單獨留於攝影室的病患能有良好的安全設計支持。

本研究中所使用的膝關節輔具結構圖，主要組成分為三部分：平面底座（圖 9）、嵌入式附件（圖 10）、旋轉之軸心（圖 11）及各輔具實際應用擺放示意圖（圖 12）。

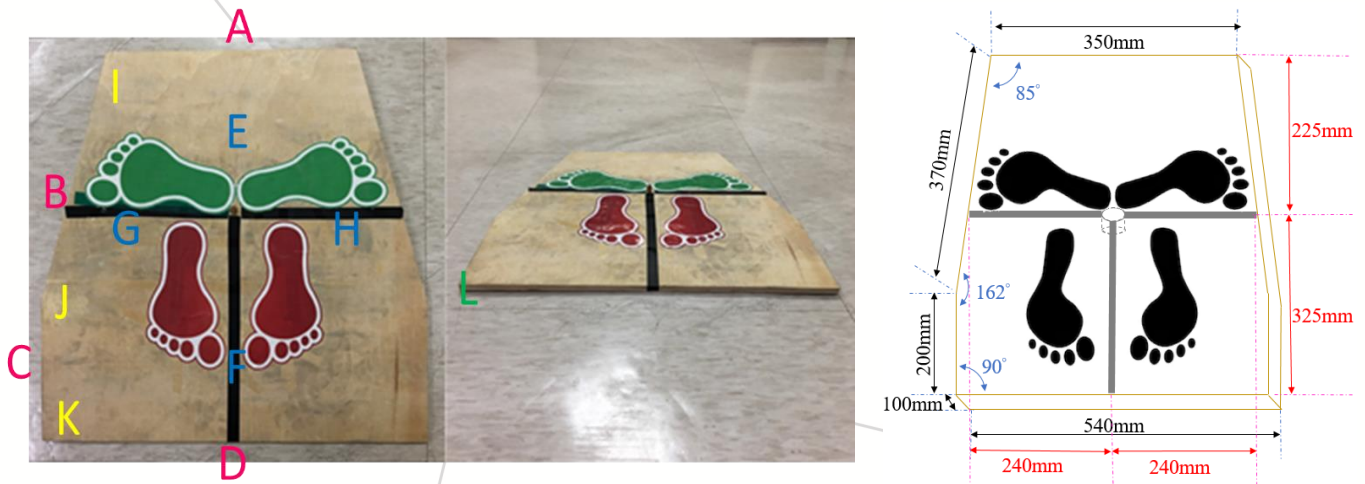


圖 9. 平面底座結構圖（輔具一）

左為上面觀，右為正面觀

周圍邊長 A：350mm、B：370mm、C：200mm、D：540mm、高 L：100mm

邊緣至旋轉軸心邊長 E：前 225mm、F：後 325mm、左：240mm、右：240mm

內徑角度 I：85°、J：162°、K：90°

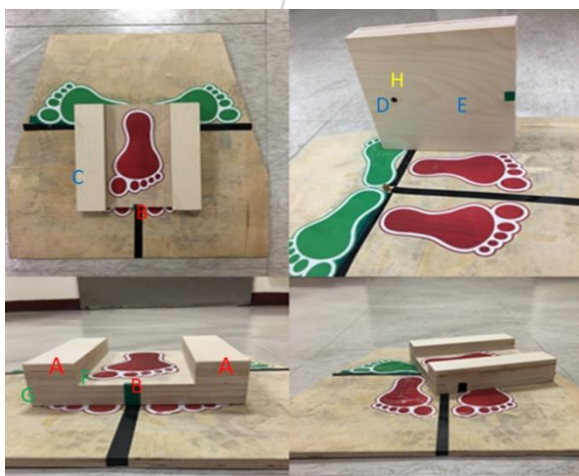


圖 10. 嵌入式附件（輔具二）

左上為上面觀，右上為背面觀 (H：選轉軸心嵌入凹槽)，左下為旋轉 A-P View 前面觀，右下為選轉 LAT View 前面觀。

輔具二邊寬 A：30mm、B：115mm

輔具二邊長正面 C：250mm、背面前後至軸心長度 D：50mm、E：200mm

輔具二高度內深度 F：30mm、外高度 G：60mm

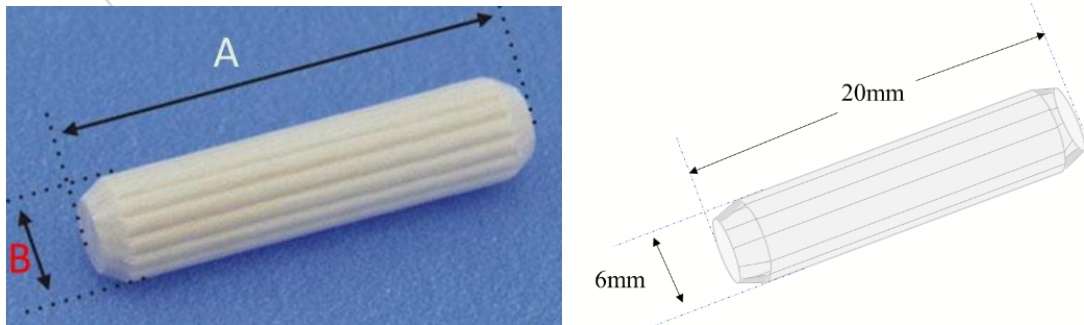


圖 11. 旋轉之軸心

長度長 A：20mm

直徑長 B：6mm

平面底座

