

探索口腔健康與骨密度關係— 環口X光片在成人的應用

鍾秉宸¹ 詹大千^{2,3,4,5,*}

目標：骨質疏鬆症患者易有其他併發症，需在骨質缺乏初期即早介入，預防疾病發展。本研究目標使用牙科常規檢查常用的環口X光片，探討其與骨密度之間的關係，可做為簡易的骨密度篩檢工具。**方法：**本研究為橫斷性研究，於衛生福利部朴子醫院牙科門診，招募35歲至80歲的成人參加，收集受試者病史、股骨頸骨密度、環口X光片、咀嚼力檢測、台灣版老人口腔健康評估（GOHAI）量表、牙菌斑指數、身高、體重、抽血的血鈣資料和24小時飲食回憶紀錄，使用線性、邏輯斯迴歸進行統計分析。**結果：**226位參與者平均年齡65.6歲，其中女性佔58.4%，男性、咀嚼力好、GOHAI分數高與下顎下緣皮質骨厚度有顯著正相關；年輕、GOHAI分數高與下顎皮質指數C3有顯著負相關；在校正心臟疾病和骨折病史後，年輕、下顎下緣皮質骨厚度較厚、下顎皮質指數C1、身體質量指數較高、血鈣濃度較高者，與股骨頸骨密度有顯著正相關。**結論：**利用可近性高、省時簡便的方法，於一般牙科檢查時，分析環口X光片，可即時發現骨密度低下的可能，讓民眾能提高警覺，再進一步至醫療院所進行更精密的檢查。（台灣衛誌 2024；43(1)：9-20）

關鍵詞：下顎下緣皮質骨厚度、下顎皮質指數、骨密度、環口X光片，咀嚼力檢測

前言

根據近期發表的統合分析（meta-analysis）研究，全球骨質疏鬆症盛行率估計為18.3%（95%信賴區間CI=16.2%–20.7%），女性為23.1%（95% CI=19.8%–26.9%），男性為11.7%（95% CI=9.6%–14.1%）[1]。台灣健保資料庫研究顯示骨質疏鬆症在2001年至2011年間，50歲以上人群中，骨質疏鬆症盛行率從2001年的17.4%上升到2011年的25.0%[2]。危險因素包括遺傳

因素、性激素、飲酒、吸煙、營養缺乏，例如維生素和鈣缺乏[3]。骨質疏鬆症患者容易發生骨質疏鬆性骨折、共病症如關節病、關節炎、慢性腰痛、抑鬱症和慢性心力衰竭[4]。因此在初期發現骨密度降低，即早介入，改善生活型態，預防疾病發展並提高生活品質，是公共衛生首要目標。目前骨密度測量的黃金標準方式是利用雙能量X光吸收式測定儀（dual-energy X-ray absorptiometry, DXA），在髖關節或腰椎進行骨密度測定，但DXA有可近性低及檢查費相對昂貴等缺點。

最近機會性篩檢技術（Opportunistic Screening Technique）的崛起，有研究團隊利用電腦斷層攝影術（Computed Tomography, CT），透過深度學習演算法做骨質疏鬆症分類和骨密度值預測[5,6]；因相較於骨密度檢查，許多因其他疾病而接受CT的患者與有骨質疏鬆症危險因素的患者之間存在顯著重疊，並且當前大多數CT都是體積掃描，因此有機會直接使用這些CT圖像進行骨密度評估，並降低再次檢查的

¹ 衛生福利部朴子醫院牙科部

² 中央研究院人文社會科學研究中心

³ 國立陽明交通大學醫學院公共衛生研究所

⁴ 中國醫藥大學公共衛生學院公共衛生學系

⁵ 國立中山大學醫學院學士後醫學系

* 通訊作者：詹大千

地址：台北市南港區研究院路二段128號

E-mail: tachien@sinica.edu.tw

投稿日期：2023年9月21日

接受日期：2024年1月8日

[http://doi.org/10.6288/TJPH.202402_43\(1\).112102](http://doi.org/10.6288/TJPH.202402_43(1).112102)



成本。但因CT輻射量較高，若能僅用牙科檢查所拍攝的環口X光片，做骨頭密度的評估，可降低輻射暴露劑量，增加篩檢普及率，並降低篩檢成本。

先前文獻曾經探討下顎骨密度對髖骨、腰椎骨密度的關聯，但很少考慮其他影響因子，如營養[7]；亦很少針對口腔狀態與下顎骨密度進行探討，目前的研究多為動物實驗[8]和模擬研究[9]探討口腔咀嚼對下顎骨密度的影響。本研究目標使用口腔評估，及運用一般牙科常規檢查時拍攝的環口X光片，合併校正抽血數值、24小時飲食回憶紀錄等，探討口腔機能與下顎骨骨質的關係，並進一步探討下顎骨骨質對股骨頸骨密度的關聯，並期望發展成為篩檢骨密度低下的簡易方法。

材料與方法

一、研究對象

本研究為觀察型、橫斷性研究，在2021年11月1日至2023年5月31日於衛生福利部朴子醫院牙科門診，以方便取樣的方式，招募35歲至80歲的成人參加，排除咽喉部開刀病史、腦中風、腦性麻痺、重症肌無力、口腔癌、吸入性肺炎、失智症（中重度）、帕金森氏症（中重度）和阿茲海默症者。所有受試者在經過研究護理師說明研究計畫內容後，同意參與的民眾簽署受試者同意書。本研究的計畫書業經中央研究院醫學研究倫理委員會審查通過（AS-IRB-BM-21047）。

二、資料收集

研究團隊包含一位牙醫師和一位研究護理師，收集受試者雲端病歷包含心臟疾病和骨折病史，進行股骨頸骨密度、環口X光片的現場拍攝，口香糖咀嚼力檢測，台灣版老人口腔健康評估（Geriatric Oral Health Assessment Index, GOHAI）量表，O'Leary牙菌斑控制指數，身高，體重，抽血的血鈣資料和24小時飲食回憶紀錄。

（一）股骨頸骨密度

股骨頸的骨密度測定使用雙能量X光吸收式測定儀測量（DXA; Hologic Discovery Wi），檢測出骨骼質量的絕對值（每平方公分內含的骨礦物質公克數），其中T值是與年輕（20至29歲）同性別正常人平均

