

# MILabs U-CT

## 細節決定成敗－新知及應用分享

# 抱著感恩的心 感謝

---



高雄醫學大學  
Kaohsiung Medical University



「魔鬼藏在細節裡」

只有把細節顧好才能成就大事

# MILabs U-CT: 細節決定成敗 – 新知及應用分享

高雄醫學大學

2025/12/10

三

**SPEAKER**

**陳金財** 小動物影像產品經理  
冷泉港生物科技股份有限公司

國立陽明交通大學

生物醫學影像暨放射科學系所

臺北榮民總醫院核子醫學科/放射科

分子影像核心室







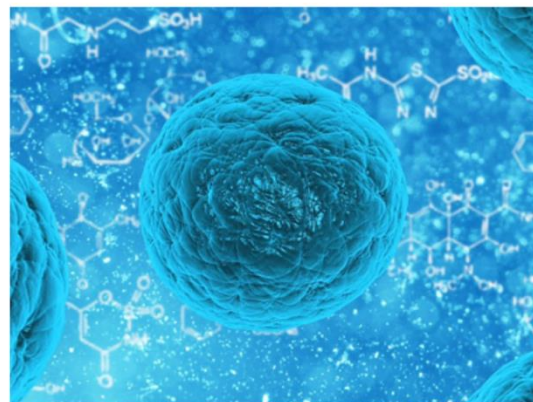
冷泉港生物科技股份有限公司  
COLD SPRING BIOTECH CORP.



精準醫學



自動化設備



單細胞應用

擁有將近

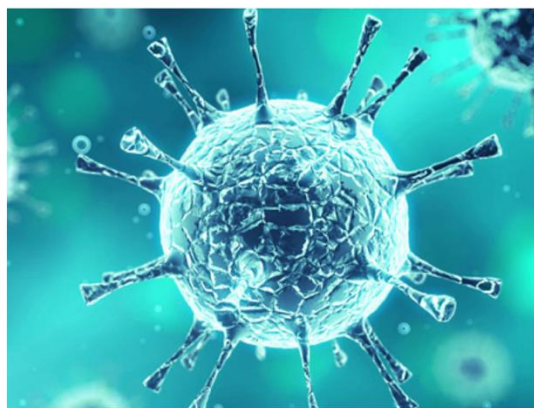
40年

生技科研服務經驗

服務全台超過

100家

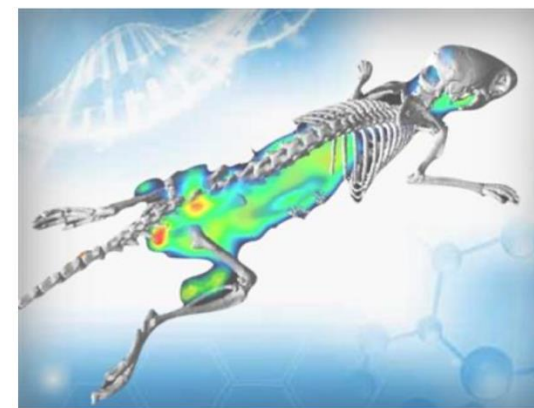
大專院校/醫院/生技公司等



微生物應用



儀器與試劑

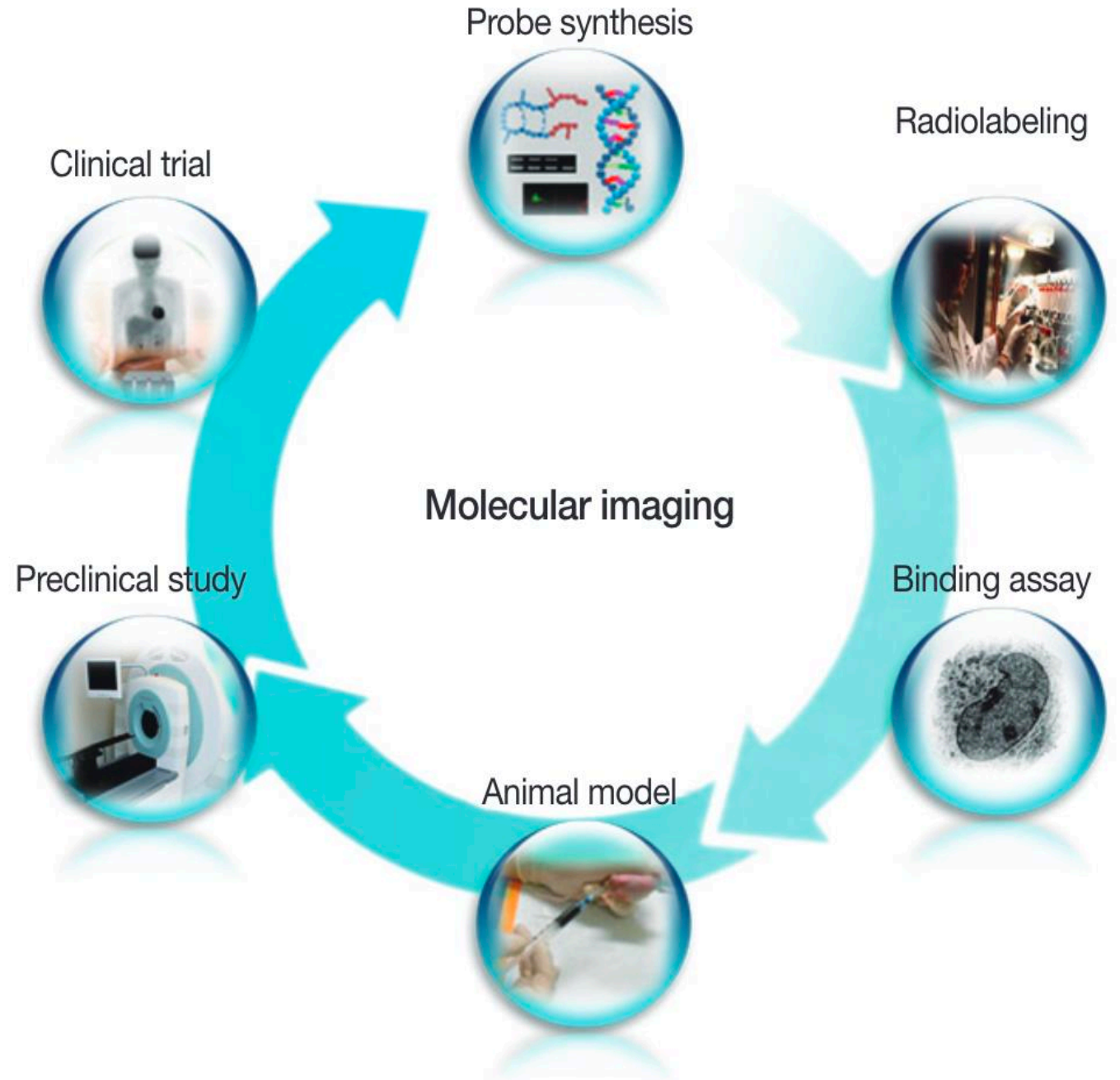


臨床前分子影像

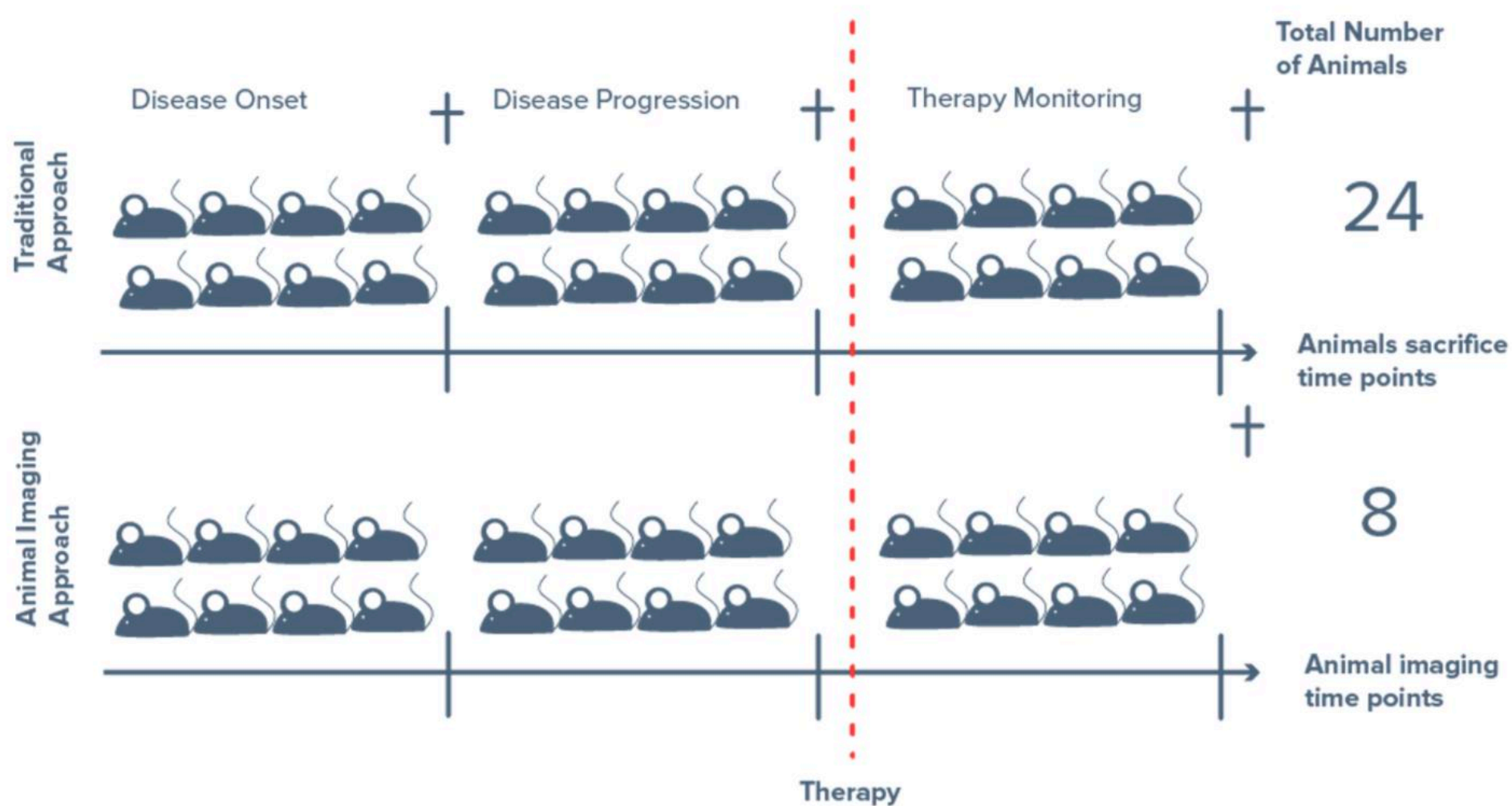
# 分子影像

## molecular imaging

Weissleder學者在2001年提出，運用影像學手段(外部)顯示體內(內部)組織、細胞等的特定分子，在活體狀態時的生理、生化、代謝等反應變化。



# 傳統技術 vs 分子影像技術

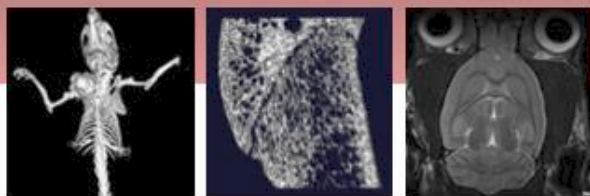


Replacement | **Reduction** | Refinement

分子影像能減少和精準化動物使用

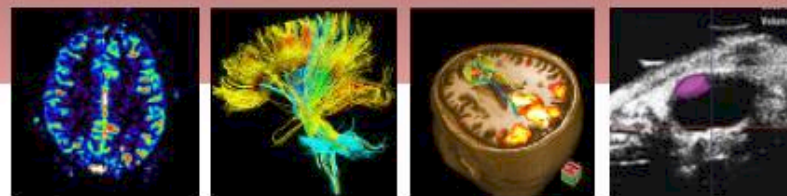


## Anatomic



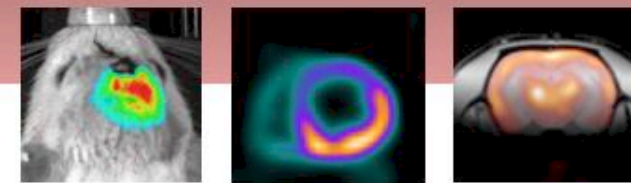
Anatomy; Morphology; Density

## Functional



Perfusion; Blood Flow; Contractility

## Metabolic & Molecular



Glucose; Amino Acids Consumption

Receptor Expression; Enzymatic Activity;  
Gene Expression; DNA

CT/X-Ray

MRI

- ① 空間與結構資訊的最佳造影技術
- ② 對比顯影造影
- ③ 研究使用最基礎的造影技術之一
- ④ 應用非常廣泛

PET/SPECT

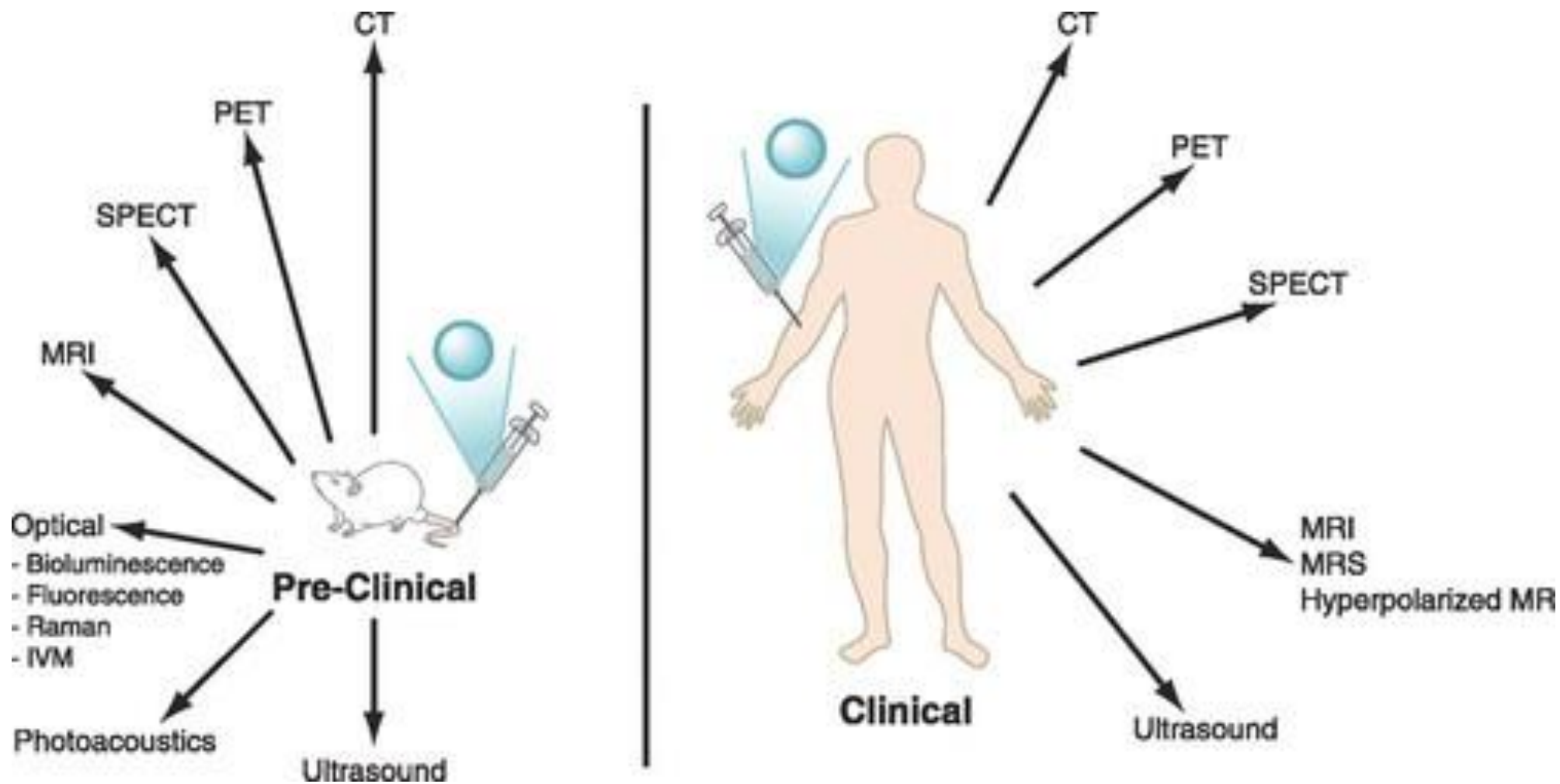
PET/MRI

MSOT

US

Optical

# 小動物影像與臨床影像的差異



除了光學類的影像技術，其他造影技術，臨床有的，小動物都有。

# 微型電腦斷層技術的演進

	過去	現在	
解析度	$\leq 10\ \mu\text{m}$	$\leq 4\ \mu\text{m}$	越看越清楚
造影時間	$\leq 180\ \text{sec}$	$\leq 5\ \text{sec}$	越掃描越快，節省時間
輻射劑量	$\leq 100\ \text{mGy}$	$\leq 2\ \text{mGy}$	輻射越低，減少輻射傷害
其他功能		4D動態掃描 大孔徑中型動物造影 多鼠同時造影 多模組造影	功能越全面

# 微型電腦斷層 (MicroCT)

MicroCT ( Micro Computed Tomography )

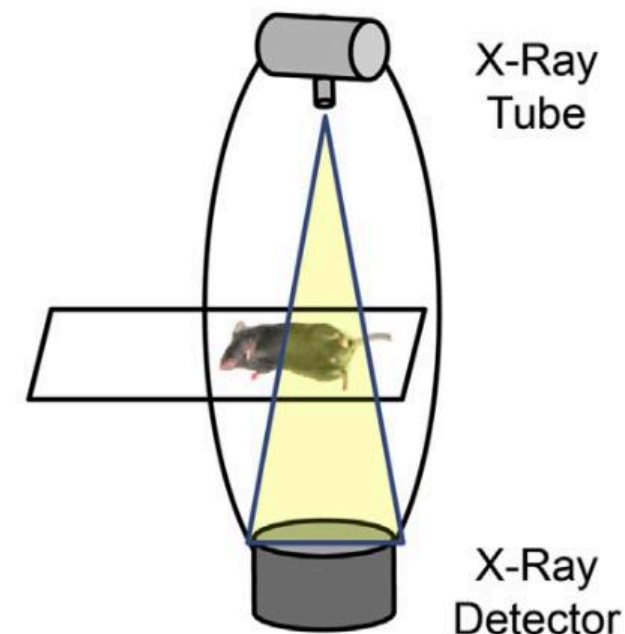
簡稱微型CT、顯微CT

非破壞性的3D造影技術，從外部了解樣品內部細微構造

跟臨床CT最大的差別：

微型CT使用錐束造影技術 ( Cone Beam CT )

可以達到微米 (  $\mu\text{m}$  ) 等級解析度表現





# 電腦斷層就好似...切片的吐司？



大家常吃的吐司，如何能知道裡面是否有葡萄的分佈呢？

就是用刀切下去就對了！  
切成片狀後，就能看的一清二楚了嗎！

「電腦斷層就如同一把刀，能以非侵入的方式，把造影物一層一層的切開」

1. <https://www.elle.com/tw/life/foodie/g32062198/sakimoto-bakery-taiwan-opening/>
2. <https://www.bearbakery.net/products/raisins-toast>



Godfrey HOUNSFIELD  
1919 – 2004

英國電子工程師  
電腦斷層發明者  
Hounsfield Unit (HU)