根據劉紹龍(2003)研究文獻中提出，罹患退化性關節炎的患者在步態上的特徵，包括走路速度較慢、步長較短、步頻較小、膝關節的關節活動度較小、膝關節力矩較小等，這些差異都可能限制患者從事一些活動的能力，這些需求在研發輔具上都要有所考慮。不可太高、踩踏的版面需盡量平整且寬大，避免會有高低不平的地方讓患者有如履平地的感覺，避免影響站立和移動，設計符合站立式檢查臺(Standing Bucky)的不平整面，將其延伸避免踩踏或移動時跌倒。因此設計高度只有 10mm 高，多邊形平面底座。整體為木製輔具，方便製作，腳印為防滑材質，並將整體噴上隔離漆便於消毒，改良於第一代之輔具缺點部分。

嵌入式附件

每個病患腳型不同，為了因應不同腳型的患者，參考文獻林昭良與石裕川(2015)於國防大學碩士論文建立軍職人員足型計測資料庫之先導研究中提到左、右腳最大足寬平均數為 102.8~103.2mm，因此將凹型嵌入之寬度設為 115mm 方便用於每位不同腳型之患者嵌入檢查，且將兩邊臂膀寬度加寬方便調整也不容易變形斷裂。

旋轉之軸心

為了連結輔具一和輔具二，在其銜接處以一可幫助旋轉之木造軸心連接，考慮到要容易旋轉並能在調整正確角度後達到短暫固定住不易變動的作用，於軸心周圍加上直紋的螺紋增加其摩擦阻力，類似於市面上所謂的木釘，以達到理想的效果。

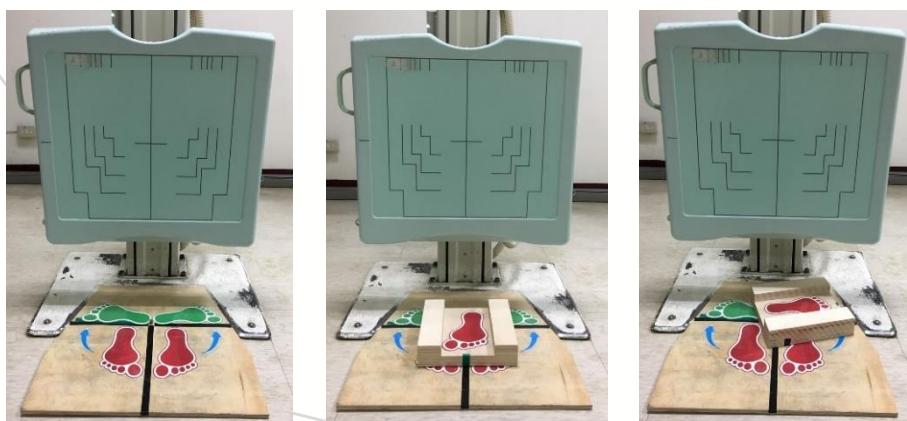


圖 12. 各輔具實際應用擺放示意圖

3. 結果與討論

3.1 樣本資料統計分析

本研究以南投縣某區域醫院中 50 歲以上疑似罹患退化性膝關節炎之患者，分為實驗組(N=20)及控制組(N=20)，考量到輻射暴露情形，故採用獨立樣本，且為得到更精確的差異檢定，因此在群組方面採用「立意取樣」方式，其背景資料如表 1 所示，資料整理如下：