值比較，計算標準差差異，其中骨質缺乏症（osteopenia）的定義為T值介於-1和-2.5間，骨質疏鬆症（osteoporosis）的定義為T值等於或小於-2.5。

（二）環口X光片

利用環口X光片做下顎骨骨質分析，下顎骨骨質分析分為下顎下緣皮質骨厚度和下顎皮質指數（mandibular cortical index）兩種（圖一）。

環口X光片（普一EXPERT CP-E）拍攝後，下顎下緣皮質骨厚度的測量方法為先定位出頰孔（mental foramen）位置，畫出下顎骨下緣切線，從頰孔中心畫一條線垂直於切線，計算下顎下緣皮質骨厚度[10]。

使用下顎皮質指數分類，根據雙側下顎皮質骨下緣，頰孔遠心處之狀態，分成三組（C1, C2, C3）。C1：雙側皮質骨骨內膜邊緣輪廓鮮明且一致；C2：單側或雙側皮質骨骨內膜邊緣有半月狀缺損、陷窩性吸收（semilunar defects, lacunar resorption），或有一至三層的皮質骨骨內膜殘留物；C3：多層皮質骨骨內膜殘留物和明顯的孔隙[11]。

（三）咀嚼力檢測

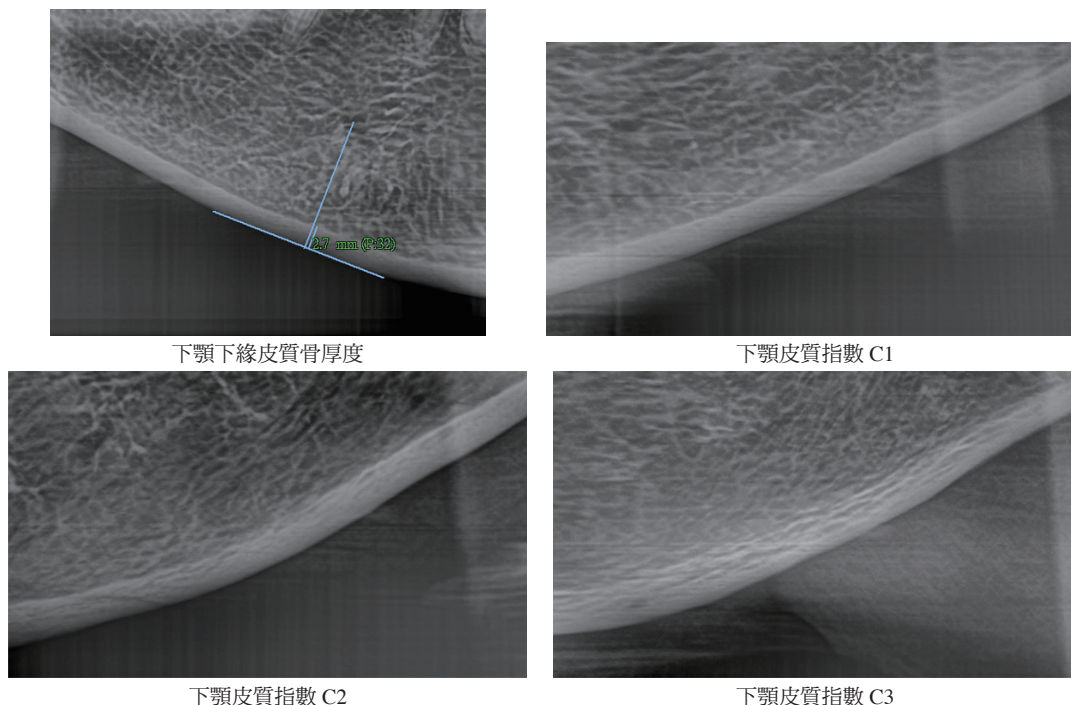
請受試者嚼雙色口香糖30下（Vivident Fruit Swing Karpuz，土耳其進口，一面綠色，一面紫色），咀嚼完吐出，由研究護理師放置在夾鏈袋中，並壓至1mm厚，使用ViewGum（圖二，<http://www.dhal.com/viewgum.htm>）軟體分析口香糖的色調。色調的變異數被認為是混合程度，色調變異數的單位用百分比進行分析，數字越大表示變色口香糖混合不充分，咀嚼力較差。

（四）O'Leary牙菌斑控制指數

O'Leary牙菌斑控制指數是牙齒用牙菌斑顯示劑染色後，經醫師以探針檢查每顆牙的六個面是否有牙菌斑殘留。分子為「出現牙菌斑牙面數」、分母為「檢查牙齒數*6」，取百分比，指數愈高，代表牙齒各位置沒有清潔乾淨的比例愈高[12]。

三、資料處理與統計分析

將所有資料去識別化，資料編碼後，並利用身高與體重資訊計算身體質量指數（BMI），並以R軟體進行統計分析[13]。類別變項以卡方檢定，連續變項用多樣本



圖一 下顎下緣皮質骨厚度和下顎皮質指數示例

中位數差異檢定 (Kruskal-Wallis test)，檢定不同性別，在不同變項是否存在顯著差異，顯著水準設為 $\alpha < 0.05$ 。利用散佈圖 (Scatter plot) 檢查自變項與依變項 (下顎下緣皮質骨厚度) 是否呈現線性關係，確認殘差是否符合下面三個假設：常態性假設 (Normality)、獨立性假設 (Independence)、變異數同質性假設 (Homoscedasticity)，若符合，再以線性迴歸探討口腔機能與下顎下緣皮質骨厚度的關係，並依性別分層；以邏輯斯迴歸探討口腔機能與下顎皮質指數的關係，並依性別分層；將股骨頸骨密度 (T值) 分為骨質低下 (T值小於-1) 與骨質正常 (T值大於或等於-1) 兩組，以邏輯斯迴歸探討下顎下緣皮質骨厚度、皮質指數與股骨頸骨密度的關係，並依性別分層做更進一步的探討。