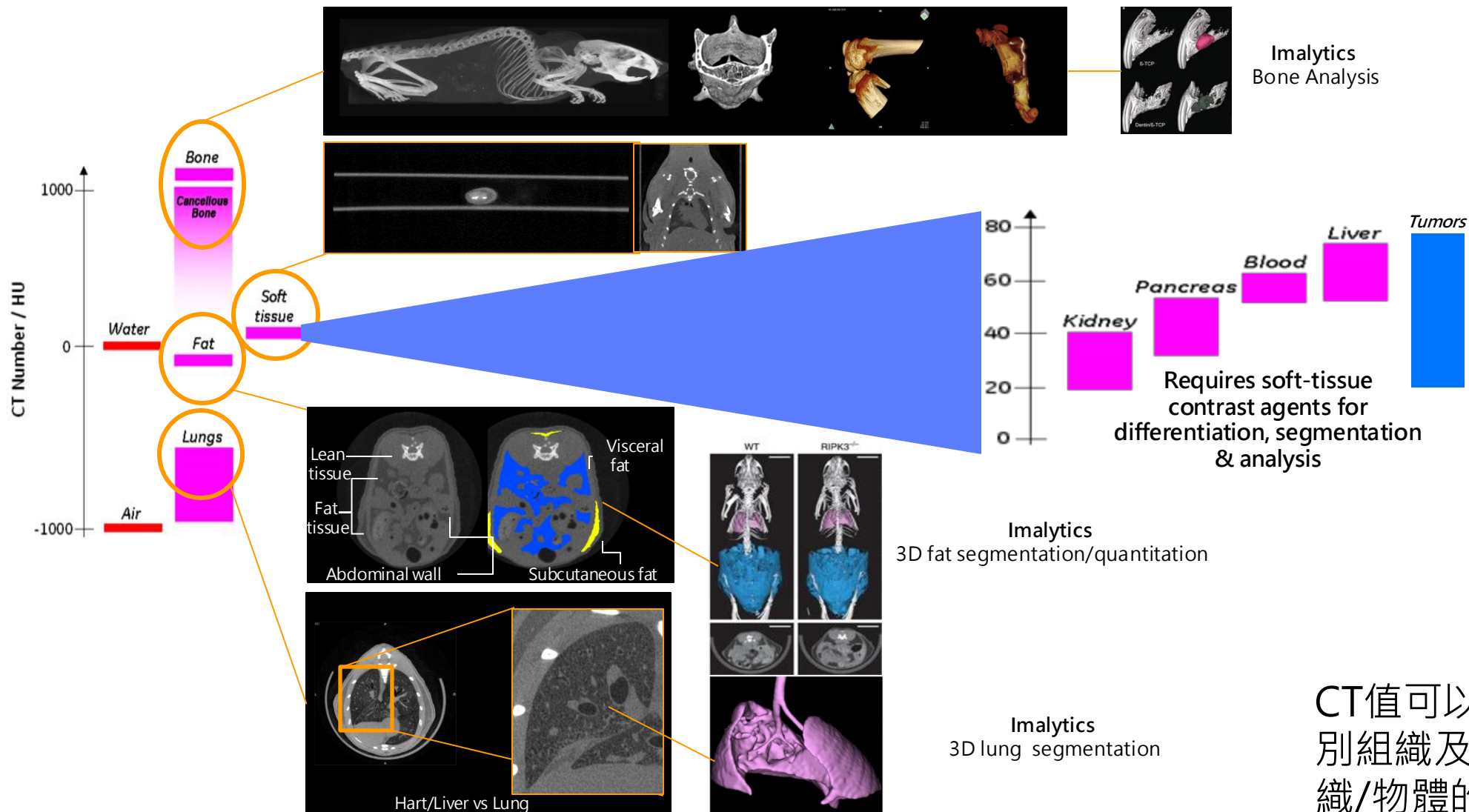
# CT Numbers / HU / CT值

---

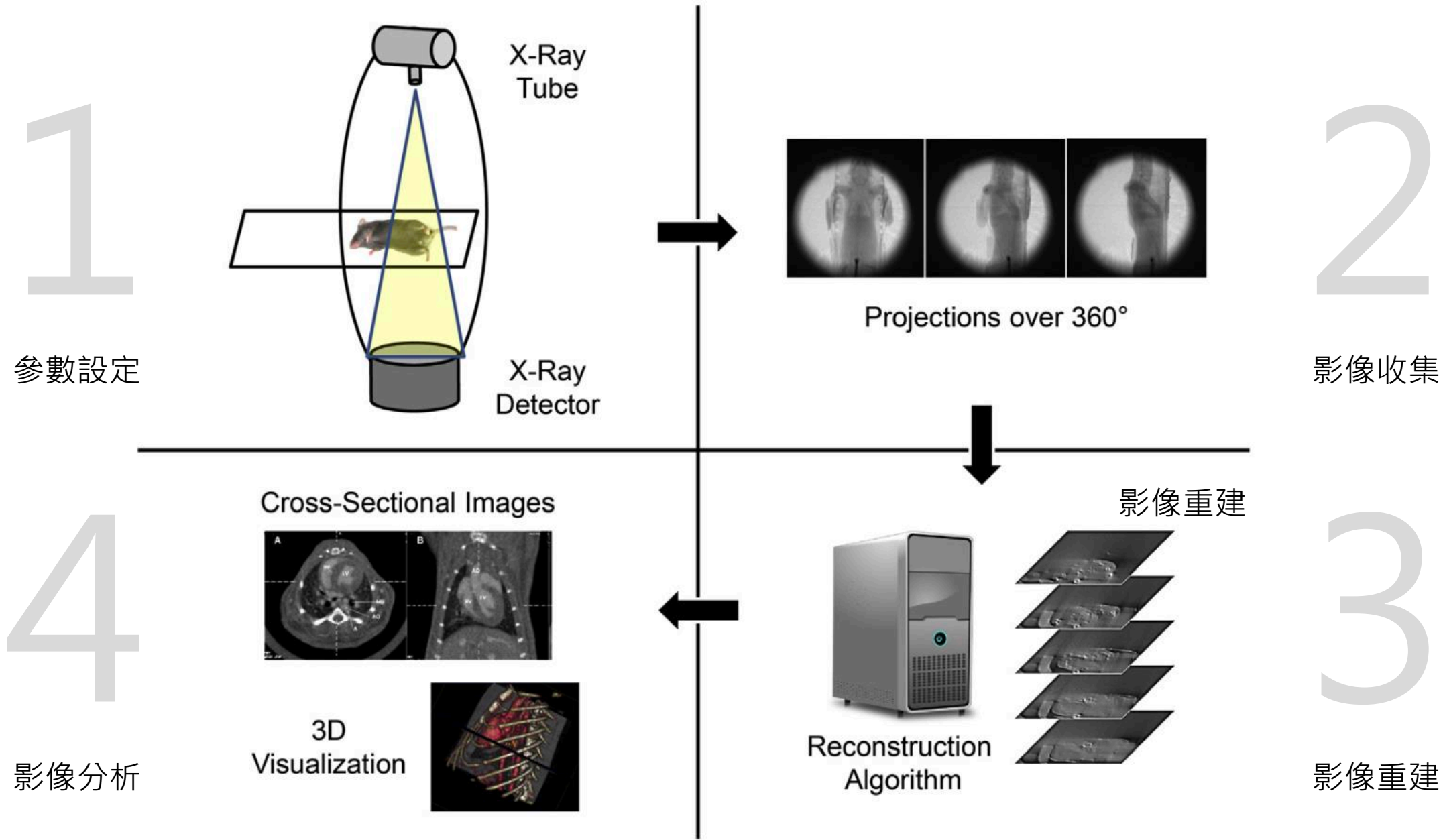
$$\text{HU} = \left( \frac{\mu_{\text{material}} - \mu_{\text{water}}}{\mu_{\text{water}}} \right) \times 1000$$

- 造影物體有不同的組織具有不同的衰減係數，其CT值也各不相同
- 造影物的**密度越高**，X-ray穿透時的**衰減越大**，**CT值越高**
- CT值可以用來識別組織及鑑別組織/物體的性質
- 標準定義空氣HU值是-1000；水HU值是0
- CT影像根據HU值以不同灰階值表示，反應器官和組織對X-ray的吸收/穿透程度

# CT值在影像中代表的意義



# 電腦斷層掃描流程



# 簡介

**MILabs**  
A Rigaku Company







總部：荷蘭烏特勒支

## 技術榮獲許多國際大獎肯定



# 關於 MIILabs

成為 Rigaku (日本理學) 旗下生命科學部門的一員  
由核醫領域權威 Prof. Frederik J. Beekman 領導的團隊進行技術與軟硬體開發  
如同樂高積木般，具備原地擴充升級多模組造影技術  
具備行雲流水般的CT動態造影技術  
探測器固定不動卻能快速又清晰造影的SPECT技術





榮獲世界分子影像大會

年度創新技術獎

如樂高積木般的，  
變形能力。



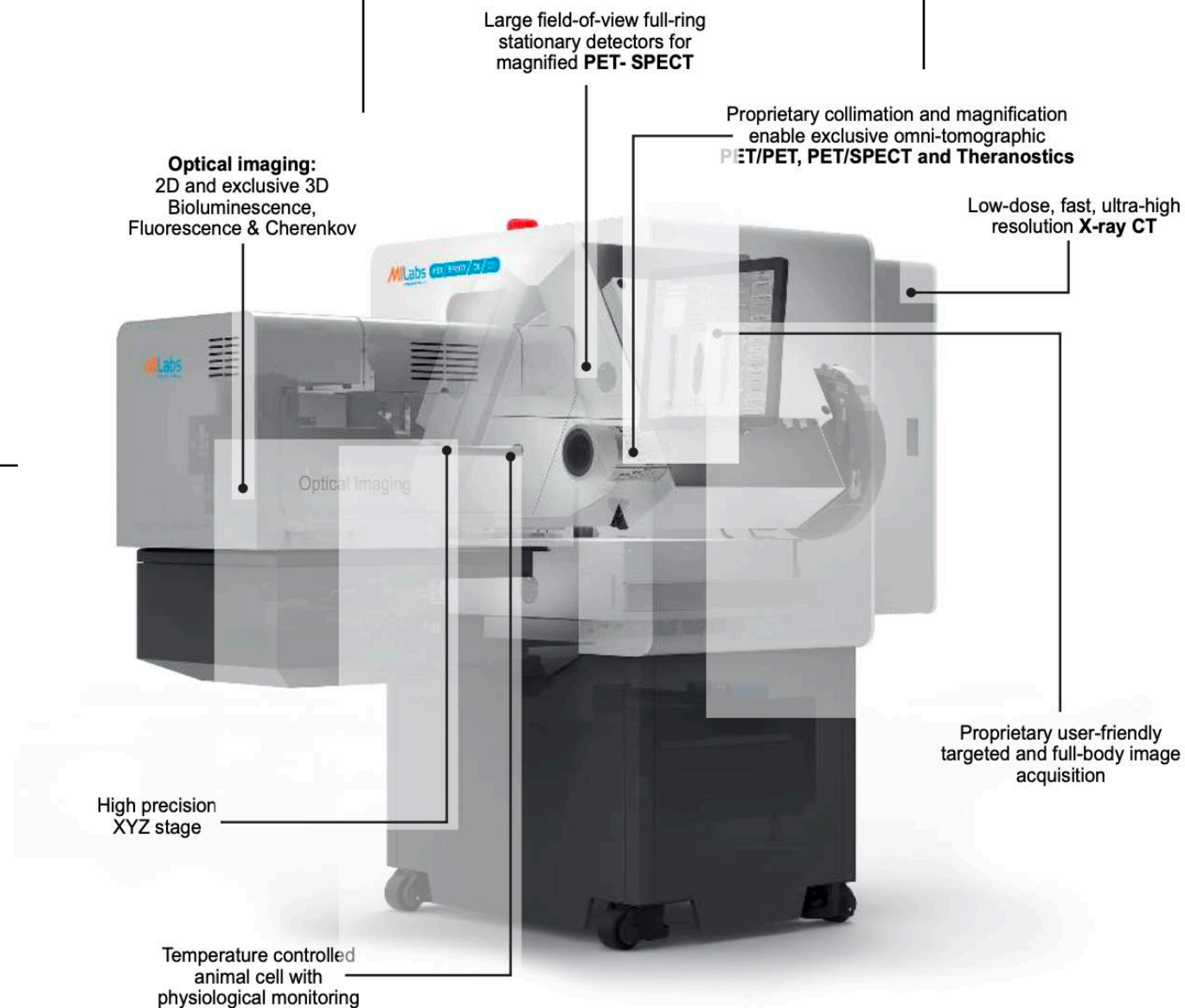
任意組合，  
原地升級。

# Optical

# PET/SPECT

# CT

## 原地升級



## 技術整合

冷泉港生物科技股份有限公司

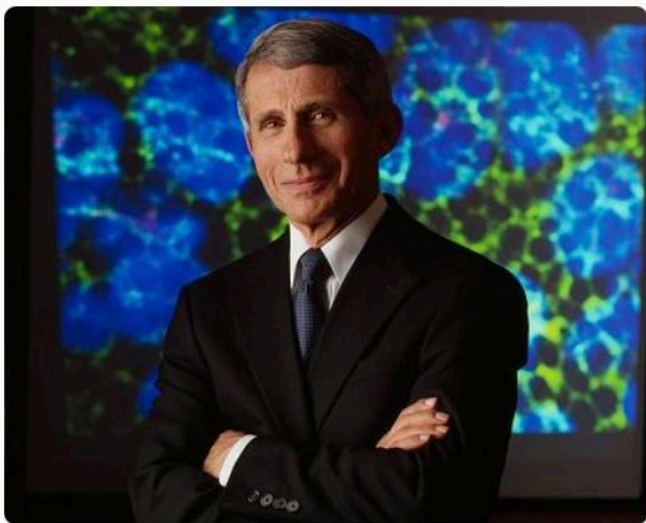
# 全球合作夥伴，無處不在

全球安裝

100+







NIAID Director Anthony S. Fauci,  
M.D.

*Credit: NIAID*

前美國首席防疫專家  
前國家過敏和傳染病研究所所長

# Dr. Fauci

選擇MILabs CT做為肺臟/新冠病毒研究工具



**CRUK Institute for Radiation Oncology, Department of Oncology, University of Oxford, Old Road Campus  
Research Building, Roosevelt Drive, Oxford OX3 7DQ**

Dr Veerle Kersemans  
Lead Biological Scientist, Preclinical Imaging  
Tel : ++44 (0)1865 857124



Before we bought the Millabs scanner, we studied the dose delivery of the PerkinElmer QuantumX system. Although the manufacturers claimed lower radiation doses, this wasn't true (data can be provided). I also had exposure to the Skyscan and it also delivers a high radiation dose to the samples. Moreover, a huge downside for us was that the system is fully closed, can't be accessed easily and created humongous data files. This means that multimodal imaging would have become (nearly) impossible.

In summary, we are very pleased with our Vector4CT system which has met, and exceeded, our expectations for both PET and SPECT imaging. Should you require more information, please don't hesitate to get into contact.

Yours sincerely,

Dr Veerle Kersemans



可信賴、品質肯定

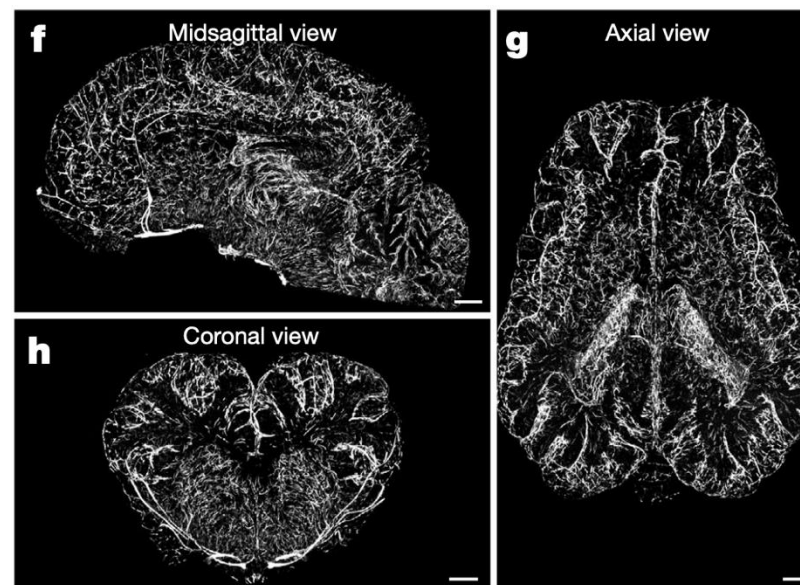
英國牛津大學使用者親筆信



# Restoration of brain circulation and cellular functions hours post-mortem

Zvonimir Vrselja<sup>1,2,18</sup>, Stefano G. Daniele<sup>1,2,3,18</sup>, John Silbereis<sup>1,2</sup>, Francesca Talpo<sup>1,2,4</sup>, Yury M. Morozov<sup>1,2</sup>, André M. M. Sousa<sup>1,2</sup>, Brian S. Tanaka<sup>5,6,7</sup>, Mario Skarica<sup>1,2</sup>, Mihovil Pletikos<sup>1,2,8</sup>, Navjot Kaur<sup>1,2</sup>, Zhen W. Zhuang<sup>9</sup>, Zhao Liu<sup>9,10</sup>, Rafeed Alkawadri<sup>6,11</sup>, Albert J. Sinusas<sup>9,10</sup>, Stephen R. Latham<sup>12</sup>, Stephen G. Waxman<sup>5,6,7</sup> & Nenad Sestan<sup>1,2,13,14,15,16,17\*</sup>

336 | NATURE | VOL 568 | 18 APRIL 2019

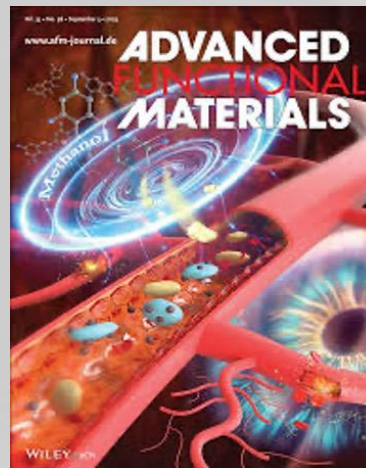
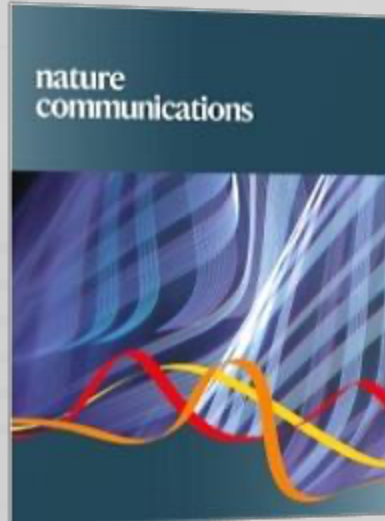
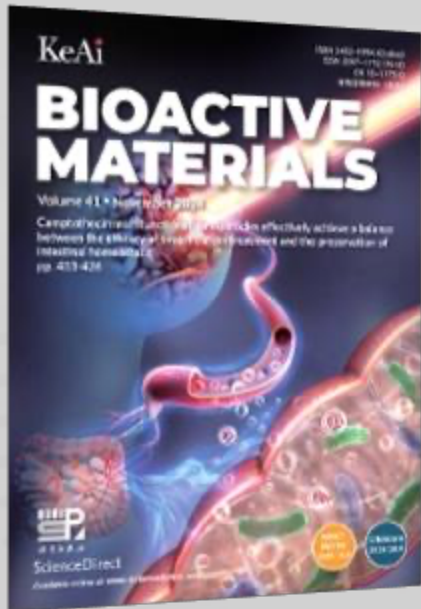