- (1) 年齡：60~69 歲，人數較多，控制組有 7 人，占 35.0%；實驗組有 8 人，占 40.0%；
- (2) 性別：女性較多，控制組有 14 人，占 70.0%；實驗組有 15 人，占 75.0%；
- (3) 教育程度：國小比例較高，控制組有 12 人，占 60.0%。實驗組有 10 人，占 50.0%。

3.2 受試者輔具使用滿意度之敘述統計

在實驗組使用滿意度方面，其構面平均數為 4.54，整體而言，受試者對於輔具的使用滿意度是抱持「滿意」以上的認同態度（表 2）。

表 1. 受試者背景資料

變項	類別	控制組(N=20)		實驗組(N=20)	
		次數	百分比	次數	百分比
年齡	50~59 歲	2	10.0	1	5.0
	60~69 歲	7	35.0	8	40.0
	70~79 歲	5	25.0	5	25.0
	80 歲 (含) 以上	6	30.0	6	30.0
性別	男	6	30.0	5	25.0
	女	14	70.0	15	75.0
教育程度	不識字	4	20.0	2	10.0
	國小	12	60.0	10	50.0
	初中	3	15.0	6	30.0
	高中職	1	5.0	2	10.0

表 2. 受試者滿意度之敘述統計

測量題項	平均數	標準差	排序	構面平均數
我對輔具協助檢查效率之滿意度?	4.35	0.745	4	4.54
我對於輔具腳印顏色的對比程度之滿意度?	4.75	0.444	1	
我對於輔具腳印標示不同攝影角度擺位位置之滿意度?	4.60	0.598	2	
我對輔具在整個檢查流程的使用效果之滿意度?	4.50	0.607	3	
整體而言, 我對輔具之滿意度	4.50	0.607	3	

3.3 控制組與實驗組檢查時間之描述性統計分析

以描述性統計分析控制組中雙腳攝影檢查所花費的時間最大值為 253.50 秒、最小值為 143.71 秒、平均值為 185.74 秒。實驗組中雙腳攝影檢查所花費的時間最大值為 158.55 秒、最小值為 68.82 秒、平均值為 99.74 秒 (如表 3 所示)。

表 3. 受試者滿意度之敘述統計

	次數	最小值	最大值	平均值	標準差
控制組	20	143.71	253.50	185.74	33.07
實驗組	20	68.82	158.55	99.74	21.57

3.4 控制組與實驗組中檢查時間之差異檢定

本實驗研究採用獨立樣本 t 檢定進行分析探討, 測量實驗組與控制組中有無使用輔具對檢查時間 (Time=秒 Second) 改善是否有明顯的差異, 以雙腳攝影檢查(Both Knee Joint Routine A-P + Lat

View)做比較分析。經由獨立樣本 t 檢定法，探討實驗組與控制組間的差異，藉此瞭解使用輔具對攝影檢查時間提升程度，是否能有效改善呈現顯著性。

當控制組檢查時間大於實驗組檢查時間時，在平均值差會呈現正數，正數越大代表控制組檢查所需的時間與實驗組檢查所需的時間落差越大，也就是說使用輔具幫助檢查的效果越明顯。相對之下，當控制組檢查時間小於實驗組檢查時間時，在平均值差會呈現負數，負數越小代表控制組檢查所需的時間與實驗組檢查所需的時間落差越大，也就是說使用輔具幫助檢查的效果越不明顯。控組與實驗組間的差異，從表 4 可以得知，在雙腳攝影方面，控制組減實驗組平均值差=86.00， $t=10.336$ ， $p=0.000^{***}<0.001$ ，具有高度的顯著水準，代表輔具的使用具有顯著差異。