結 果

本研究共招募226位參與者並納入研究分析 (表一)，平均年齡65.6歲 (標準差SD=11.2歲)，其中女性132人

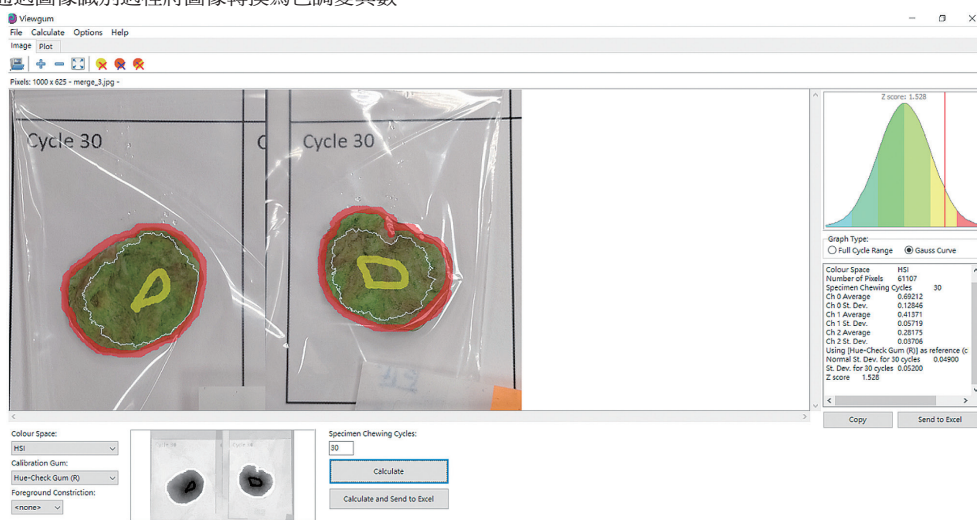
(58.4%)；股骨頸骨密度骨質低下的比例較高 (66.4%)；下顎皮質指數C2有127人，佔比最多 (56.2%)，C3有26人，佔比最少 (11.5%)；受試者中有心臟疾病或骨折病史者佔少數，分別是10.6%和3.1%；咀嚼力檢測中，色調的變異數 (%) 平均為11.7 (SD=8.1)；台灣版老人口腔健康評估量表平均分數為54.8 (SD=4.5)；牙菌斑指數平均為32.9 (SD=20.1)，數值越小越好；血鈣平均為9.2毫克/分升 (mg/dL) (SD=0.4)，屬正常，正常範圍介於8.5至10.1[14]；全脂牛奶每天平均攝取0.6份 (SD=0.7)，根據衛生福利部國民健康署每日飲食指南手冊，每日建議攝取1.5份 (1份=240毫升全脂、脫脂或低脂奶) [15]。

股骨頸骨密度平均T值-1.5 (SD=1.1)，男性平均T值-1.2 (SD=1.0) 高於女性平均T值-1.8 (SD=1.1)；下顎下緣皮質骨厚度平均為4.2公釐 (SD=1.2)，男性 (平均4.7公釐) 厚於女性 (平均3.9公釐)；身體質量指數而言，平均男性體位過重 (25.6 kg/m²)，平均女性體位正常

(一) 將口香糖樣品放入透明夾鏈袋中，並使用塑料板壓平至 1 毫米的示例。



(二) 通過圖像識別過程將圖像轉換為色調變異數。



圖二 口香糖的處理過程及圖像辨識

(23.7 kg/m^2)；每日蛋白質攝取量平均為 74.7 克 ($SD=24.3$)，男性 (84.0 克) 多於女性 (68.1 克)，根據國人膳食營養素參考攝取量，關於蛋白質攝取，19 歲以上成年男性每日為 70 克，女性每日為 60 克；其中股骨頸骨密度、下顎下緣皮質骨厚度、身體質量指數、蛋白質攝取量有性別差異。

自變項與下顎下緣皮質骨厚度關係之散佈圖中，咀嚼力、台灣版老人口腔健康評估量表、牛奶攝取量 (份)，這三項指標與下顎下緣皮質骨厚度關係呈現非線性關係 (圖三)。

在校正身體質量指數、血鈣、牛奶及蛋白質攝取後，性別 (男性，校正後的勝算比 $aOR=2.02$ ； $95\%CI=1.46-2.78$)、咀嚼力 ($aOR=0.98$ ； $95\%CI=0.96-0.99$)，台

灣版老人口腔健康評估量表 ($aOR=1.04$ ； $95\%CI=1.002-1.07$) 與下顎下緣皮質骨厚度有顯著相關 (表二)；單就男性而言，台灣版老人口腔健康評估量表 ($aOR=1.09$ ； $95\%CI=1.01-1.17$) 與下顎下緣皮質骨厚度有顯著相關 (表三)，自評口腔越健康，下顎下緣皮質骨厚度則越厚；單就女性而言，咀嚼力 ($aOR=0.97$ ； $95\%CI=0.94-0.99$) 與下顎下緣皮質骨厚度有顯著相關 (表三)，咀嚼能力越好，下顎下緣皮質骨厚度則越厚。

在校正身體質量指數、血鈣、牛奶及蛋白質攝取後，年齡 ($aOR=1.06$ ； $95\%CI=1.01-1.12$)、台灣版老人口腔健康評估量表 ($aOR=0.86$ ； $95\%CI=0.77-0.95$) 與下顎皮質指數 (C3) 有顯著相關 (表