Yale

NATURE,  
也能發現我們CT掃描的結果



# nature



累積發表文章數

1000+

資料庫豐富，研究多精彩。

# 應用

---

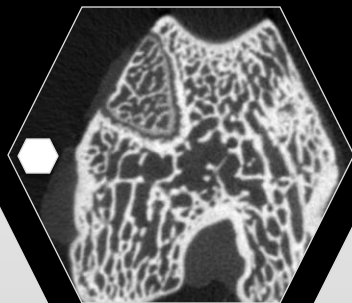
**MILabs**  
A Rigaku Company



# 為何需要高解析度CT？

骨密度分析，能清楚的觀察活體骨組織密度的細微流失變化。

骨密度  
造影



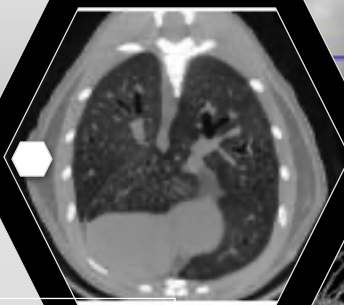
心臟血  
管造影

脂肪組  
織造影

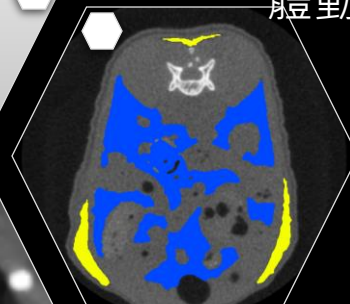
脂肪分離準確，清楚定義出脂肪組織與肌肉組織的邊界

高解析度能清楚的看到活體動物體內血管的分布

肺臟組  
織造影



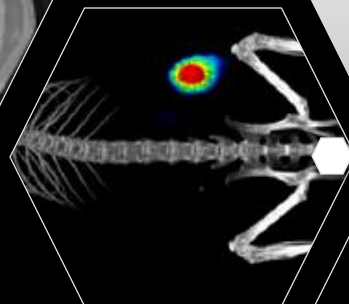
多模式  
造影



離體組  
織造影



對比顯  
影造影



結構組  
織造影



解析度好，可以較容易的區分各個組織與器官

解析度足夠好的情況下，可以清晰的看到肺臟實質組織、氣管與血管分布狀況。

WL: 847 WW: 591

SAR



# 高解析度 3D骨骼造影

對比劑注射後  
利用3D影像呈現方式  
觀察骨骼內的血管分佈狀況

SPL

IAR



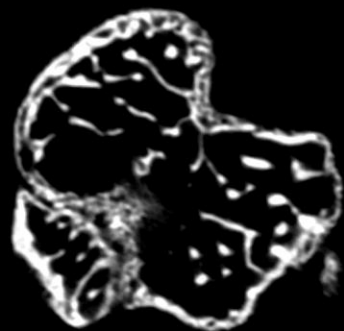
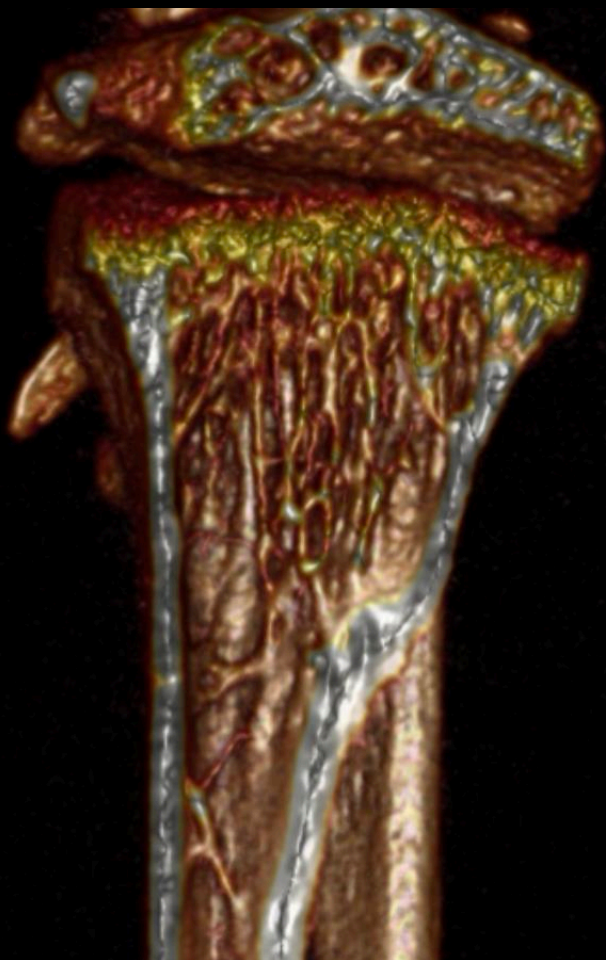
IPL

S-I: -2.6  
L-R: -130.3  
Roll: 45.6

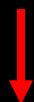


# 骨質密度分析。

“只有高解析度掃描，才能獲得「清晰」的影像，提供足以信賴的骨質密度分析結果”



Original micro-CT image



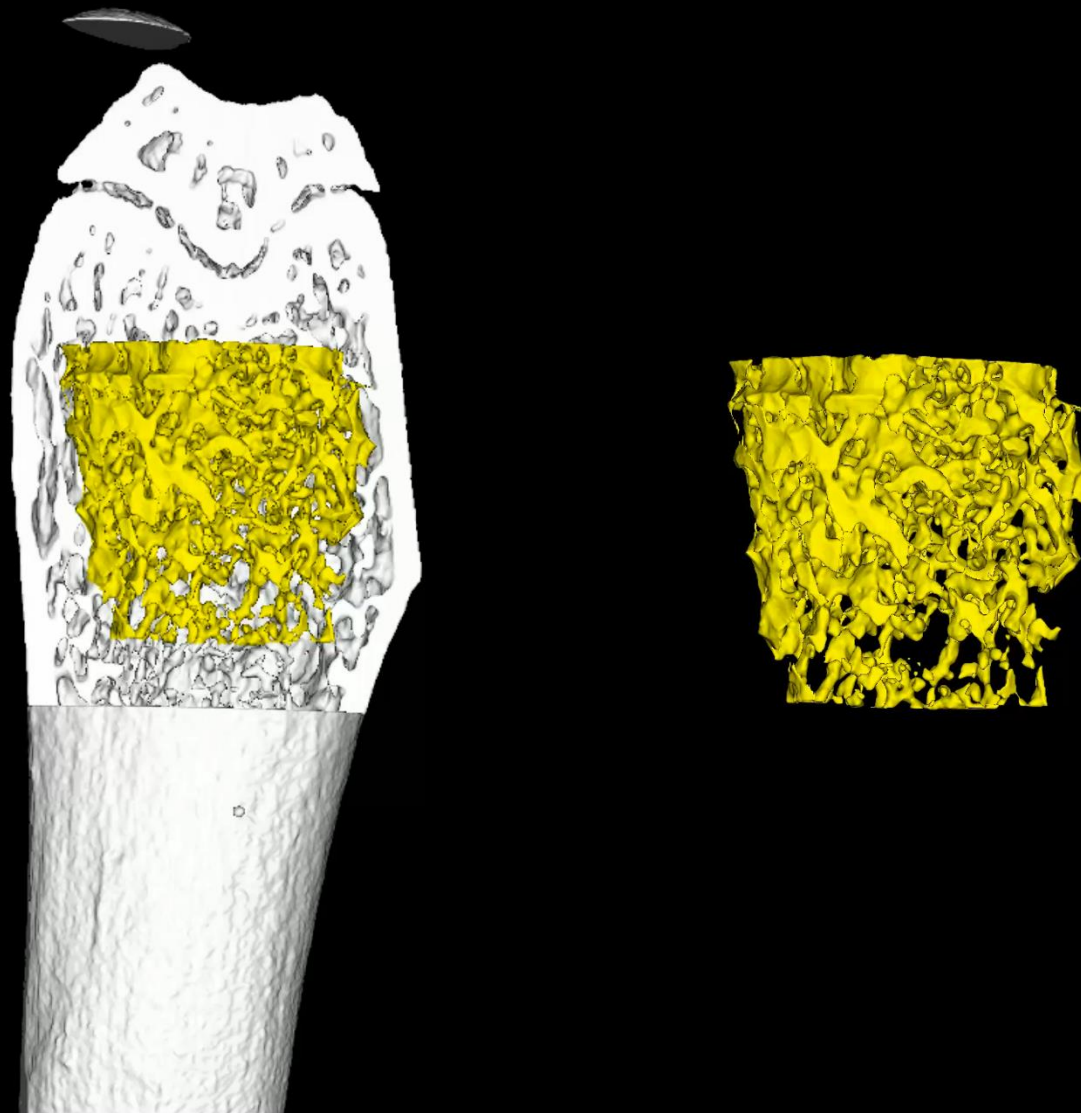
Segmented micro-CT image

Abbreviation	Number	Unit
TV	3030699	cm <sup>3</sup>
BV	319494	cm <sup>3</sup>
BV/TV	0.105	%
BS/BV	25.147	1/cm
Tb.Th	10.688	cm
Tb.Sp	29.709	cm
Tb.N	60	1/cm
BMD	897.8362	mg/cc

骨質密度分析結果

# 3D

## 骨質密度 呈現及分析。

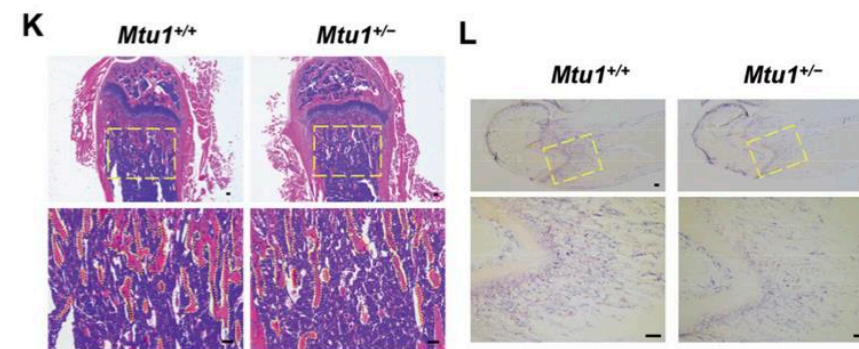
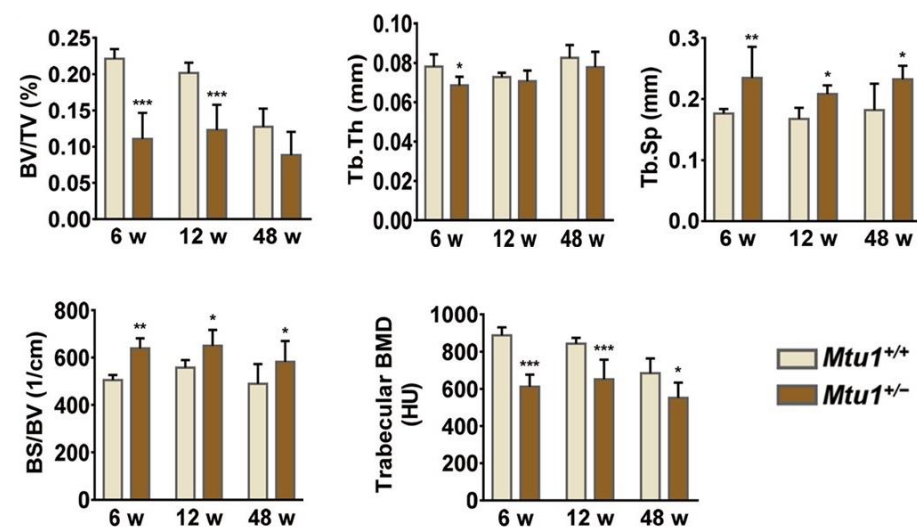
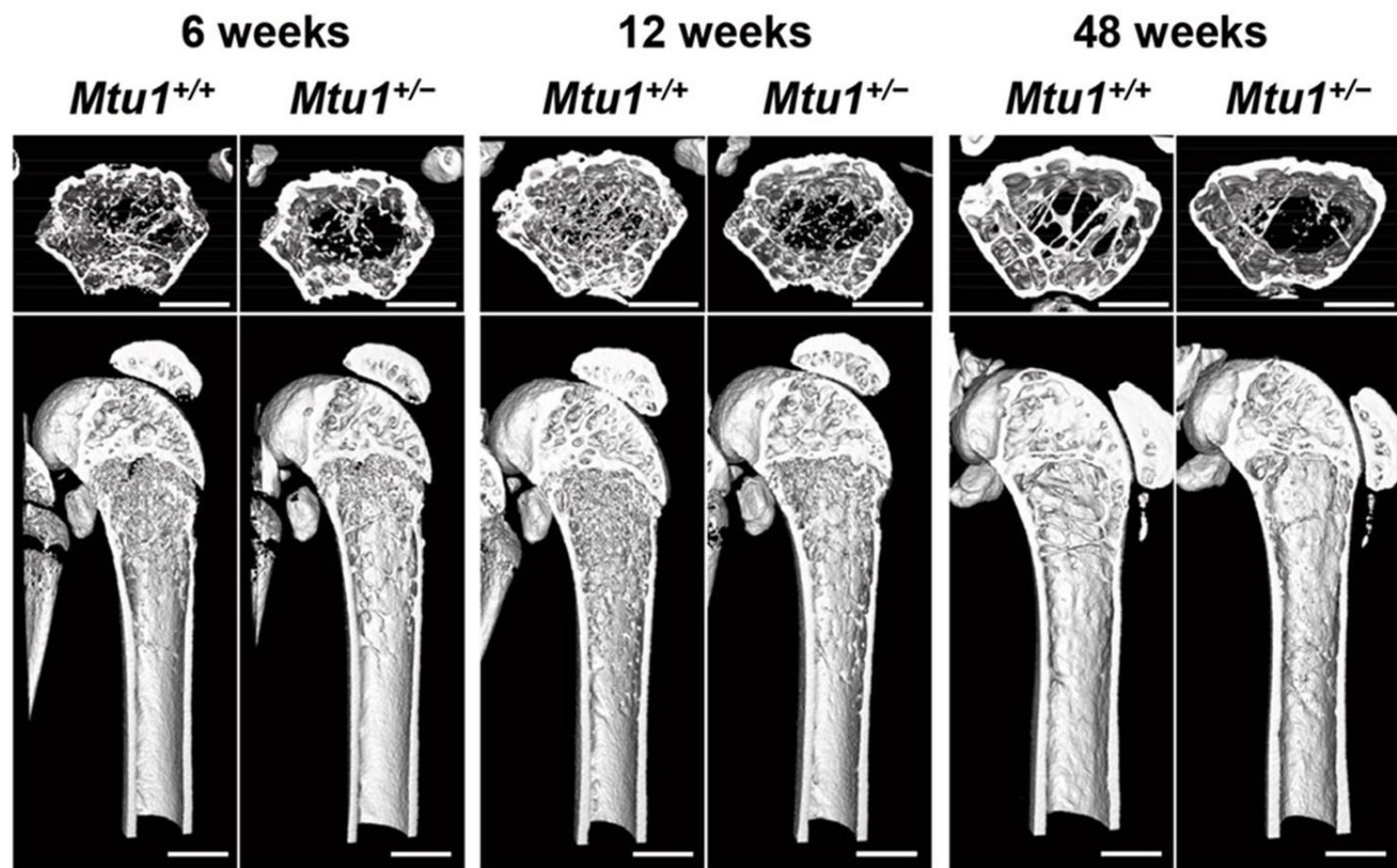


BV [cm <sup>3</sup> ]	TV [cm <sup>3</sup> ]	BV/TV [%]	BS [cm <sup>2</sup> ]	BS/BV [1/cm]	BMD [a.u.]	Tb.Th [cm]	Tb.Sp [cm]	Tb.N [1/cm]
0.0006907	0.00118892	58.0944	0.273952	396.632	1651.84	0.00949752	0.0189891	35.1042

# 利用CT追蹤骨密度的變化。



Cell Death  
& Disease

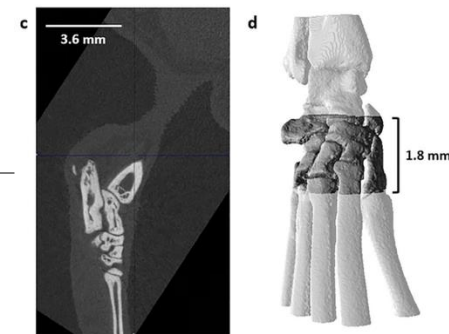


浙江大學研究團隊利用高解析度MILabs U-CT發現了Mtu1基因剔除小鼠會引起的骨密度流失與形態變化的現象。

- 研究人員發現Mtu1<sup>+/-</sup>基因缺陷與骨分化有關
- Mtu1<sup>+/-</sup>缺陷小鼠表現出明顯的骨質減少現象



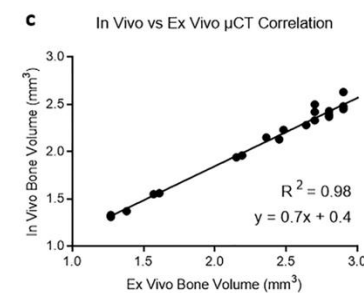
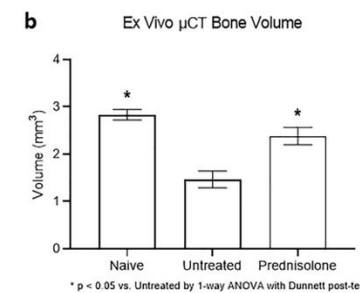
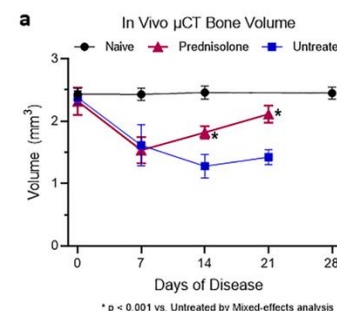
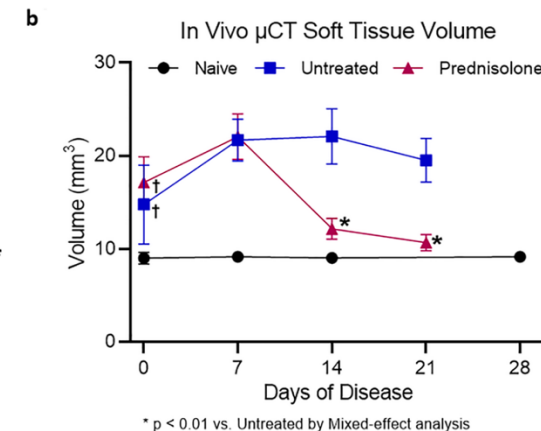
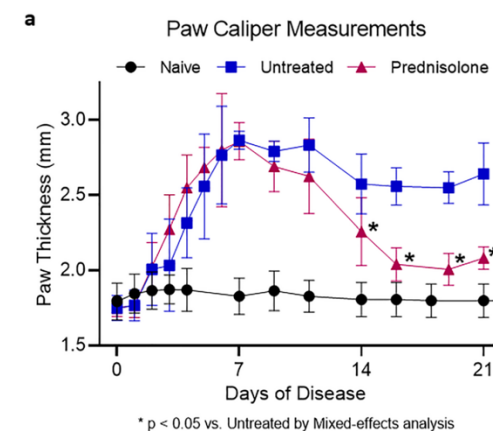
# 利用 $\mu$ CT追蹤小鼠關節炎的治療狀況。



Naive

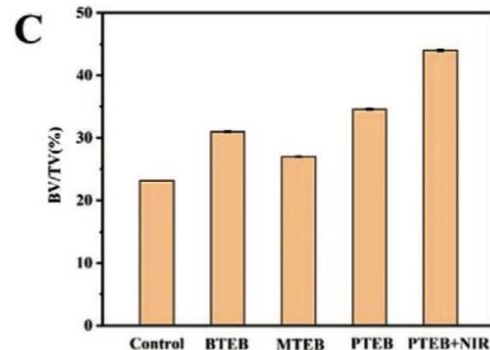
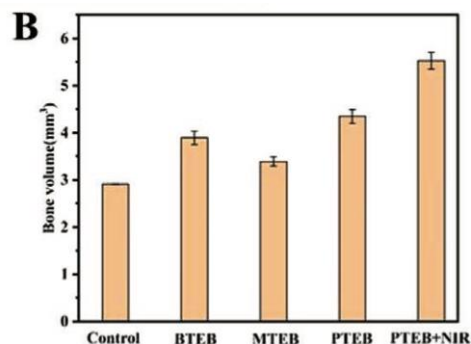
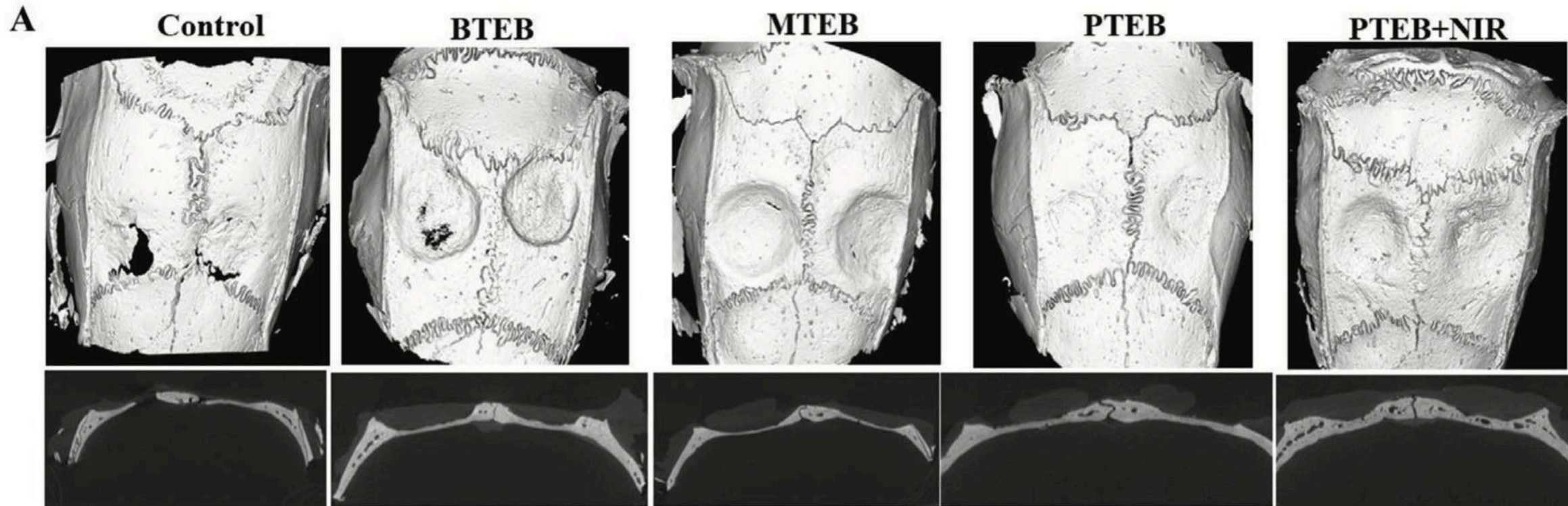
Untreated