表 4. 控制組和實驗組的檢查時間差異檢定分析

	平均值差	標準差	t 值	顯著性 (雙尾)
雙腳(N=20)	86.00	37.21	10.336	.000***

註：* $p<.05$ ，** $p<.01$ ，*** $p<.001$

平均值差：控制組檢查時間之平均數減實驗組檢查時間之平均數

4. 結論與建議

站立式膝關節攝影，是退化性膝關節炎患者臨床診斷其退化等級之必要檢查，為了得到更精準的影像及降低二次重照的機率，並且提高臨床醫事放射師檢查時的便利性，使用自製輔具加以引導患者，對於聽力或溝通退化的患者有良好的擺位指標，可有效提升臨床醫師對影像的判讀性提升醫療品質。

本研究證明，利用自製輔具進行 Standing Knee 攝影，在使用滿意度敘述統計分析方面，構面平均數為 4.54 分（滿分為 5 分），此外在檢查時間方面縮短 86.00 秒，表示輔具的使用可有效提升高齡患者的配合度、增進放射師操作的方便性、並大幅縮短患者受檢時間，也無形中改善擺位的正確性並減少不必要輻射暴露機會等。

雖然此數據樣本數較低，但此研究主要是針對高齡、行動遲緩、重聽的患者能夠得到友善及快速的檢查，對於部分膝蓋無法伸直、創傷或嚴重變形的患者有其限制性。且現在醫療最重視病人安全，為避免患者再受到二次傷害，所以無法配合的患者，建議可利用臥式攝影檢查，以減少患者二次傷害。

參考文獻

1. Cooper, C., Snow, S., McAlindon, T. E., Kellingray, S., Stuart, B., Coggon, D., & Dieppe, P. A. (2000). Risk factors for the incidence and progression of radiographic knee osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology*, 43(5), 995-1000.

2. 李文杰、張南富、邱貞菱、翁素玲、向億洲(2010)。膝關節正側位攝影技術探討。台灣應用輻射與同位素雜誌，6(2)，887-891。
3. 林昭良、石裕川(2015)。足型計測之介紹與軍職人員足型計測資料庫之重要性。陸軍後勤季刊，104(1)，74-95。
4. 黃蕙茶、中醫傷科醫學會、馮逸卿(2007)。中醫傷科診斷基準之科學化指標研究。行政院衛生署中醫藥委員會，1(29)，41-188。
5. 劉紹龍(2003)。退化性膝關節炎病人跨越障礙物時之步態分析。中國醫藥學院醫學研究所碩士論文，台中市。

Design of Assistive Device to Improve the Efficiency of X-ray Images for Patients with Knee Joint Deterioration

Wu, W.-L.^{1,2}, Yen, W.-C.¹, Hsia, P.-K.¹, *Lin C.-S.²

¹ Nantou Hospital, Ministry of Health and Welfare, Radiology Department

²Department of Gerontechnology and Service Management, Nan Kai University of Technology

Abstract

Osteoarthritis (OA) is a common disease in middle-aged and elderly populations, and it is the most prevalent type of arthritis. To get a more precise diagnosis, one is recommended an X-ray examination for further inspection. However, difficulties in X-ray positioning occur when elderly patients and patients with severe symptoms, and usually a substantial amount of these cases are disabled elderly patients, have hearing loss and lack communication skills. These circumstances make adequate X-ray positioning difficult and they might affect the results of the X-ray imaging. This research aims at solving the most common issue with knee X-ray positioning and improving the quality of X-ray images. For the purpose of this research, a sample of 40 patients with clinically suspected osteoarthritis was divided into two groups and examined. In the control group the original standing posing method was applied, and the experimental group used the aiding equipment for improved X-ray imaging. Applying the independent samples t-test, the analysis results showed that the total time of the experimental group, which used the aid, was 86 seconds faster than the control group average. Therefore, the use of equipment can effectively reduce the communication time with elderly patients and the difference in the time between the experimental and the control group is statistically significant ($p=0.000***<0.05$). In terms of satisfaction with the use of aids, the average number is 4.54. Overall, the subjects showed an above-average satisfaction rate regarding the use of the aids, the abovementioned conclusions can be used as a reference for improving the efficiency of examinations in various hospitals.

Keywords: osteoarthritis, knee joint X-ray, difficulties in positioning