表一 基本人口學分布

變項	全體 (n=226)	女性 (n=132)	男性 (n=94)	p值
	樣本數 (百分比) / 平均值±標準差	樣本數 (百分比) / 平均值±標準差	樣本數 (百分比) / 平均值±標準差	
年齡	65.6 ± 11.2	65.9 ± 10.9	65.1 ± 11.6	0.83
股骨頸骨密度平均T值	-1.5 ± 1.1	-1.8 ± 1.1	-1.2 ± 1.0	<0.001
股骨頸骨密度				0.01
骨質低下 (T值小於-1)	150 (66.4%)	97 (73.5%)	53 (56.4%)	
骨質正常 (T值大於或等於-1)	76 (33.6%)	35 (26.5%)	41 (43.6%)	
下顎下緣皮質骨厚度	4.2 ± 1.2	3.9 ± 1.1	4.7 ± 1.2	<0.001
下顎皮質指數				0.32
C1	73 (32.3%)	45 (34.1%)	28 (29.8%)	
C2	127 (56.2%)	69 (52.3%)	58 (61.7%)	
C3	26 (11.5%)	18 (13.6%)	8 (8.5%)	
心臟疾病				0.20
是	24 (10.6%)	11 (8.3%)	13 (13.8%)	
否	202 (89.4%)	121 (91.7%)	81 (86.2%)	
骨折病史				0.24
是	7 (3.1%)	6 (4.5%)	1 (1.1%)	
否	219 (96.9%)	126 (95.5%)	93 (98.9%)	
咀嚼力 (%)	11.7 ± 8.1	11.0 ± 6.7	12.7 ± 9.7	0.68
台灣版老人口腔健康評估量表	54.8 ± 4.5	54.4 ± 5.0	55.4 ± 3.6	0.32
牙菌斑指數	32.9 ± 20.1	32.2 ± 17.8	33.8 ± 23.1	0.94
身體質量指數	24.5 ± 3.5	23.7 ± 3.2	25.6 ± 3.7	<0.001
血鈣 (毫克/分升)	9.2 ± 0.4	9.2 ± 0.4	9.3 ± 0.4	0.32
牛奶攝取量 (份)	0.6 ± 0.7	0.5 ± 0.6	0.6 ± 0.7	0.64
蛋白質攝取量 (克)	74.7 ± 24.3	68.1 ± 22.1	84.0 ± 24.3	<0.001

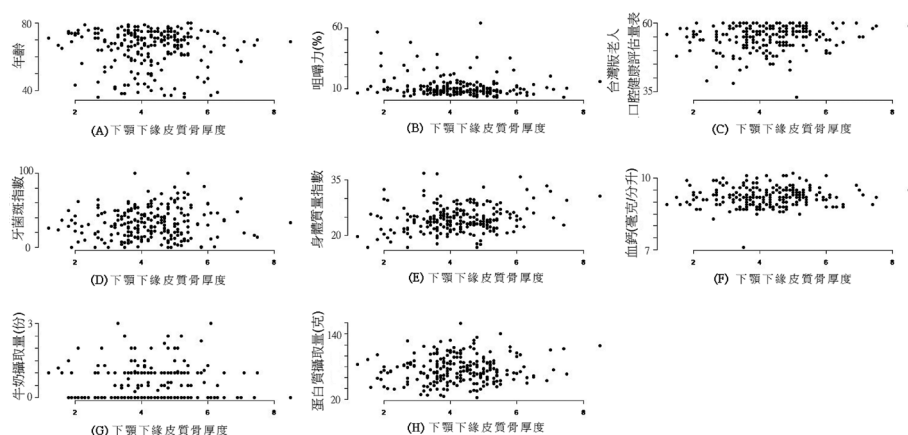
四)，自評口腔越不健康，下顎皮質骨質越疏鬆；單就男性而言，各變項與下顎皮質指數皆無顯著相關性（表五）；單就女性而言，趨勢與全體受試者一致。

在校正心臟疾病與骨折病史後，年長受試者（aOR=1.10；95%CI=1.06-1.14）、下顎下緣皮質骨厚度越薄（aOR=0.66；95%CI=0.46-0.92），下顎皮質骨骨質越疏鬆（C3，aOR=5.48；95%CI=1.61-22.68），身體質量指數越低（aOR=0.85；95%CI=0.74-0.95），血鈣濃度低（aOR=0.35；95%CI=0.14-0.85）與股骨頸骨密度低下呈現顯著相關（表六）；單就男性而言，只有年齡（aOR=1.07；95%CI=1.02-1.13）、身體質量指數（aOR=0.77；95%CI=0.63-0.92）與股骨頸骨密度有顯著相關（表七）；單就女性而言，除了血鈣變不顯著，其餘趨勢與全體受試者一致。

討 論

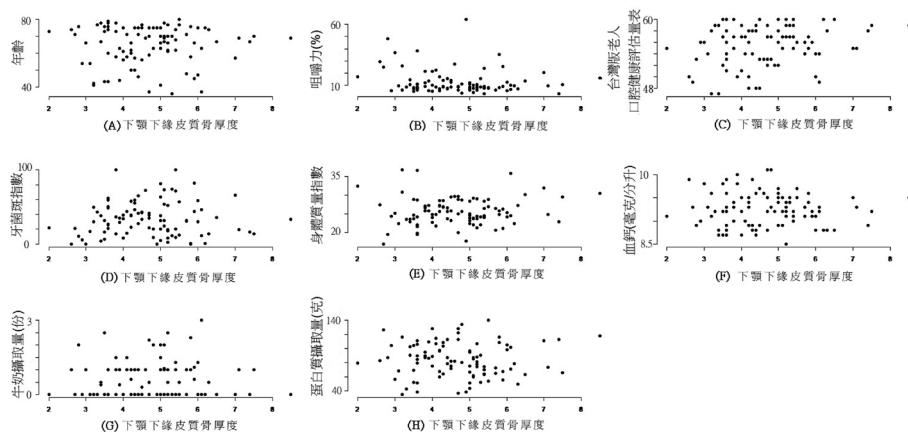
在本研究中發現男性、台灣版老人口腔健康評估量表、雙色口香糖色調的變異數與下顎下緣皮質骨厚度有顯著相關。量表分數越高代表口腔越健康，與下顎下緣皮質骨厚度較厚相關；雙色口香糖色調的變異數越大，雙色口香糖混和程度越差，代表咀嚼能力差，與下顎下緣皮質骨厚度較薄相關。與男性相比，女性的下顎下緣皮質骨厚度顯著較薄，因低濃度的雌激素容易出現骨質流失，雌激素缺乏使骨細胞凋亡增加四倍，雌激素對參與骨代謝的細胞，如骨細胞、成骨細胞、破骨細胞和T細胞有影響[16]。在下顎皮質指數C3方面，年齡越大、量表分數越小，口腔越不健康，與下顎皮質骨骨質越疏鬆相關，因咬合運動施加咬力，從牙齒上傳遞至齒槽骨，齒槽骨中應力較高的區域，皮質骨密度較高；無牙區的咬合負荷力減小，導致牙齒缺失後下顎骨的結構發生變化，下顎齒槽骨明顯吸收[13]。