Prednisolone



利用MicroCT得到的3D影像結果，用以觀察關節炎小鼠在給予醣類皮質激素 ( glucocorticoids ) 治療後的效果評估，從結果中明顯發現治療後的骨量有明顯的回覆

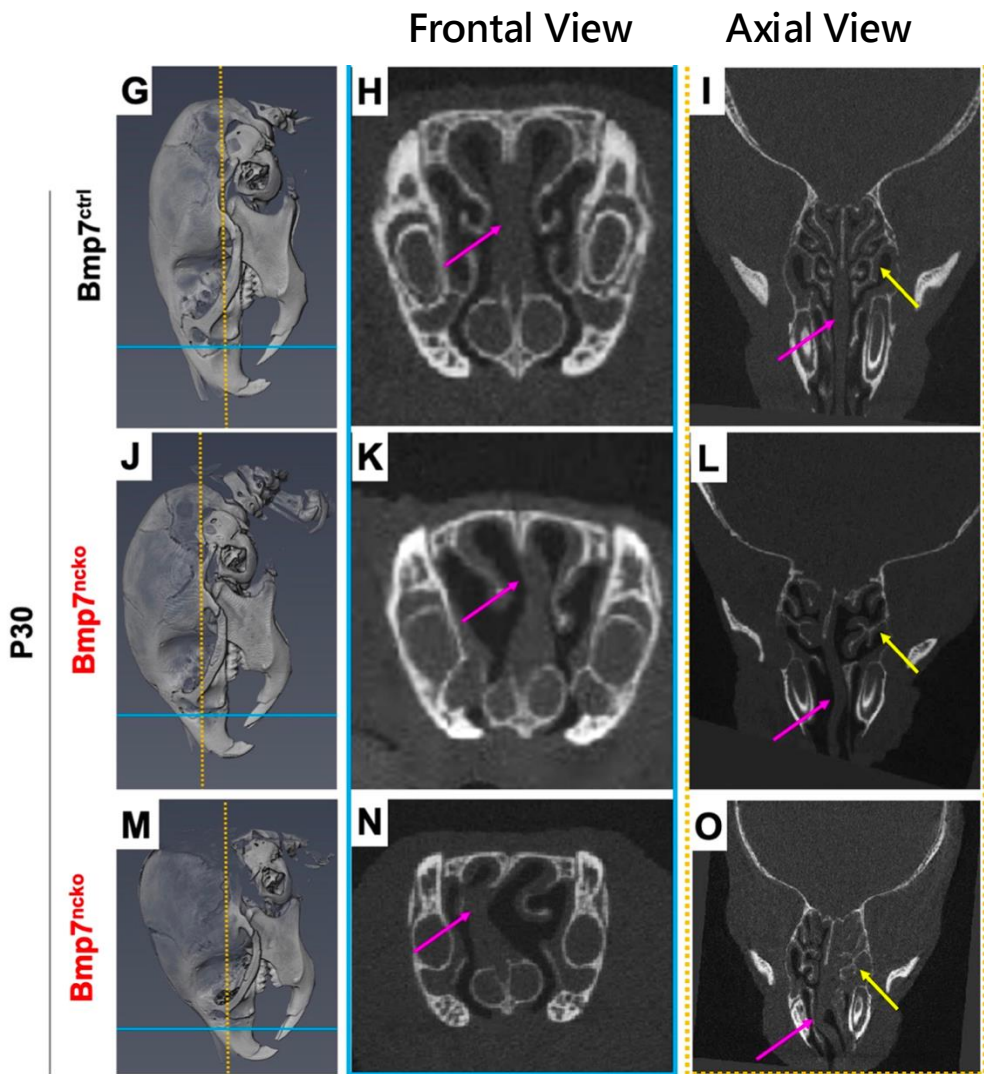
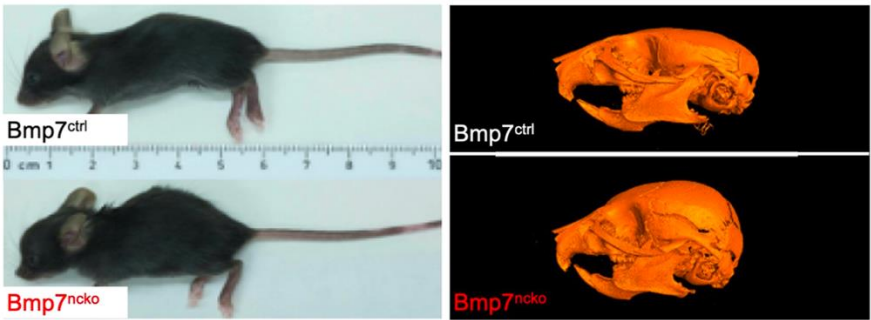
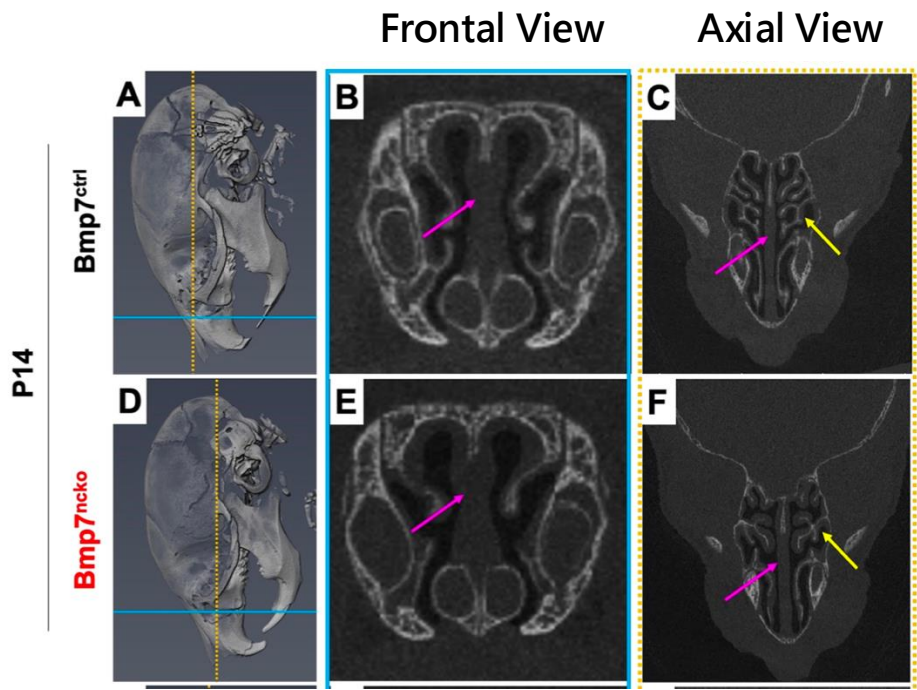
# 利用CT追蹤大鼠頭顱骨增長狀況。



- 團隊開發了一種具有骨誘導增生能力的新型光熱組織工程骨(PTEB)。
- 在近紅外光的照射下會促使PTEB促進rBMMSCs的增殖和成骨分化。
- U-CT掃描結果證實了PTEB在再生醫學方面具有巨大潛力，能讓骨缺損的老鼠擁有骨再生的能力。



# 利用CT觀察氣道阻塞和呼吸障礙。



利用 $\mu$ CT觀察到第2周的突變小鼠有異常的鼻間隔彎曲和發現有粘膜腫脹狀況。



# 金屬植入物造影。



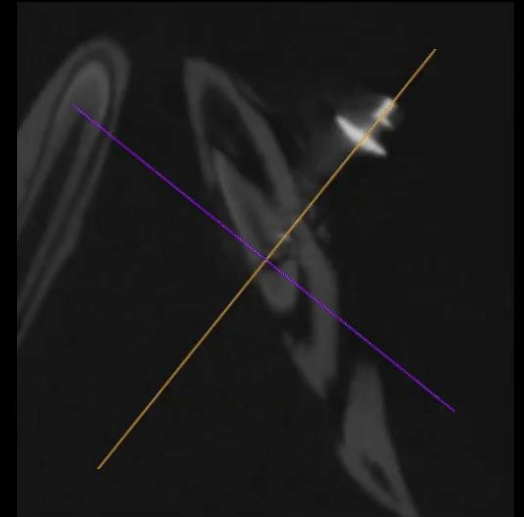
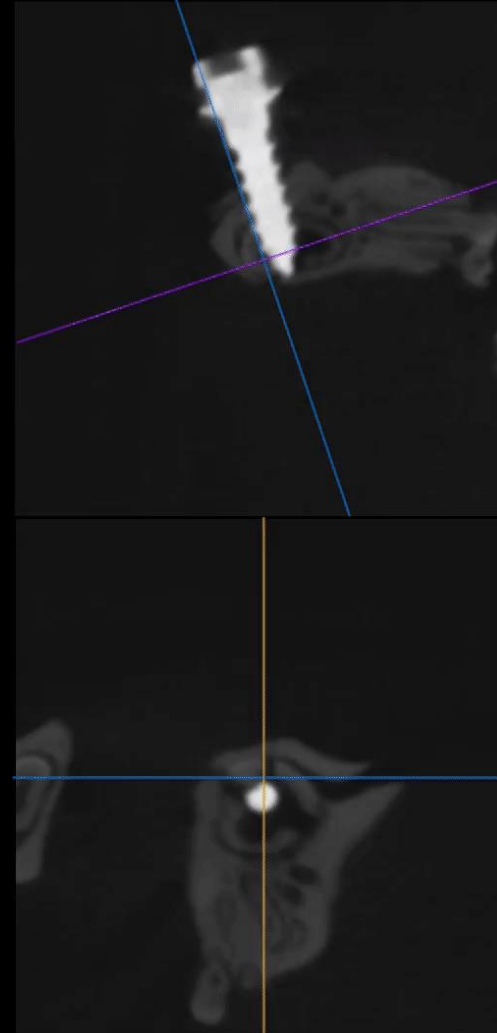
UNIVERSITY OF  
ALBERTA

WW: 4400

PLS

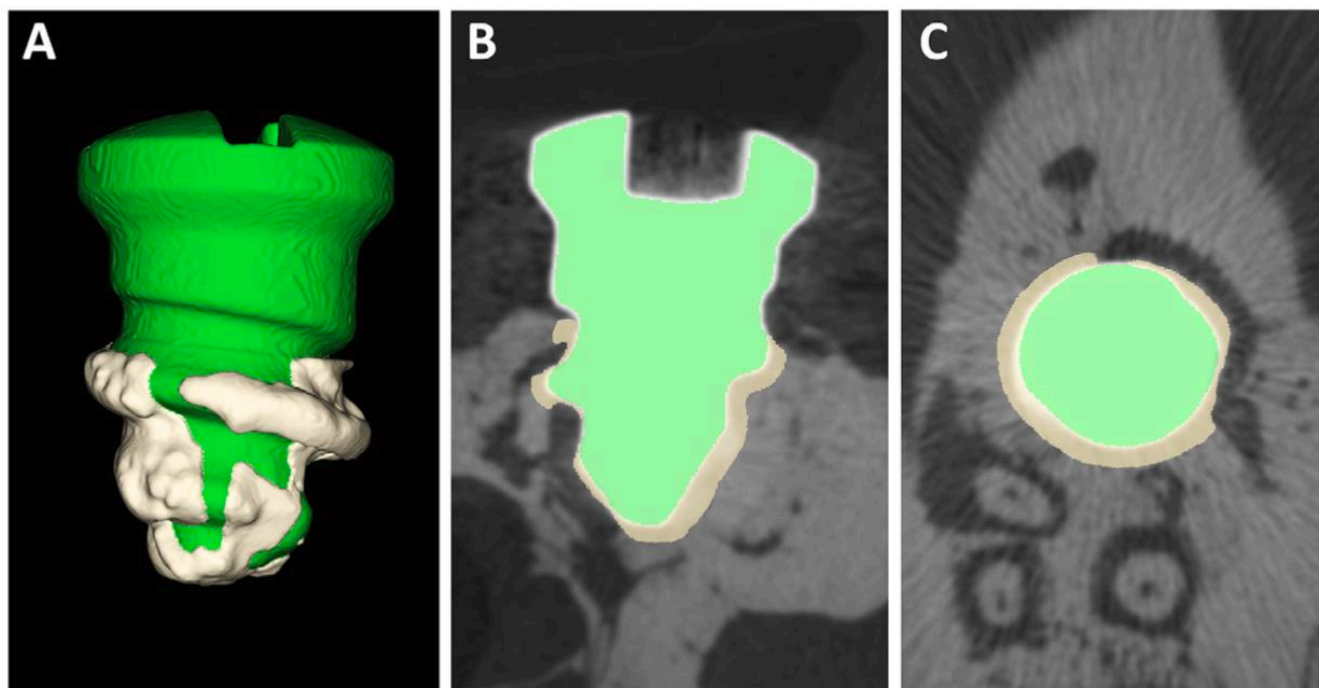
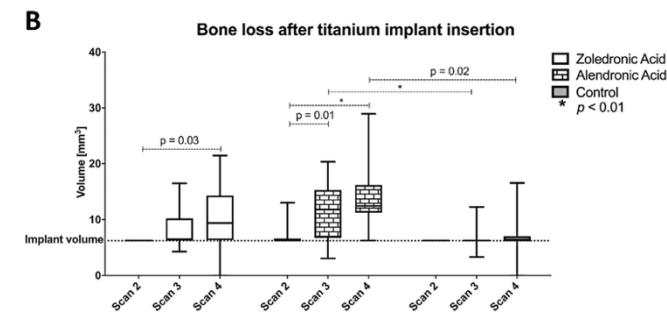
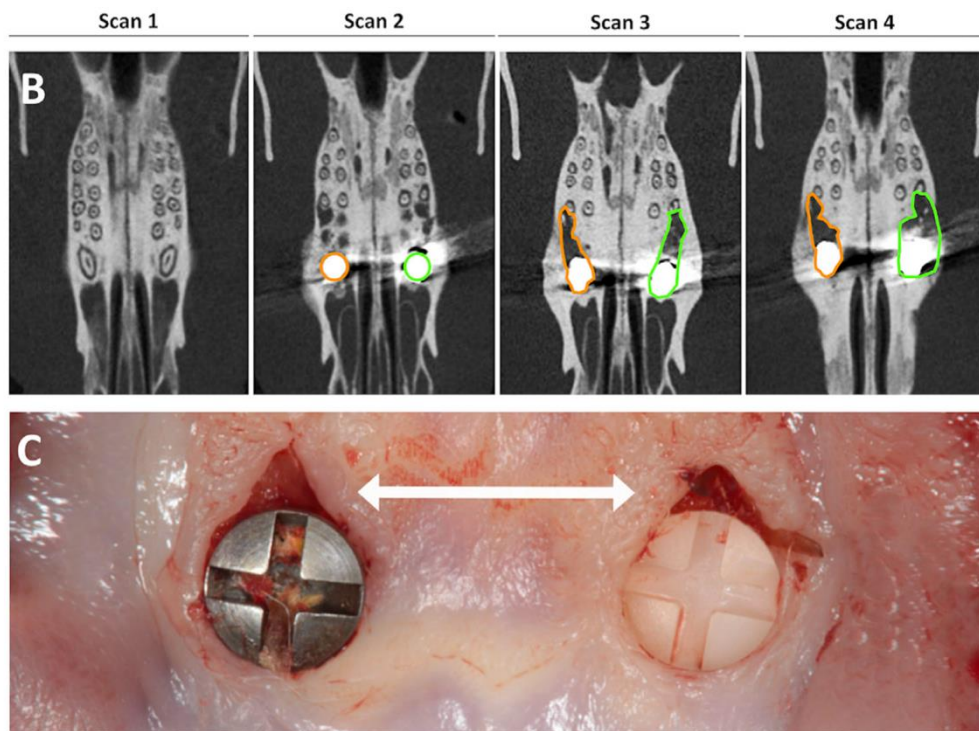


SR





# 利用CT觀察金屬植入物骨增生造影。



利用Micro-CT來觀察不同植入物對於骨質流失及植入處的骨骼生長狀況評估。

Institute for  
Experimental  
Molecular Imaging

RWTH AACHEN  
UNIVERSITY



# 3D活體 腦血管造影

牛津大學利用 MILabs CT 進行了高解析度的小鼠3D腦血管成像。

只有足夠高的解析度，才能清楚看到大腦內部的腦血管分布走向，得以進行腦腫瘤、腦中風、腦栓塞等研究。



# 小鼠下肢 電腦斷層血管攝影

PR

AL

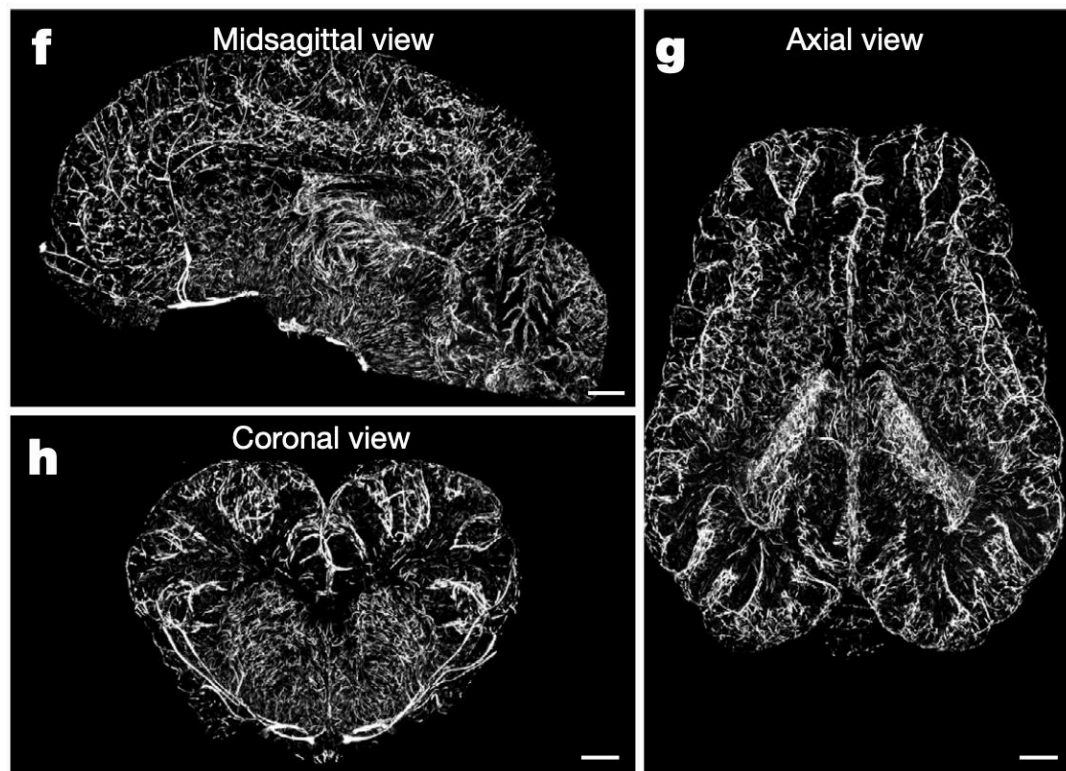
小鼠下肢血管在高解析度掃描下，能看得非常的清楚，有助於下肢血管阻塞、血管新生、腳中風等疾病的診斷



S-I: 2.3  
L-R: -66.0  
Roll: -0.8



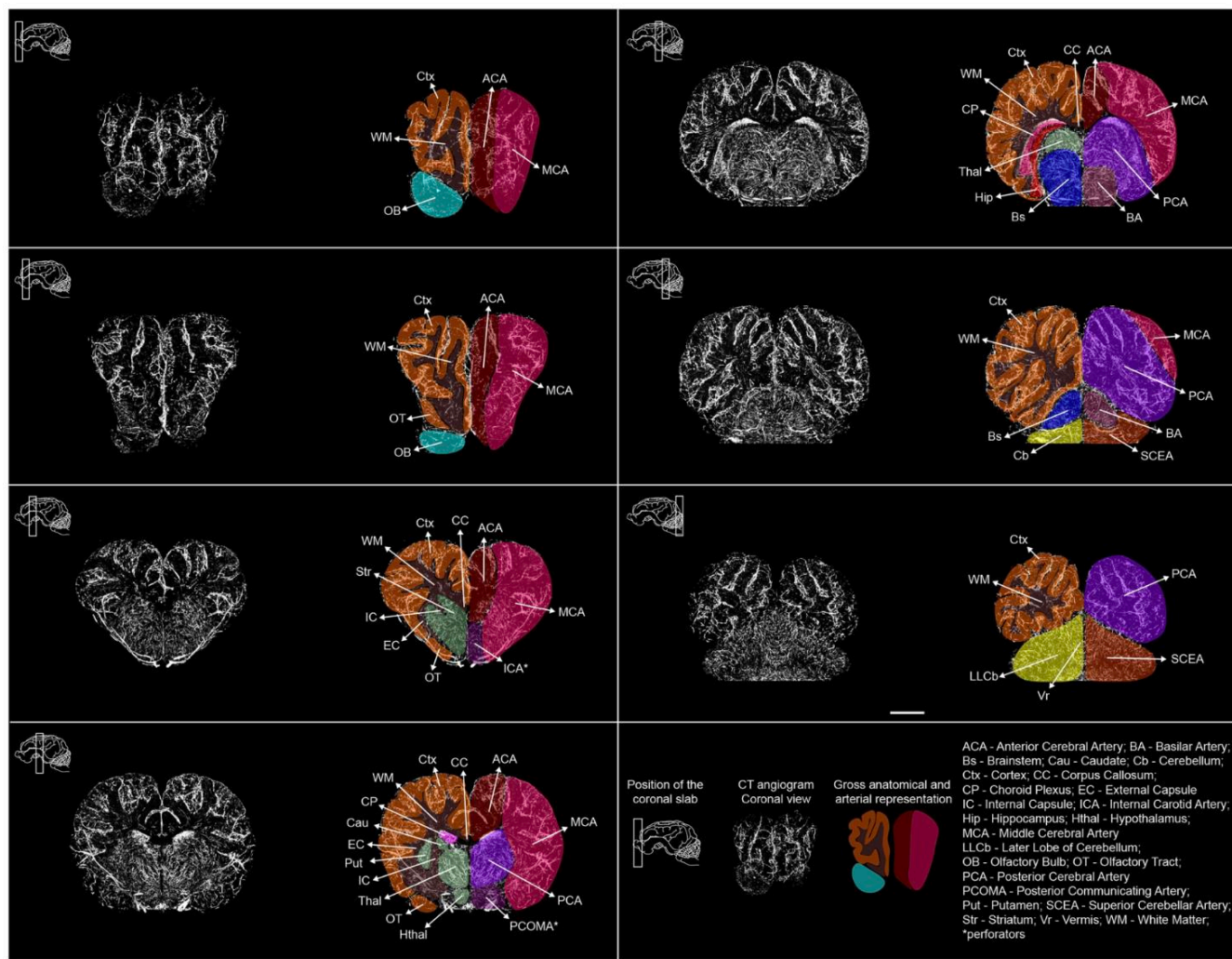
# 利用CT觀察豬腦在死後的腦血管分佈狀況。



- 這是豬腦標本在常溫下CT腦血管造影結果。
- 團隊利用CT掃描可以完整的獲得離體腦標本在死後4小時的腦血管分佈狀況。



Yale University  
School of Medicine



# 3D活體 心臟造影

牛津大學

利用MILabs CT進行了高解析度的3D心臟造影  
搭配門控造影技術「捕抓」心臟跳動的畫面

WL: 786 WW: 793

SA

L

AI

PS

OSTRA

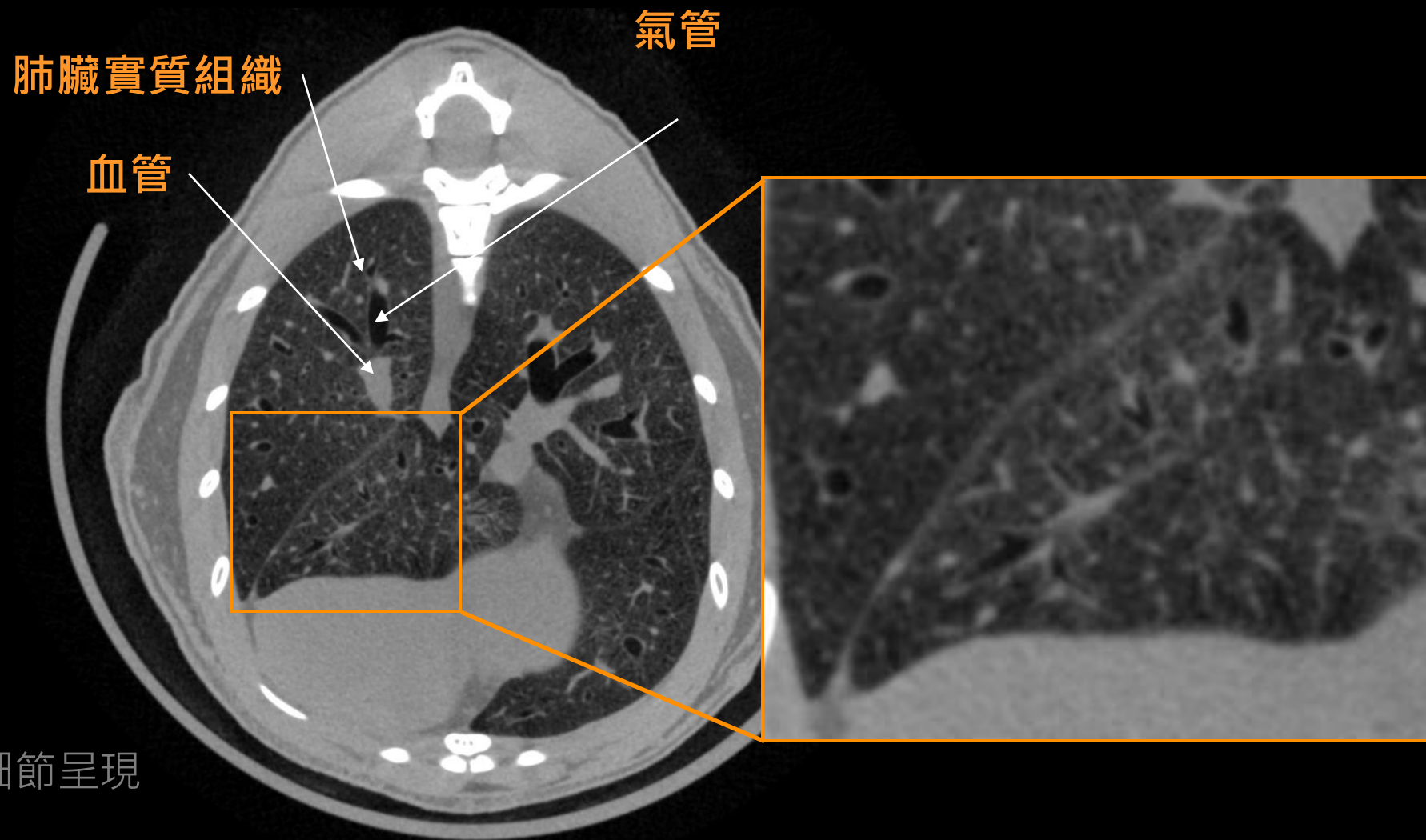
IP

S: -1.2  
L: 86.4  
R: -23.0





# 肺臟造影。

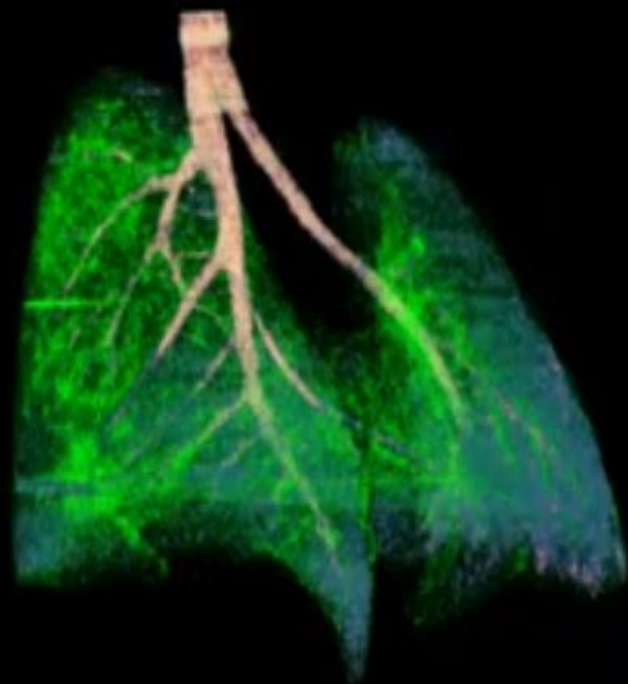


高清晰的肺臟掃描  
能清楚的看到肺臟細節呈現



# 3D

## 肺臟分割



Air map

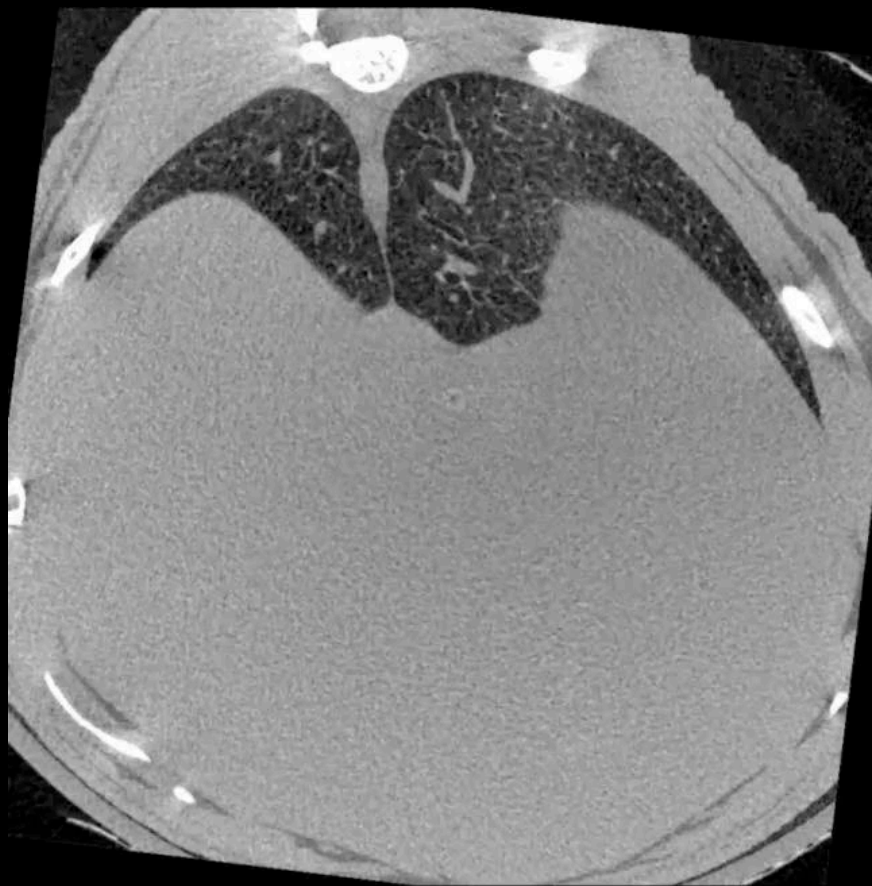


Tissue map

Merge

# 利用CT進行肺臟腫瘤造影

正常的肺臟「乾淨無瑕」；彌撒性腫瘤的肺臟「混濁不清」



Healthy control (LAIR KO)

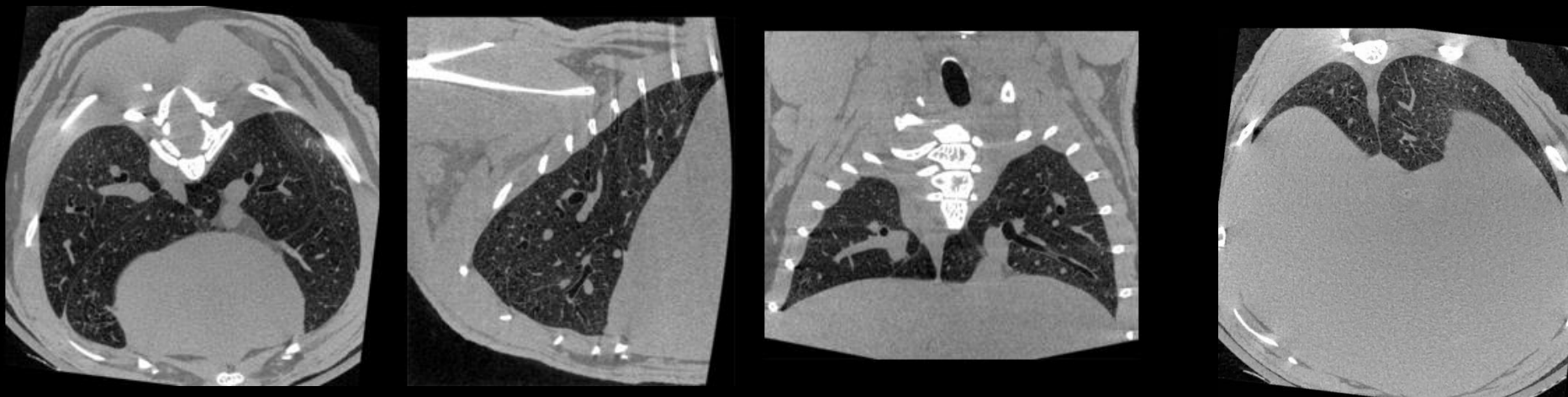


Lung tumor (+mLAIR)