(一) 全體



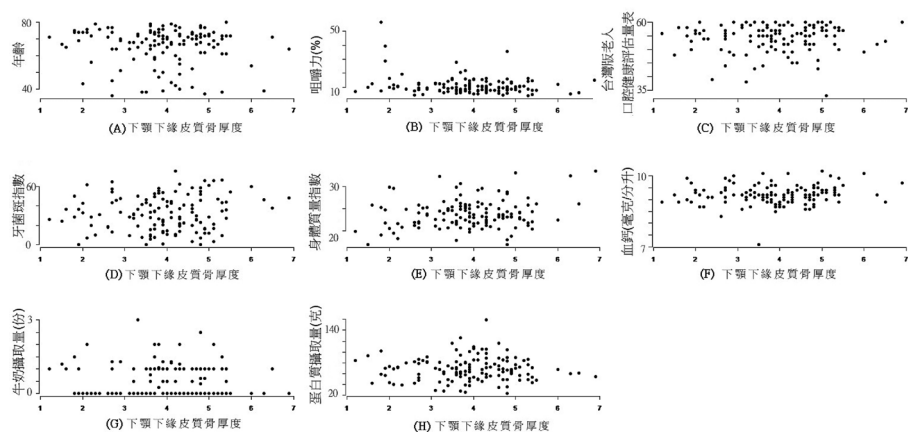
X軸：下顎下緣皮質骨厚度；Y軸：(A)年齡 (B)咀嚼力(%) (C)台灣版老人口腔健康評估量表 (D)牙菌斑指數 (E)身體質量指數 (F)血鈣(毫克/分升) (G)牛奶攝取量(份) (H)蛋白質攝取量(克)

(二) 男性



X軸：下顎下緣皮質骨厚度；Y軸：(A)年齡 (B)咀嚼力(%) (C)台灣版老人口腔健康評估量表 (D)牙菌斑指數 (E)身體質量指數 (F)血鈣(毫克/分升) (G)牛奶攝取量(份) (H)蛋白質攝取量(克)

(三) 女性



X軸：下顎下緣皮質骨厚度；Y軸：(A)年齡 (B)咀嚼力(%) (C)台灣版老人口腔健康評估量表 (D)牙菌斑指數 (E)身體質量指數 (F)血鈣(毫克/分升) (G)牛奶攝取量(份) (H)蛋白質攝取量(克)

圖三 自變項與下顎下緣皮質骨厚度關係之散佈圖

表二 口腔機能與下顎下緣皮質骨厚度關係之線性迴歸

變項	全體	
	Coefficient	95% CI
年齡	0.997	(0.98 , 1.01)
性別		
女	Ref	
男	2.02	(1.46 , 2.78) *
咀嚼力(%)	0.98	(0.96 , 0.99) *
台灣版老人口腔健康評估量表	1.04	(1.002 , 1.07) *
牙菌斑指數	1.00	(1.00 , 1.01)
身體質量指數	1.04	(1.00 , 1.09)
血鈣(毫克/分升)	1.18	(0.81 , 1.72)
牛奶攝取量(份)	1.10	(0.88 , 1.36)
蛋白質攝取量(克)	1.00	(0.99 , 1.01)

Coefficient校正後的係數(所有表列變項); 95% CI信賴區間; *p值<0.05

依變項: 下顎下緣皮質骨厚度, 連續型變項。

常態性檢定(Shapiro-Wilk test) p值: 0.75、獨立性檢定(Durbin-Watson test) p值: 0.94、變異數同質性檢定(Non-Constant Variance Test) p值: 0.41。

表三 依性別分層, 口腔機能與下顎下緣皮質骨厚度關係之線性迴歸

變項	男性		女性	
	Coefficient	95% CI	Coefficient	95% CI
年齡	0.99	(0.97 , 1.02)	0.99	(0.97 , 1.01)
咀嚼力(%)	0.99	(0.96 , 1.01)	0.97	(0.94 , 0.99) *
台灣版老人口腔健康評估量表	1.09	(1.01 , 1.17) *	1.02	(0.98 , 1.06)
牙菌斑指數	1.00	(0.99 , 1.01)	1.01	(0.99 , 1.02)
身體質量指數	1.03	(0.96 , 1.10)	1.06	(1.00 , 1.13)
血鈣(毫克/分升)	0.94	(0.46 , 1.90)	1.37	(0.87 , 2.15)
牛奶攝取量(份)	1.15	(0.81 , 1.61)	1.03	(0.77 , 1.39)
蛋白質攝取量(克)	1.00	(0.99 , 1.01)	1.00	(0.99 , 1.01)

Coefficient 校正後的係數(所有表列變項); 95% CI 信賴區間; *p值<0.05

依變項: 下顎下緣皮質骨厚度, 連續型變項。

男性: 常態性檢定(Shapiro-Wilk test) p值: 0.23、獨立性檢定(Durbin-Watson test) p值: 0.10、變異數同質性檢定(Non-Constant Variance Test) p值: 0.22。

女性: 常態性檢定(Shapiro-Wilk test) p值: 0.28、獨立性檢定(Durbin-Watson test) p值: 0.63、變異數同質性檢定(Non-Constant Variance Test) p值: 0.40。