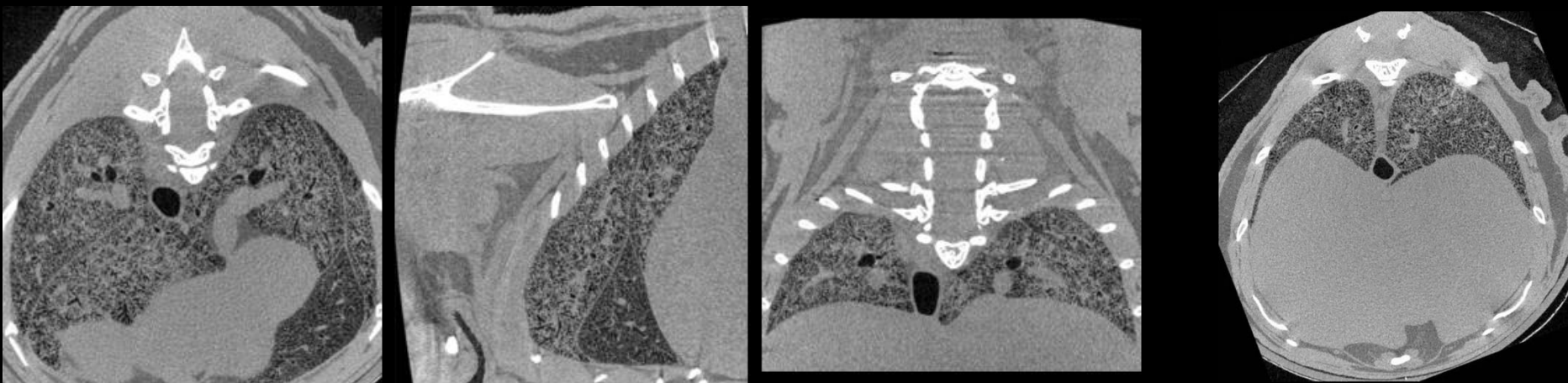
# 利用CT進行肺臟腫瘤造影

正常的肺臟「乾淨無瑕」；彌撒性腫瘤的肺臟「混濁不清」

正常肺臟



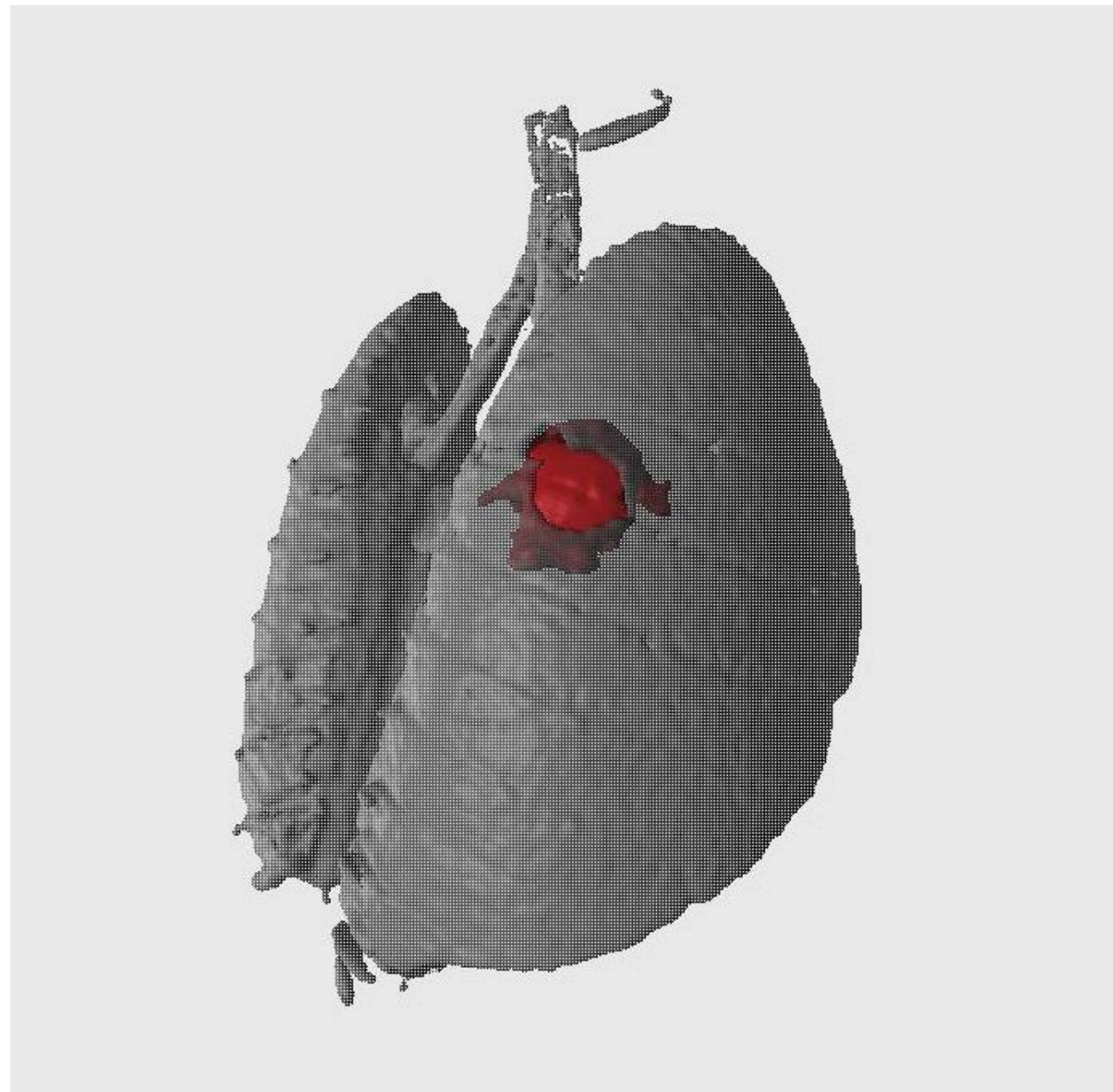
肺臟腫瘤





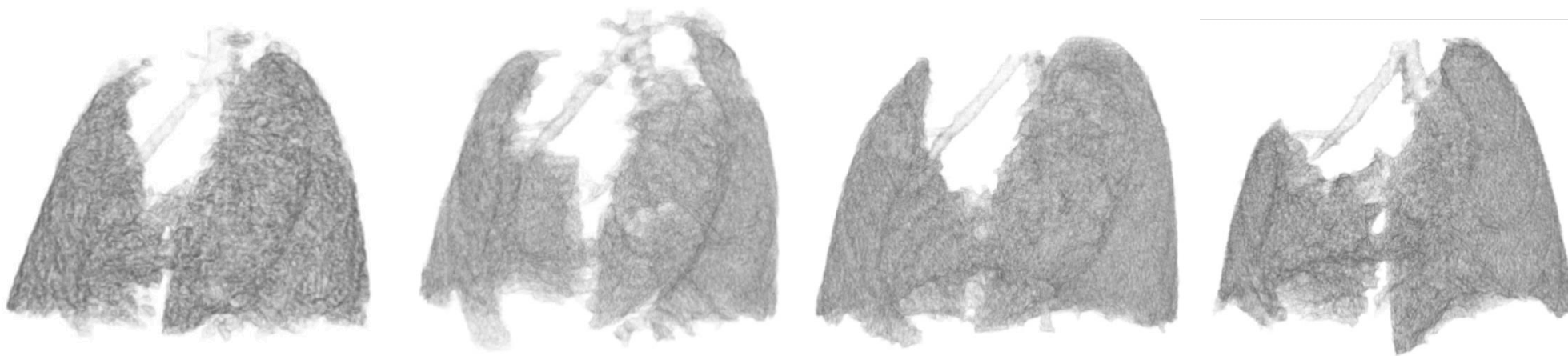
# 利用CT進行肺臟腫瘤造影。

從3D小鼠肺臟造影結果  
可以看到肺臟腫瘤精確的深度、大小及位置



# 肺臟纖維化造影

利用CT掃描結果分析肺臟在纖維化，給予藥物治療前後肺臟體積大小的變化



群組	SHAM	BLM	NTD	GFP
體積	0.93	0.6	0.85	0.56
體素	2487606	1584304	2249397	1562031

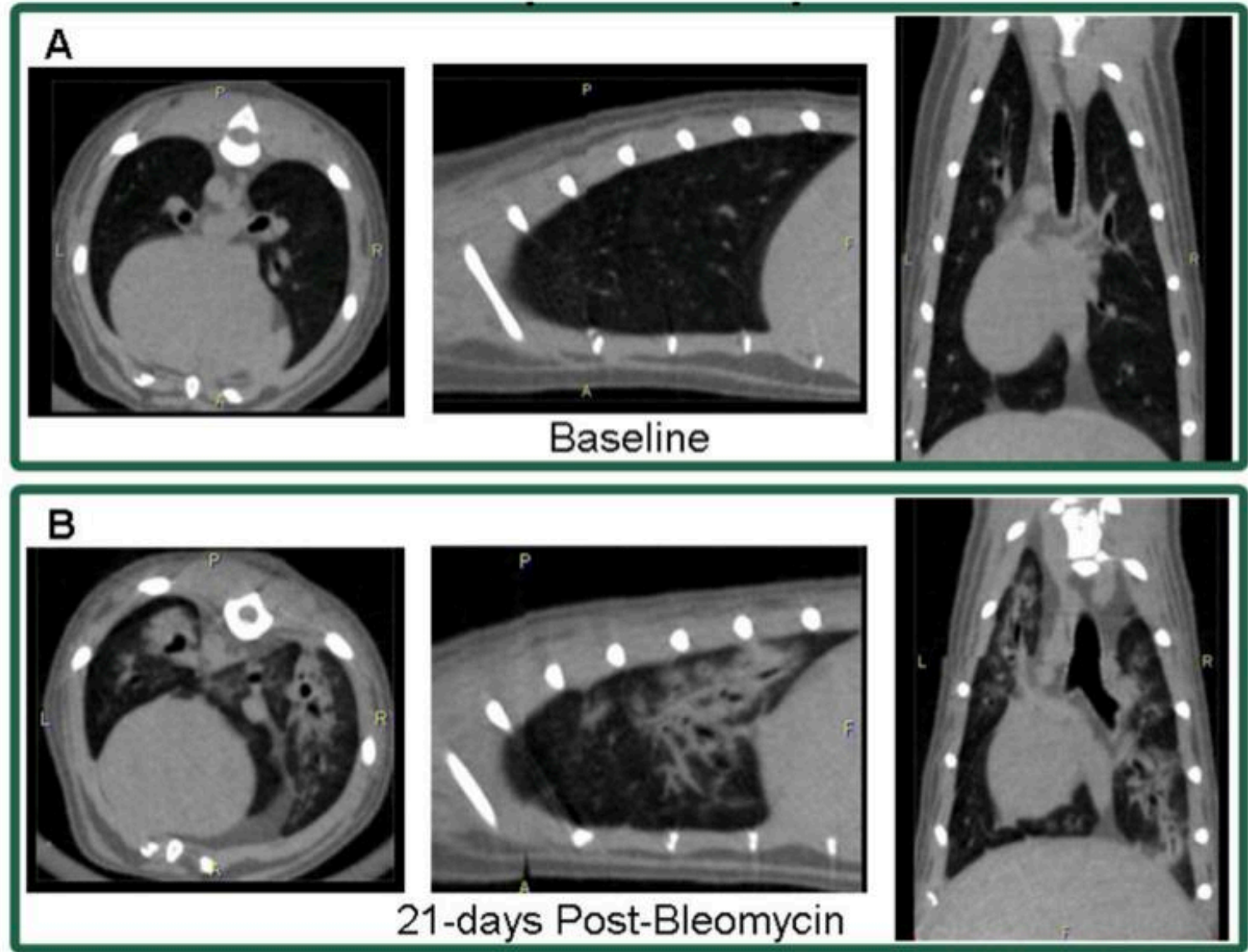


# 肺纖維化 嚴重程度評估

使用MicroCT對博萊霉素「Bleomycin」治療引起的肺纖維化雪貂動物模型進行CT掃描，發現肺臟有嚴重的纖維化表現。

分析結果顯示博來霉素治療組的肺，跟正常組比較之下，有38.2%的肺臟組織發生了纖維化。

Bleomycin是一種具有抗腫瘤活性的抗生素類藥品。臨床多使用於皮膚癌、頭頸癌、肺癌、食道癌、惡性淋巴瘤等癌症。

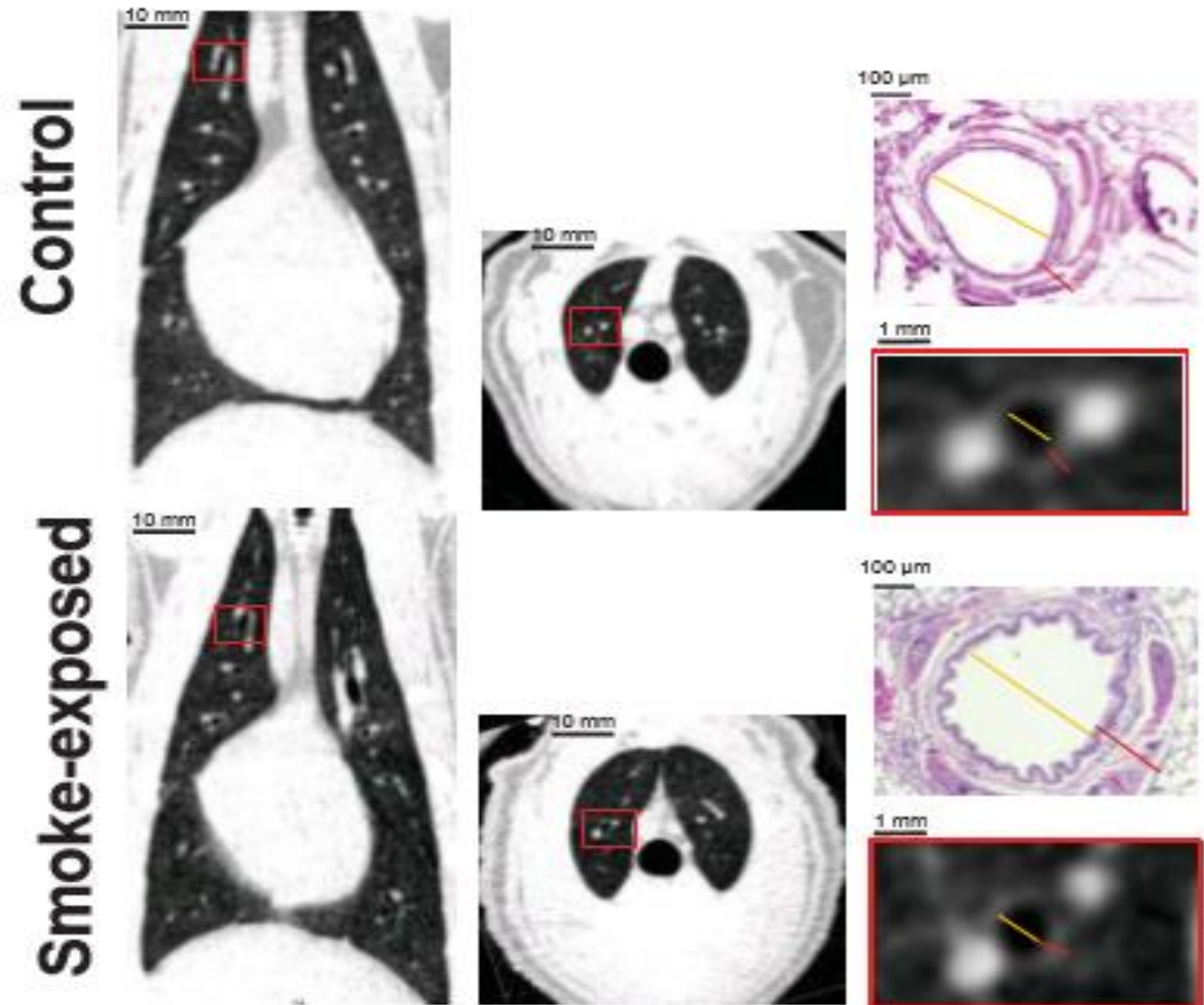
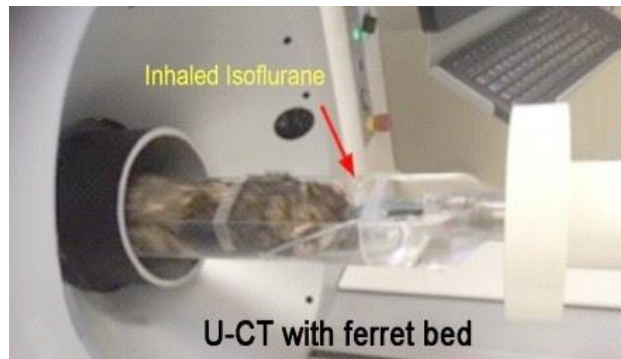


# 利用CT進行慢性支氣管炎造影

使用呼吸門控進行COPD(Chronic Obstructive Pulmonary Disease)誘導雪貂的肺部造影，觀察慢性支氣管炎引起的支氣管結構變化。

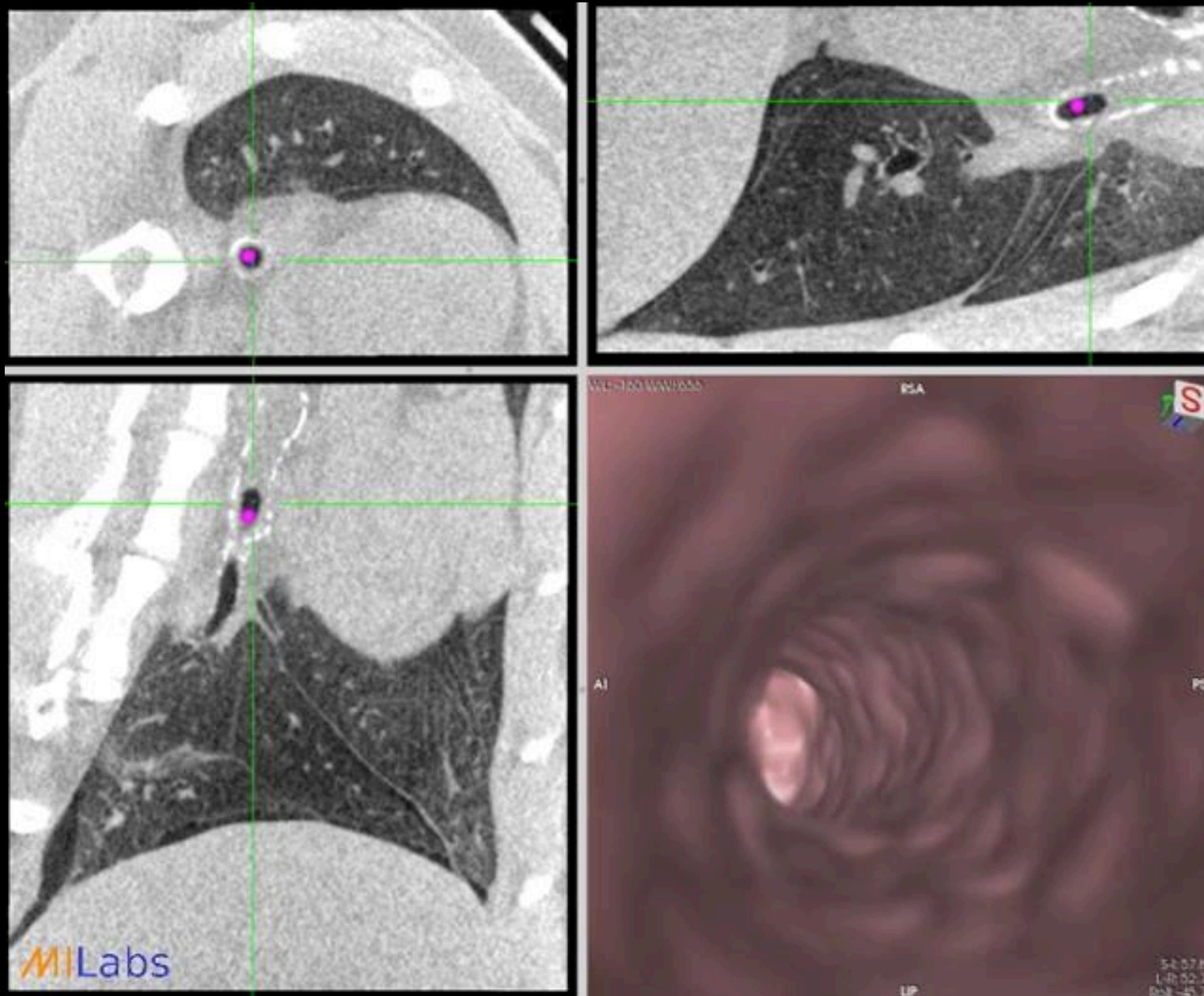
支氣管壁量測(紅線)結果與對照組相比下，**支氣管壁會明顯增厚，氣管粘液會積聚等**。這些特徵與臨床的表現結果是一致的。

COPD雪貂模型是人類慢性支氣管炎非常重要的疾病機制與治療療效評估模型。



# 雪貂 肺臟氣管造影

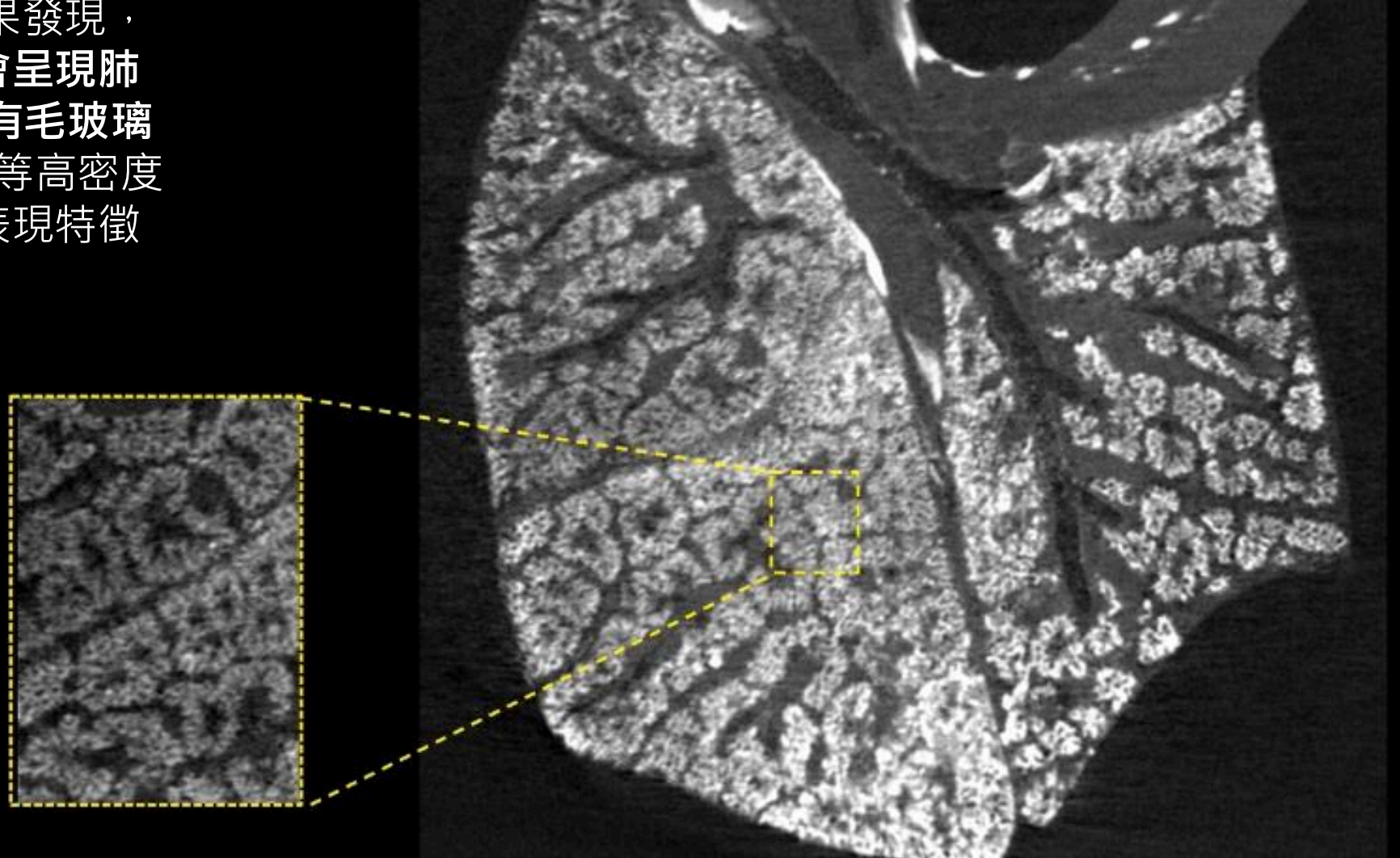
以CT影像引導方式進行雪貂肺  
臟氣管的“內視鏡”造影





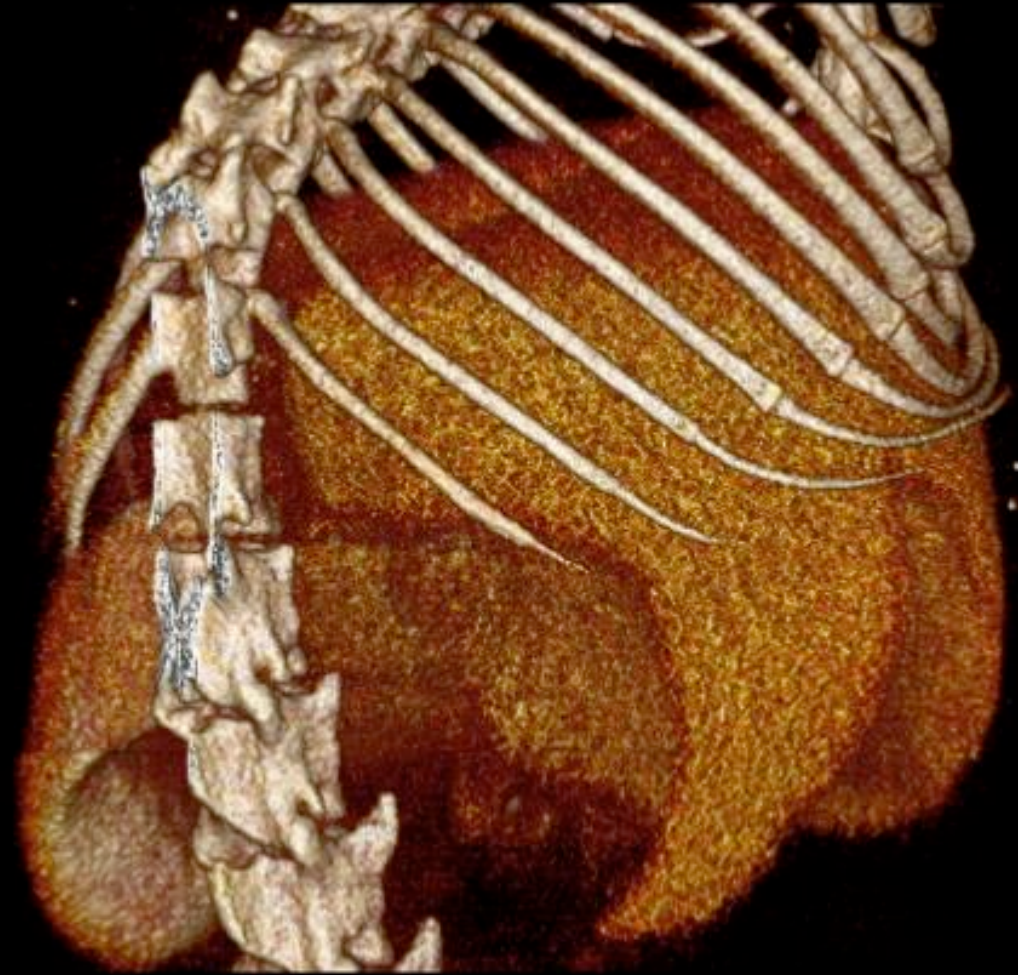
# 新冠肺炎感染的肺臟造影

從CT高解析度清晰的掃描結果發現，感染新冠肺炎後的小鼠肺臟會呈現肺臟實質化(consolidation)、有毛玻璃狀(ground glass opacity) 等高密度的影像呈現結果，跟臨床的表現特徵是一致的。



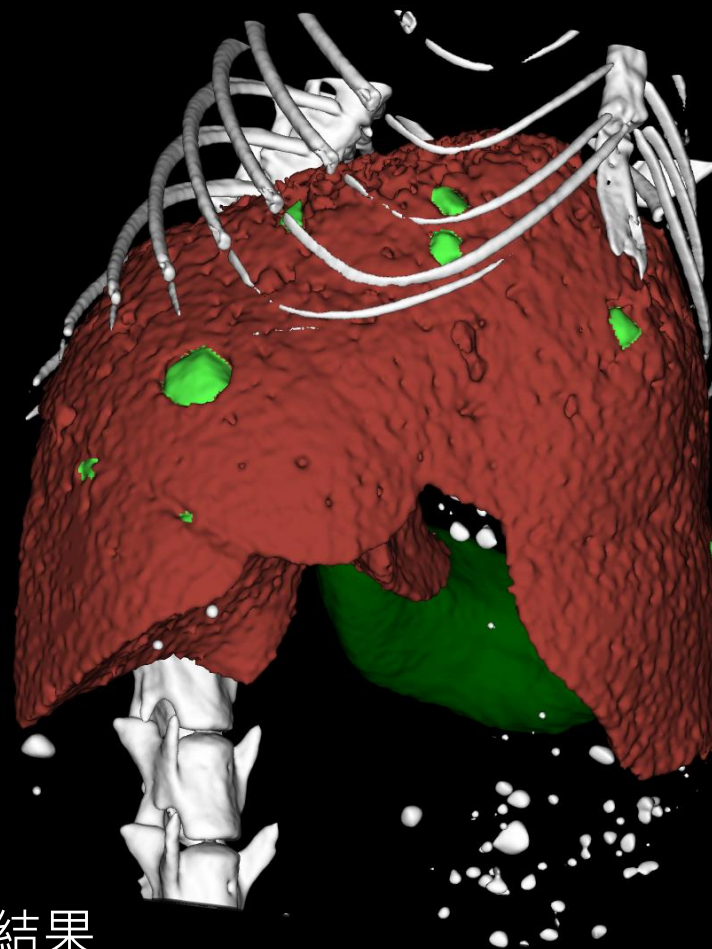
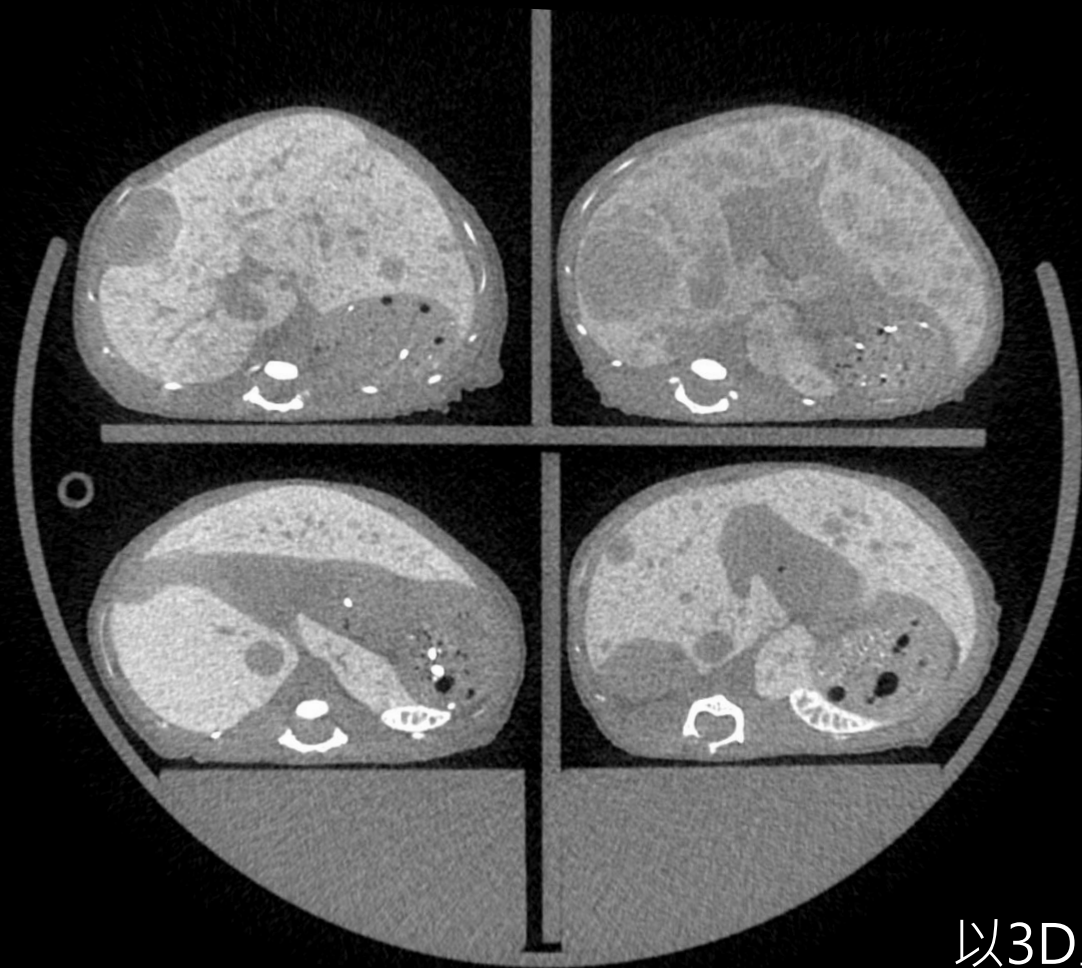


# 肝臟造影



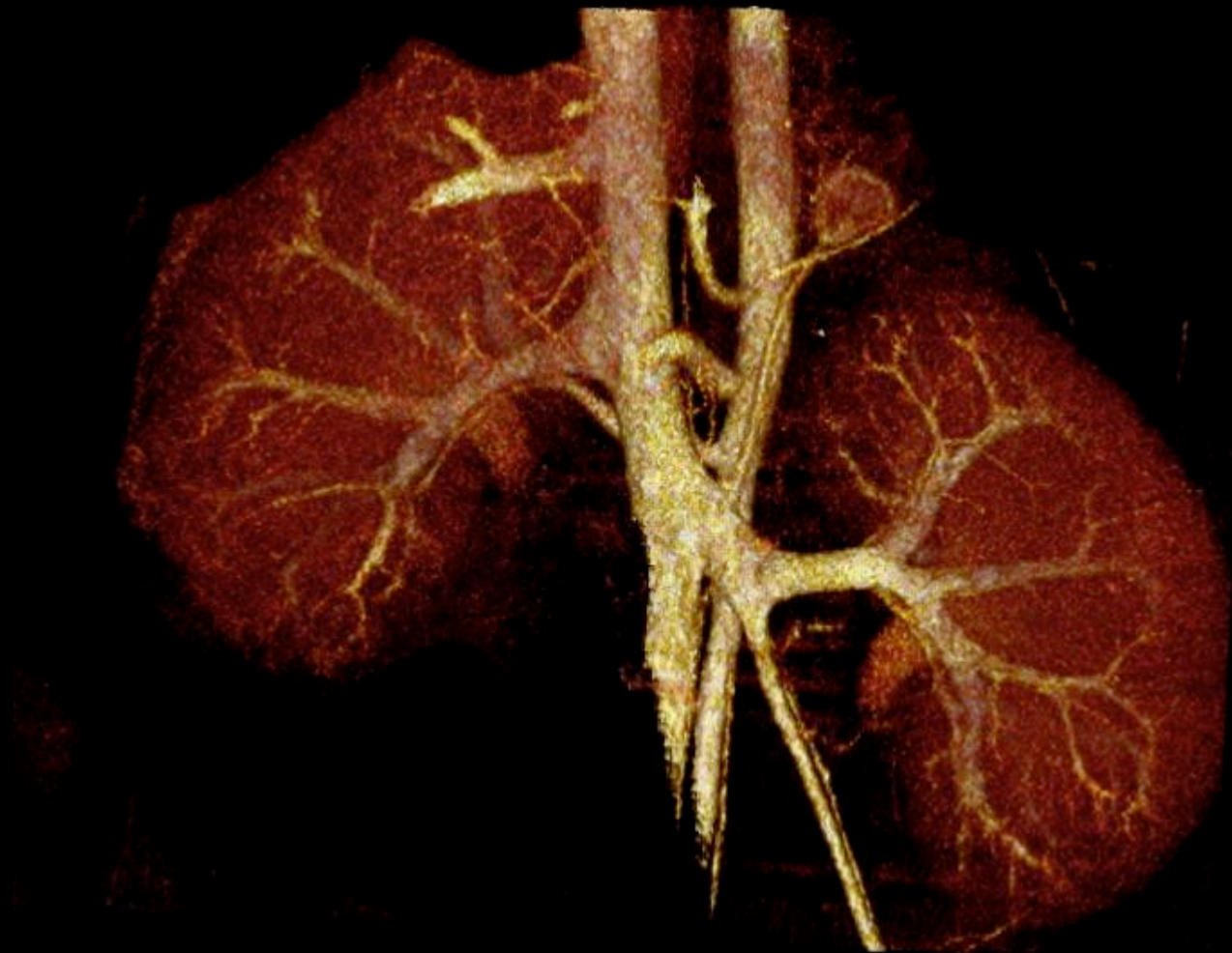
# 高通量肝臟腫瘤造影。

Roche



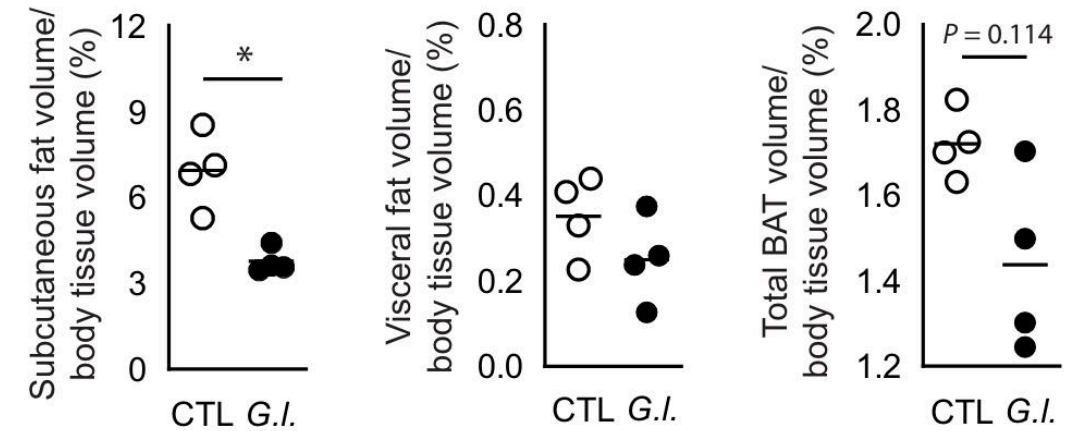
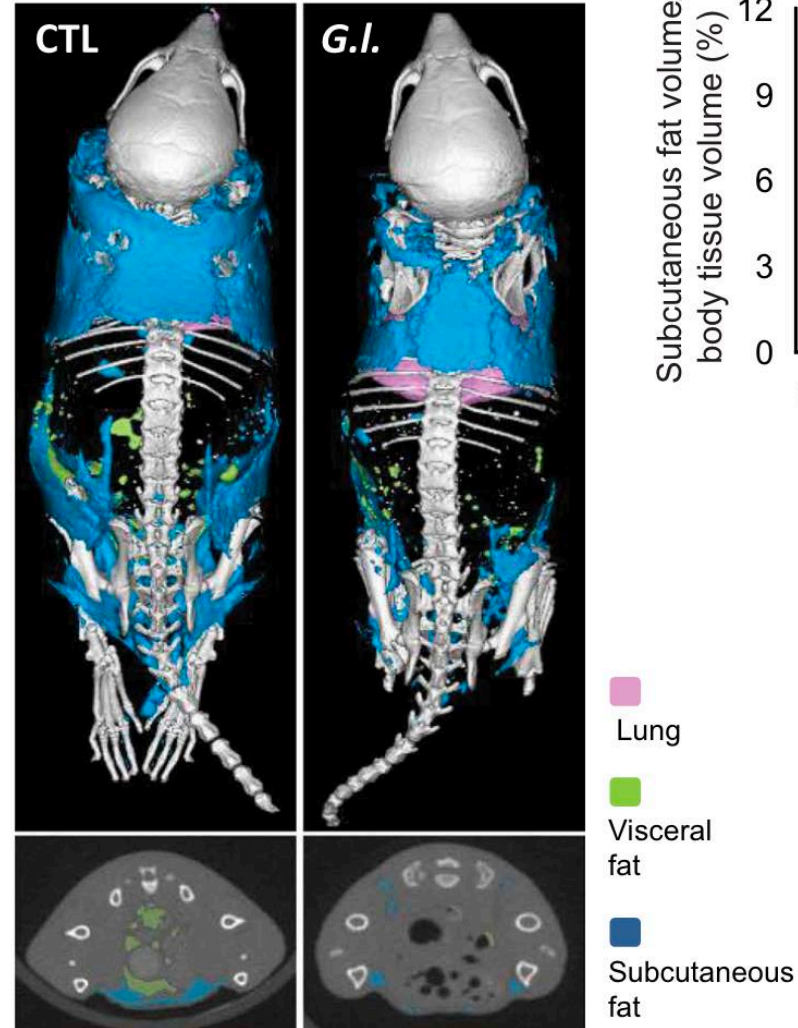
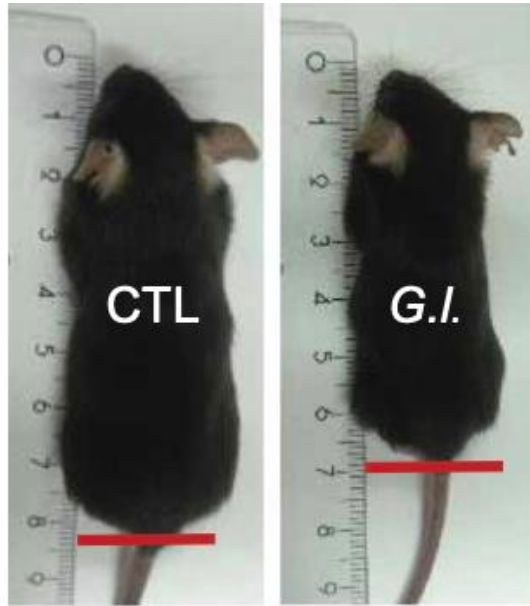
以3D呈現肝臟影像結果  
綠色是肝臟腫瘤

# 腎臟及血管造影





# 利用CT觀察在賈第蟲感染后全身脂肪分佈狀況



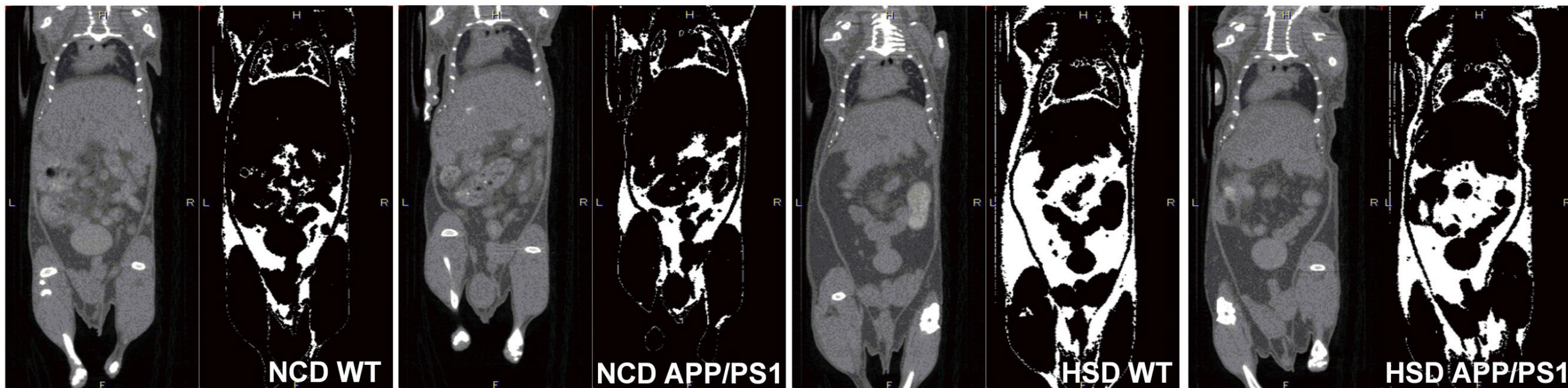
“研究結果表明，這種病原菌對小鼠的膽汁代謝和脂質代謝的調節機制引起了變化”

賈第蟲 ( Giardia ) 感染改變了腸道菌群組成，導致膽汁酸解結合增強，成纖維生長因數表達量增加15倍，使能量消耗增加，脂質代謝失調，脂肪組織及體重減少，影響小鼠生長。

利用MILabs高解析度U-CT掃描，可以非常清楚的分離出控制組與感染組的內臟和皮下脂肪的全身分佈狀況。

從3D結果可以明顯看出被賈第蟲感染后的老鼠，在皮下、內臟脂肪分佈比正常老鼠少許多。

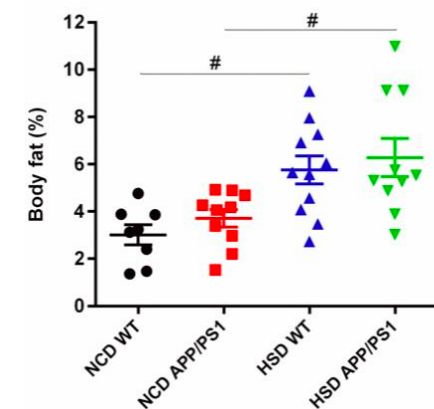
# 利用CT追蹤高蔗糖飲食對阿茨海默氏症惡化的影響



利用高分辨率CT進行活體小鼠脂肪含量分析。

實驗在飲食控制20周後，利用CT掃描脂肪分析結果發現了，高蔗糖飲食組（High Sucrose Diet）的老鼠脂肪含量大於正常飲食組（Normal Chow Diet）的老鼠。