表四 口腔機能與下顎皮質指數關係之邏輯斯迴歸

變項	全體			
	C2		C3	
	aOR	95% CI	aOR	95% CI
年齡	1.04	(1.01 , 1.07) *	1.06	(1.01 , 1.12) *
性別				
女	Ref		Ref	
男	1.63	(0.83 , 3.19)	0.81	(0.27 , 2.44)
咀嚼力(%)	0.99	(0.95 , 1.03)	0.98	(0.92 , 1.05)
台灣版老人口腔健康評估量表	0.96	(0.89 , 1.03)	0.86	(0.77 , 0.95) *
牙菌斑指數	0.99	(0.97 , 1.002)	0.98	(0.96 , 1.01)
身體質量指數	0.97	(0.88 , 1.06)	0.97	(0.84 , 1.12)
血鈣(毫克/分升)	1.09	(0.50 , 2.38)	1.92	(0.54 , 6.82)
牛奶攝取量(份)	0.85	(0.54 , 1.33)	0.92	(0.46 , 1.85)
蛋白質攝取量(克)	1.00	(0.99 , 1.01)	1.01	(0.99 , 1.03)

aOR 校正後的勝算比(所有表列變項); 95% CI 信賴區間; *p值<0.05

依變項: 下顎皮質指數, 類別型變項。

表五 依性別分層，口腔機能與下顎皮質指數關係之邏輯斯迴歸

變項	男性				女性			
	C2		C3		C2		C3	
	aOR	95% CI	aOR	95% CI	aOR	95% CI	aOR	95% CI
年齡	0.98	(0.93 , 1.03)	1.01	(0.92 , 1.10)	1.08	(1.03 , 1.14) *	1.10	(1.02 , 1.18) *
咀嚼力 (%)	0.98	(0.93 , 1.04)	0.99	(0.90 , 1.09)	0.99	(0.93 , 1.06)	0.98	(0.90 , 1.08)
台灣版老人口腔健康評估量表	0.90	(0.78 , 1.05)	0.999	(0.79 , 1.26)	0.98	(0.88 , 1.08)	0.84	(0.74 , 0.95) *
牙齒斑指數	0.98	(0.96 , 1.003)	0.97	(0.93 , 1.01)	1.01	(0.98 , 1.03)	1.001	(0.96 , 1.04)
身體質量指數	0.87	(0.75 , 1.004)	0.94	(0.74 , 1.21)	0.98	(0.85 , 1.12)	0.96	(0.79 , 1.16)
血鈣 (毫克/分升)	0.36	(0.10 , 1.27)	0.40	(0.09 , 1.68)	1.35	(0.46 , 4.00)	3.53	(0.66 , 18.96)
牛奶攝取量 (份)	0.91	(0.45 , 1.84)	0.95	(0.32 , 2.78)	0.89	(0.46 , 1.71)	0.87	(0.32 , 2.37)
蛋白質攝取量 (克)	1.002	(0.98 , 1.02)	1.02	(0.99 , 1.06)	1.00	(0.98 , 1.02)	1.01	(0.98 , 1.04)

aOR校正後的勝算比 (所有表列變項) ; 95% CI 信賴區間 ; * 值<0.05。
依變項：下顎皮質指數，類別型變項。

表六 下顎骨骨質對股骨頸骨密度關聯之邏輯斯迴歸

變項	全體	
	aOR	95% CI
年齡	1.10	(1.06 , 1.14) *
性別		
女	Ref	
男	0.65	(0.30 , 1.39)
下顎皮質骨寬度	0.66	(0.46 , 0.92) *
下顎骨皮質骨指數		
C1	Ref	
C2	2.50	(1.18 , 5.39) *
C3	5.48	(1.61 , 22.68) *
身體質量指數	0.85	(0.74 , 0.95) *
血鈣 (毫克/分升)	0.35	(0.14 , 0.85) *
牛奶攝取量 (份)	1.26	(0.75 , 2.17)
蛋白質攝取量 (克)	1.01	(0.99 , 1.02)

aOR校正後的勝算比 (所有表列變項加上心臟疾病和骨折病史) ; 95% CI 信賴區間 ; * 值<0.05。
依變項：股骨頸骨密度，類別型變項，對照組：骨密度正常。

股骨頸骨密度方面，年齡越大、下顎下緣皮質骨厚度越薄、下顎皮質骨越疏鬆 (C3)、身體質量指數越低、血鈣濃度越低與股骨頸骨密度低下相關。下顎下緣皮質骨厚度與骨密度相關，所有骨骼結構都會經歷與更年期相關的骨重塑，導致骨質流失多於骨形成，這種不平衡會導致骨小樑變薄、間距增加、網狀結構失去連接性以及皮質骨侵蝕，從而導致骨強度下降和骨折風險增加 [17]。身體質量指數與骨密度正相關，研究顯示為機械負荷和應變增加對骨骼的機械效應所致，會減少骨細胞凋亡，增加成骨細胞和骨細胞的增殖和分化，刺激骨的形成 [18]。在分五個年齡層的孟德爾隨機研究中指出60歲以上的族群血清鈣濃度升高與全身骨質密度降低之間有顯著相關性 [19]，在本研究中，涵蓋青中壯年齡層且無高血鈣受試者，鈣質的攝取是否能提升骨質密度需做進一步探討。

運用環口X光片，下顎下緣皮質骨厚度和下顎皮質指數能反映骨密度，兩者一併運用比單獨使用其中任何一種更有幫助 [20]，且再現性高。統合研究中，下顎下緣皮質骨厚度使用0.3公分作為閾值，估計骨密度降低的敏感性和特異性分別為0.723 (標準

表七 依性別分層，下顎骨骨質對股骨頸骨密度關聯之邏輯斯迴歸

變項	男性		女性	
	aOR	95% CI	aOR	95% CI
年齡	1.07	(1.02 , 1.13) *	1.12	(1.06 , 1.19) *
下顎皮質骨寬度	0.73	(0.42 , 1.20)	0.49	(0.26 , 0.85) *
下顎骨皮質骨指數				
C1	Ref		Ref	
C2	0.85	(0.26 , 2.61)	6.61	(2.10 , 23.67) *
C3	2.78	(0.41 , 26.20)	7.52	(1.52 , 57.88) *
身體質量指數	0.77	(0.63 , 0.92) *	0.87	(0.71 , 1.05) *
血鈣(毫克/分升)	0.23	(0.04 , 1.07)	0.38	(0.11 , 1.27)
牛奶攝取量(份)	1.16	(0.57 , 2.47)	1.61	(0.68 , 4.31)
蛋白質攝取量(克)	0.996	(0.97 , 1.02)	1.02	(0.998 , 1.05)

aOR校正後的勝算比(所有表列變項加上心臟疾病和骨折病史)；95% CI 信賴區間；*p值<0.05。

依變項：股骨頸骨密度，類別型變項，對照組：骨密度正常。

誤SE=0.160；95% CI=0.352-0.926)和0.733 (SE=0.066；95% CI=0.587-0.841)。利用下顎皮質指數，檢測骨質疏鬆症的敏感性和特異性分別為0.806 (SE=0.105；95% CI=0.528-0.920)和0.643 (SE=0.109；95% CI=0.417-0.820) [21]。另一研究將環口X光片由5位不同的口腔放射學專家進行評估，評估下顎皮質指數，並對應至骨質疏鬆風險。結果發現，與DXA掃描相比，所有5名觀察者的結果之間沒有統計學上的顯著差異 [22]。

本研究受試者牛奶和蛋白質攝取與股骨頸骨密度無顯著相關。在一系統回顧報告顯示乳製品攝取對50歲或以上老年人的骨骼健康有中等影響[23]。值得注意的是，乳製品攝取量與骨骼健康之間的關係還受到運動、遺傳和整體營養等其他因素的影響[24]。此外，大部分文獻顯示蛋白質攝取對骨密度有益，需要攝取蛋白質中的氨基酸前驅物來維持骨骼結構[25]。可能因本研究是橫斷性研究，無法呈現飲食長期改變對骨密度的影響。

牙周病是國人的口腔疾病，也是缺牙的主要原因，台灣成年人有一半以上患有牙周病，九成以上患有牙齦炎[26]；牙菌斑指數高，容易罹患牙周病，齒槽骨也會隨之萎縮 [26]。雖然本研究結果牙菌斑指數與下顎下緣皮質骨厚度、股骨頸骨密度無顯著相關，但後續研究可用其他與牙周病相關的指標，如牙周疾病的期程和級別，來做進一步探討。

針對自變數與下顎下緣皮質骨厚度關係，我們除了做散佈圖外，也使用廣義加法模型 (Generalized additive model) 確認，並使用統計量進行檢定，在檢定結果中，我們發現「咀嚼力」、「台灣版老人口腔健康評估量表」、「女性分層分析中的BMI」這三項指標與下顎下緣皮質骨厚度關係呈現非線性關係，我們用赤池訊息量準則 (Akaike information criterion, AIC) 進行模型比較，線性迴歸模型AIC=696.73，廣義加法模型的模型適配度不存在統計上顯著差異，故為明瞭呈現，本文使用線性迴歸模型探討自變數與下顎下緣皮質骨厚度關係。

本研究有些研究限制，首先此為橫斷性研究，無法進行因果關係推論，未來可持續追蹤，釐清因果關係；其次，並無運動習慣、停經年齡、賀爾蒙治療等資訊，未來可加入更多元資訊，探討下顎骨骨質對股骨頸骨密度的關聯。

藉由本研究的運用，民眾在醫療院所做例行性口腔檢查或有疼痛等口腔相關問題需接受牙科治療時，若有合併環口X光片檢查，牙醫師只需留心下顎骨邊緣，量測下顎下緣皮質骨厚度和評估下顎皮質骨型態，即可初步篩檢是否骨密度低下，針對有疑慮的患者，即時提醒病患做更進一步檢查，用省時、節省醫療資源的方式，預防骨質疏鬆症及促進健康。

致 謝

本研究自中央研究院長壽健康挑戰計畫的資助（AS-HLGC-110-01），惟內容不代表中央研究院意見。感謝王渝屏護理師和蘇俊瑋先生協助收案及資料的前處理工作。

參考文獻

- Salari N, Ghasemi H, Mohammadi L, et al. The global prevalence of osteoporosis in the world: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res* 2021;**16**:609. doi:10.1186/s13018-021-02772-0.
- Chen FP, Huang TS, Fu TS, et al. Secular trends in incidence of osteoporosis in Taiwan: a nationwide population-based study. *Biomed J* 2018;**41**:314-20. doi:10.1016/j.bj.2018.08.001.
- Ibrahim AI, Sodipo OO, Oduniyi OA. Risk factors for osteoporosis among postmenopausal women in a Nigerian teaching hospital. *J Family Med Prim Care* 2023;**12**:1145-9. doi:10.4103/jfmpc.jfmpc_2193_21.
- Clynes MA, Harvey NC, Curtis EM, Fuggle NR, Dennison EM, Cooper C. The epidemiology of osteoporosis. *Br Med Bull* 2020;**133**:105-17. doi:10.1093/bmb/ldaa005.
- Peng T, Zeng X, Li Y, et al. A study on whether deep learning models based on CT images for bone density classification and prediction can be used for opportunistic osteoporosis screening. *Osteoporos Int* 2024;**35**:117-28. doi:10.1007/s00198-023-06900-w.
- Savage RH, van Assen M, Martin SS, et al. Utilizing artificial intelligence to determine bone mineral density via chest computed tomography. *J Thorac Imaging* 2020;**35** Suppl 1:S35-9. doi:10.1097/RTI.0000000000000484.
- Munhoz L, Morita L, Nagai AY, Moreira J, Arita ES. Mandibular cortical index in the screening of postmenopausal at low mineral density risk: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol* 2021;**50**:20200514. doi:10.1259/dmfr.20200514.
- Liu J, Jin ZL, Li Q. Effect of occlusal hypofunction and its recovery on the three-dimensional architecture of mandibular alveolar bone in growing rats. *J Surg Res* 2015;**193**:229-36. doi:10.1016/j.jss.2014.07.015.
- Su K, Yuan L, Yang J, Du J. Numerical simulation of mandible bone remodeling under tooth loading: a parametric study. *Sci Rep* 2019;**9**:14887. doi:10.1038/s41598-019-51429-w.
- Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Panoramic mandibular index as a radiomorphometric tool: an assessment of precision. *Dentomaxillofac Radiol* 1997;**26**:95-100. doi:10.1038/sj.dmfr.4600215.
- Klemetti E, Kolmakov S, Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res* 1994;**102**:68-72. doi:10.1111/j.1600-0722.1994.tb01156.x.
- O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE. The plaque control record. *J Periodontol* 1972;**43**:38. doi:10.1902/jop.1972.43.1.38.
- 衛生福利部朴子醫院醫事檢驗科：檢驗手冊。https://www.puzih.mohw.gov.tw/public/ufile/8888fc0b299b50139b0e332db91d34b3.pdf。引用2022/09/01。
- Laboratory Medicine, Puzi Hospital, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan). Inspection manual. Available at: https://www.puzih.mohw.gov.tw/public/ufile/8888fc0b299b50139b0e332db91d34b3.pdf. Accessed September 1, 2022. [In Chinese]
- 衛生福利部國民健康署：每日飲食指南手冊。https://www.hpa.gov.tw/Pages/EBook.aspx?nodeid=1208。引用2022/09/01。
- Health Promotion Administration, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan). Dietary guidelines. Available at: https://www.hpa.gov.tw/Pages/EBook.aspx?nodeid=1208. Accessed September 1, 2022. [In Chinese]
- Khosla S, Oursler MJ, Monroe DG. Estrogen and the skeleton. *Trends Endocrinol Metab* 2012;**23**:576-81. doi:10.1016/j.tem.2012.03.008.
- Dekker H, Schulten EAJM, Ten Bruggenkate CM, et al. Regional differences in microarchitecture and mineralization of the atrophic edentulous mandible: a microcomputed tomography study. *Arch Oral Biol* 2022;**133**:105302. doi:10.1016/j.archoralbio.2021.105302.
- Natarajan Gavriilidou N, Jonasson G, Sundh V, Rothenberg E, Lissner L. Does mandibular bone structure predict subsequent height loss? A longitudinal cohort study of women in Gothenburg, Sweden. *BMJ Open* 2023;**13**:e066844. doi:10.1136/bmjopen-2022-066844.
- Bonewald LF, Johnson ML. Osteocytes, mechanosensing and Wnt signaling. *Bone* 2008;**42**:606-15. doi:10.1016/j.bone.2007.12.224.
- Sun JY, Zhang H, Zhang Y, et al. Impact of serum calcium levels on total body bone mineral density: a mendelian randomization study in five age strata. *Clin Nutr* 2021;**40**:2726-33. doi:10.1016/j.clnu.2021.03.012.
- Golhar SR, Motwani MB, Khator AD. Panoramic radiographs vs. calcaneus ultrasonography in diagnosis of osteoporosis in postmenopausal women. *J Clin Diagn Res* 2019;**13**:ZC38-43. doi:10.7860/JCDR/2019/41975.13170.
- Calciolari E, Donos N, Park JC, Petrie A, Mardas N. Panoramic measures for oral bone mass in detecting osteoporosis: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 2015;**94**(3 Suppl):17s-27s. doi:10.1177/0022034514554949.

22. Pallagatti S, Parnami P, Sheikh S, Gupta D. Efficacy of panoramic radiography in the detection of osteoporosis in post-menopausal women when compared to dual energy X-ray absorptiometry. *Open Dent J* 2017;**11**:350-9. doi:10.2174/1874210601711010350.
23. Wallace TC, Bailey RL, Lappe J, et al. Dairy intake and bone health across the lifespan: a systematic review and expert narrative. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2021;**61**:3661-707. doi:10.1080/10408398.2020.1810624.
24. Al-Daghri NM, Hussain SD, Alnaami AM, Aljohani N, Sabico S. Dietary calcium intake and osteoporosis risk in Arab adults. *Nutrients* 2023;**15**:2829. doi:10.3390/nu15132829.
25. Darling AL, Millward DJ, Torgerson DJ, Hewitt CE, Lanham-New SA. Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2009;**90**:1674-92. doi:10.3945/ajcn.2009.27799.
26. 陳彥均、胡愷芳、黃炯霖、鄭景暉、周郁翔：台灣牙周病概況、預防及展望。台灣衛誌 2022；**41**：249-51。doi:10.6288/TJPH.202206_41(3).PF03。
- Chen YC, Hu KF, Huang CL, Jeng JH, Chou YH. The introduction, prevention, and prospect of periodontal disease in Taiwan. *Taiwan J Public Health* 2022;**41**:249-51. doi:10.6288/TJPH.202206_41(3).PF03.

Exploring the relationship between oral health and bone density: utilizing panoramic radiography in adults

PING-CHEN CHUNG¹, TA-CHIEN CHAN^{2,3,4,5,*}

Objectives: Early detection of bone loss is an effective strategy for preventing osteoporosis. In this study, we used routine dental panoramic radiography to examine the relationship between oral health and bone mineral density (BMD) and ultimately establish panoramic radiography as a useful screening tool for BMD. **Methods:** A total of 226 patients (35–80 years of age, mean age: 65.6 years) receiving treatment at Puzi Hospital were included in this cross-sectional study. Data were collected on the patients' medical history, BMD of the femoral neck, panoramic radiography results, masticatory test results, Geriatric Oral Health Assessment Index (GOHAI) scores, plaque index, body mass index (BMI), serum calcium levels, and 24-hour dietary recall. Linear regression, and logistic regression analyses were conducted. **Results:** Being male and having a high GOHAI score were significantly and positively associated with mandibular cortical thickness but significantly negatively associated with mandibular cortical index C3. After adjusting for heart disease and bone fracture history, young adult, wider mandibular cortical thickness and index C1, high BMI, and high serum calcium were all found to be significantly positively associated with BMD of the femoral neck. **Conclusions:** Panoramic radiography is highly accessible and convenient and enables the timely detection of potential bone loss, thereby encouraging individuals to become more vigilant and willing to undergo more detailed examinations. (*Taiwan J Public Health*. 2024;**43**(1):9-20)

Key Words: *mandibular cortical thickness, mandibular cortical index, BMD, panoramic radiography, masticatory test*

¹ Department of Dentistry, Puzi Hospital, Ministry of Health and Welfare, Chiayi, Taiwan, R.O.C.

² Research Center for Humanities and Social Sciences, Academia Sinica, No. 128, Academia Rd., Sec. 2, Nankang Dist., Taipei, Taiwan, R.O.C.

³ Institute of Public Health, School of Medicine, National Yang Ming Chiao Tung University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

⁴ Department of Public Health, College of Public Health, China Medical University, Taichung campus, Taiwan, R.O.C.

⁵ School of Medicine, College of Medicine, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

* Correspondence author E-mail: tachien@sinica.edu.tw

Received: Sep 21, 2023 Accepted: Jan 8, 2024

[http://doi.org/10.6288/TJPH.202402_43\(1\).112102](http://doi.org/10.6288/TJPH.202402_43(1).112102)