實驗證實了高蔗糖飲食會增加APP/PS1小鼠大腦的神經發炎和類蛋白酶沈積的現象。



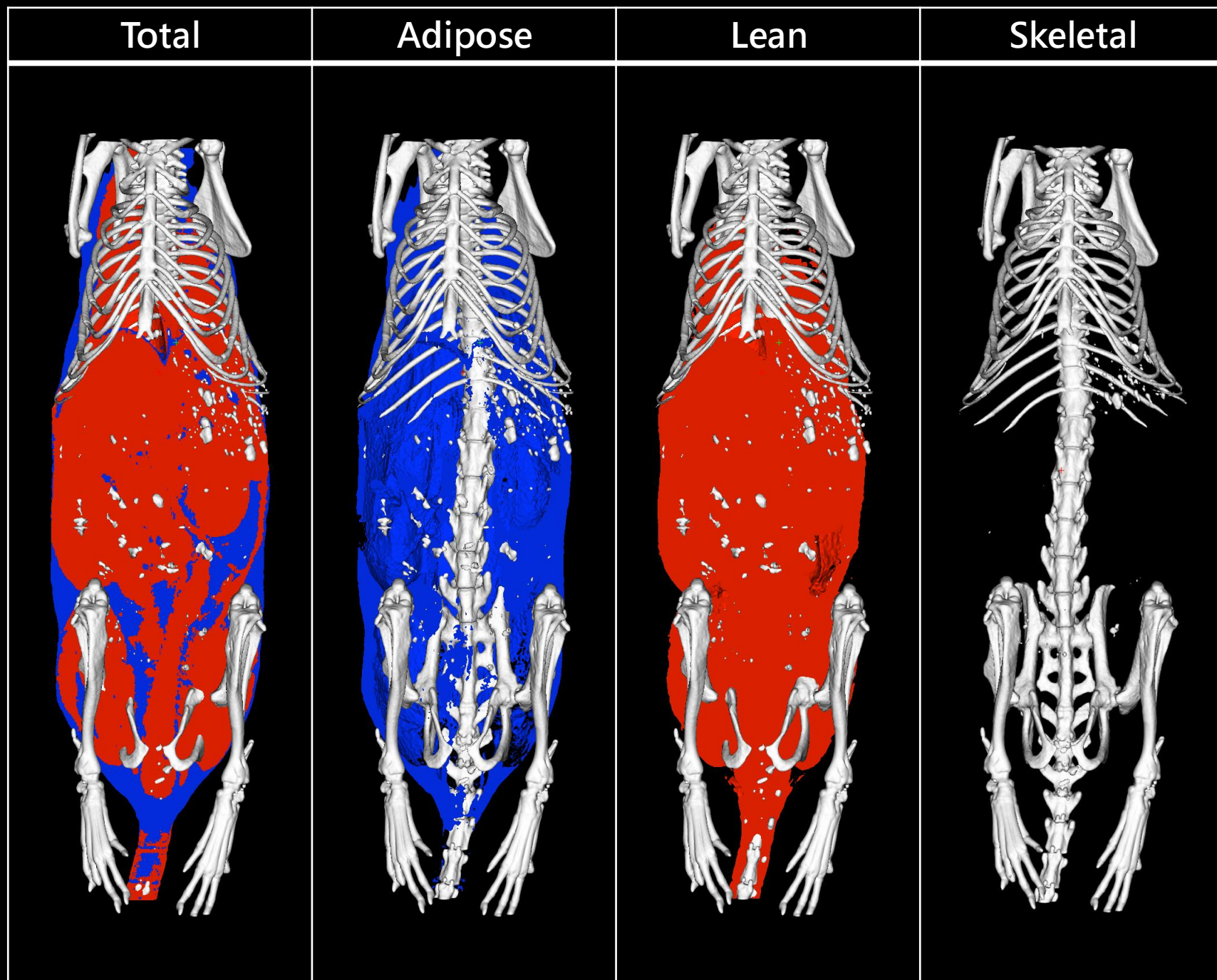




# 脂肪佔比分析

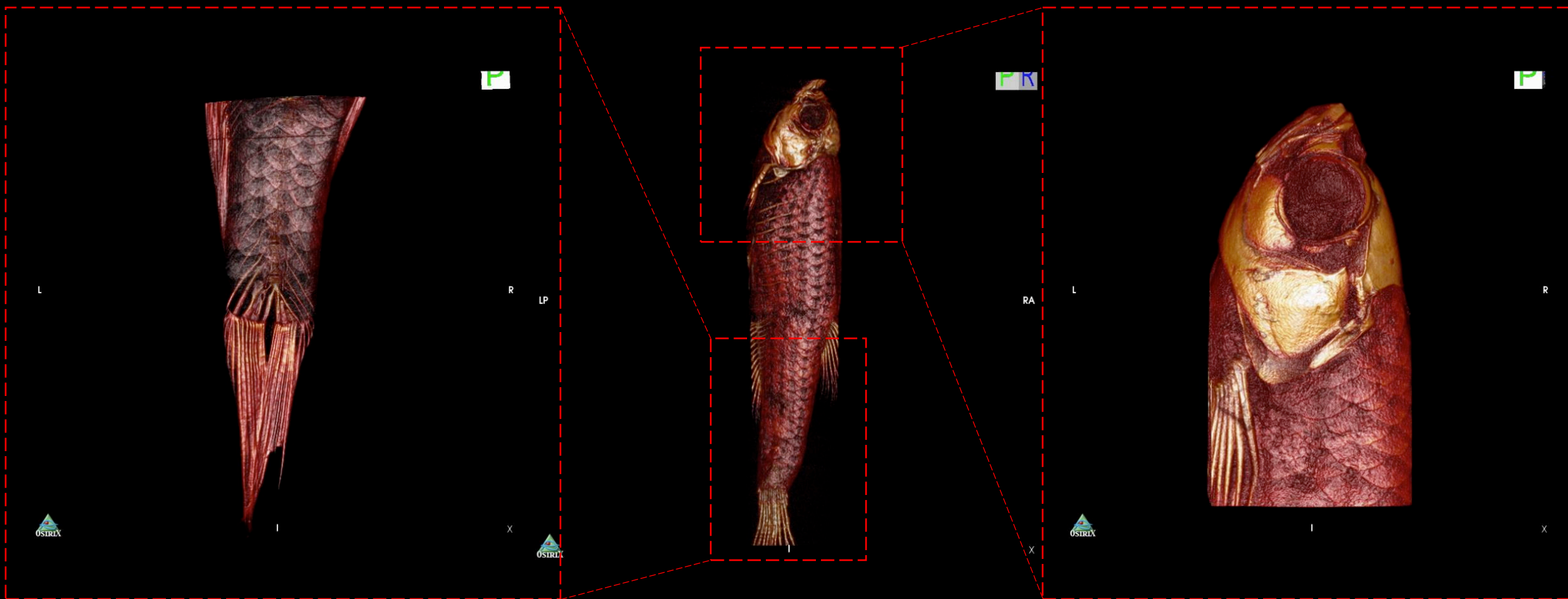
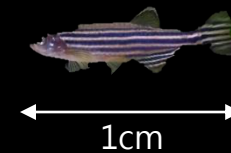
MicroCT可以清楚的區分出脂肪在全身的佔比。

CT_NO_333	
Total body mass	22.68 g
Adipose tissue mass	3.85 g
Lean tissue mass	16.17 g
Skeletal tissue mass	2.66 g





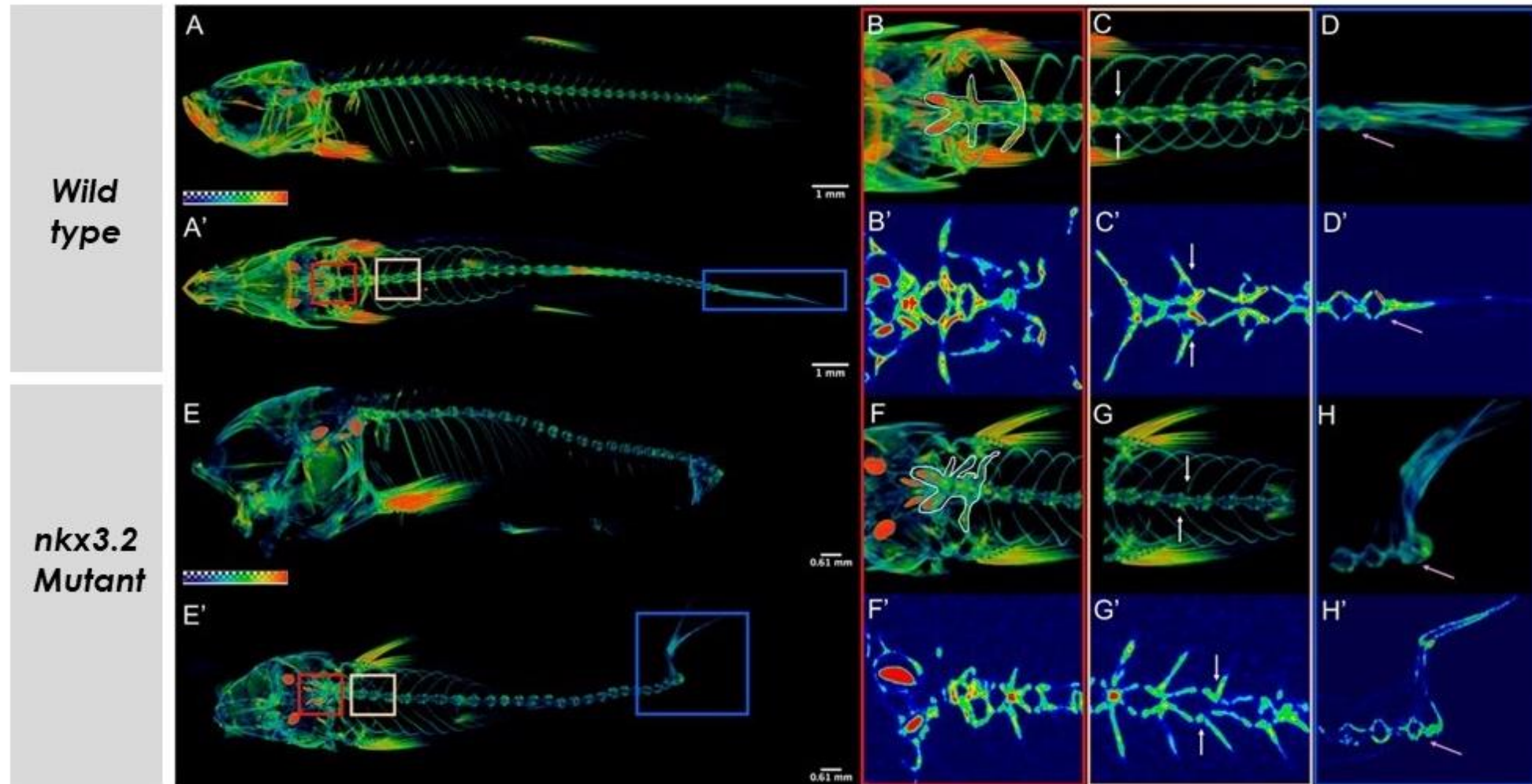
# 高解析度斑馬魚CT造影。



在高解析度掃描下，如此「小」的斑馬魚在放大後細節一目瞭然

# 利用CT觀察斑馬魚在骨骼上“細微”變化

利用CT掃描結果，發現了轉基因斑馬魚有延髓缺損、異常的彎曲跟脊柱縮短現象



# 昆蟲高解析度CT造影。



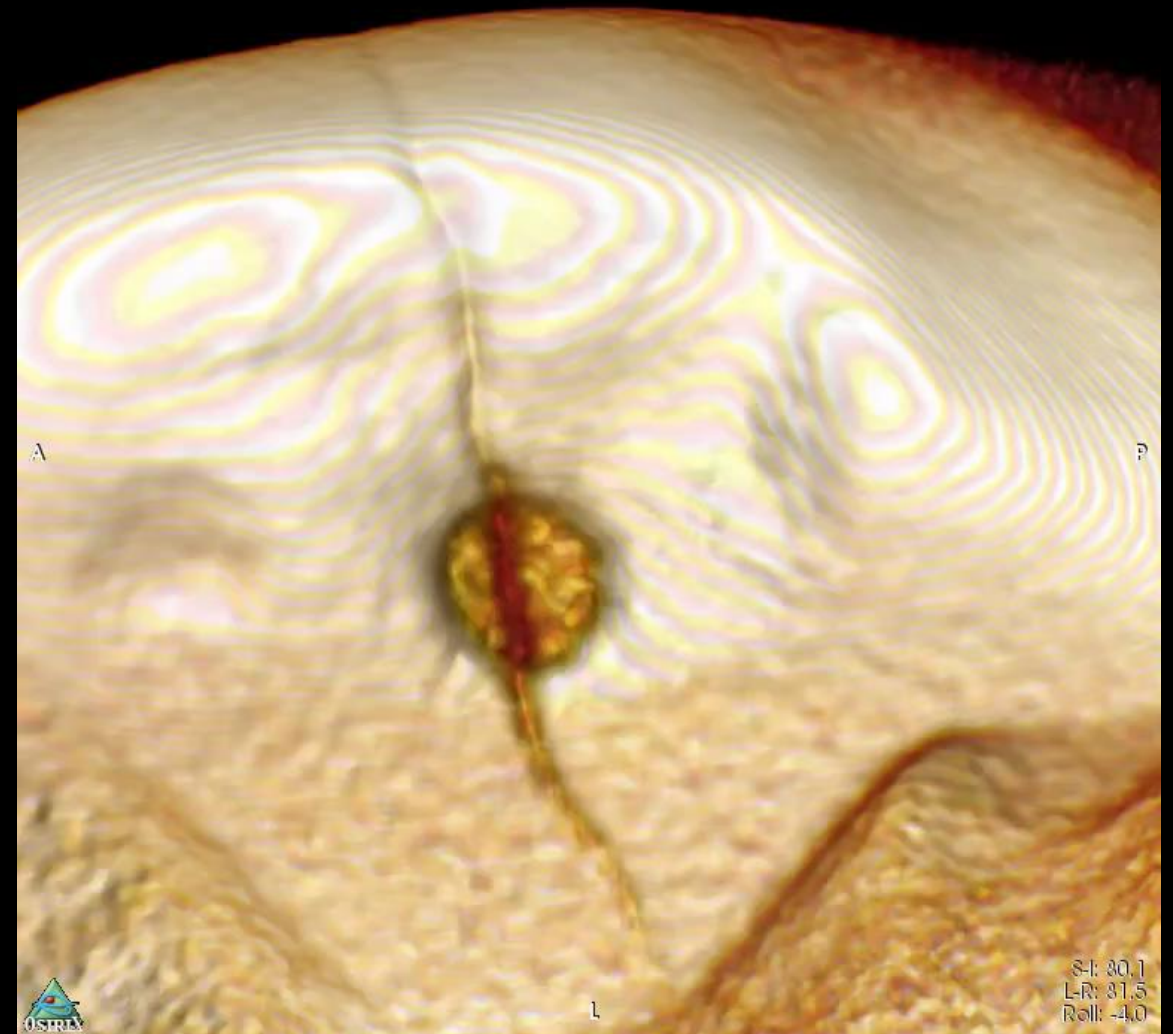
將影像放大後，昆蟲細節能看得一清二楚



# 牙齒造影

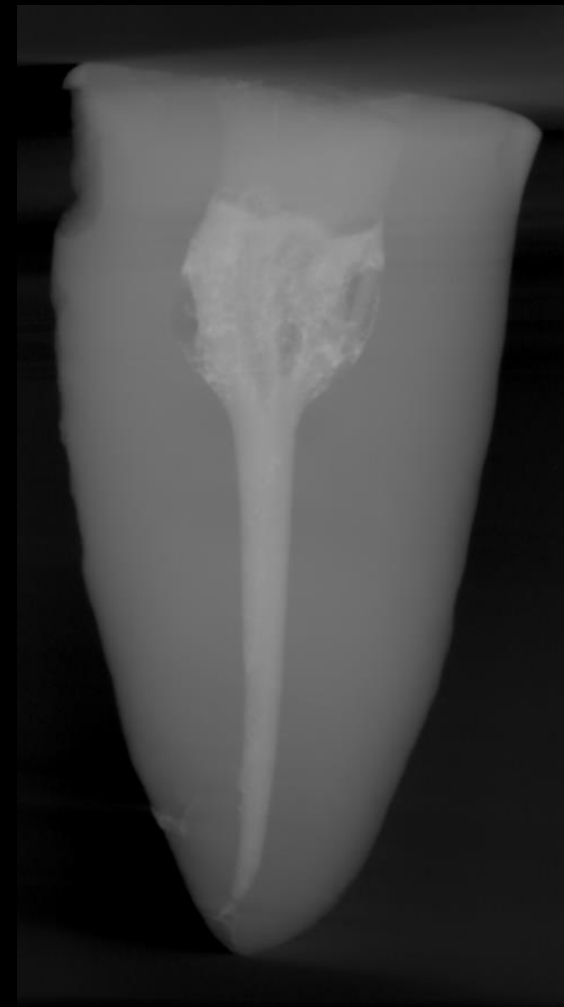
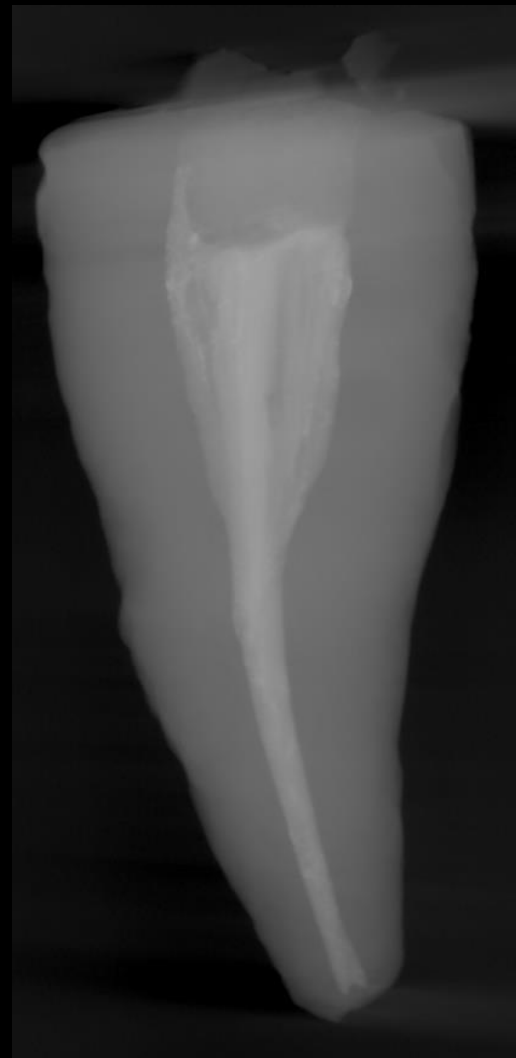
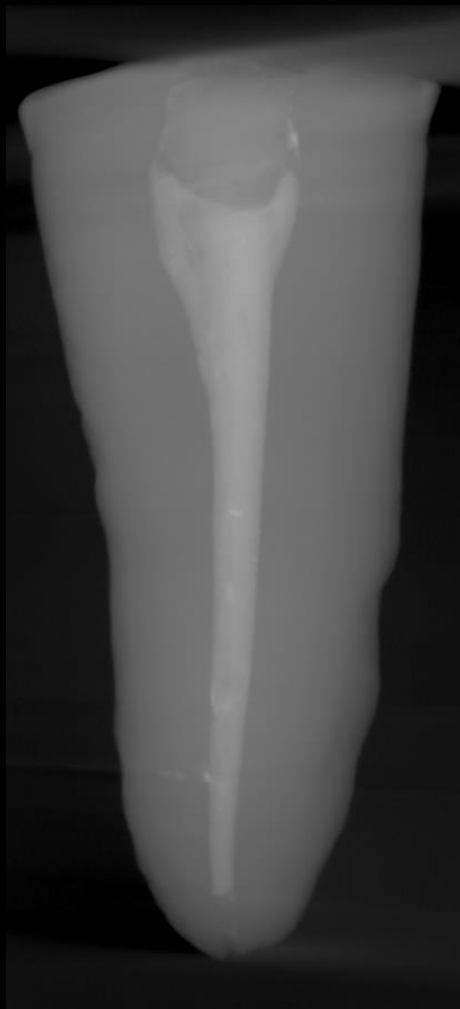
利用CT三度空間的掃描結果  
從各角度、方向，以立體的、旋轉的方式  
觀察牙齒表面及內部的狀況

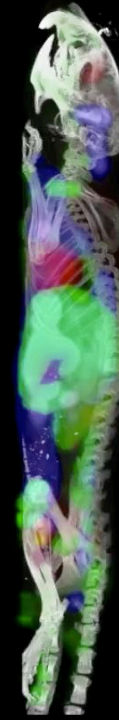
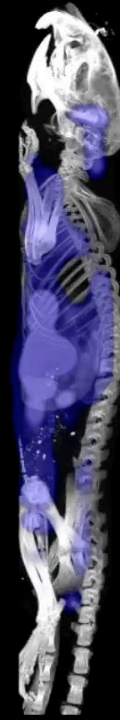
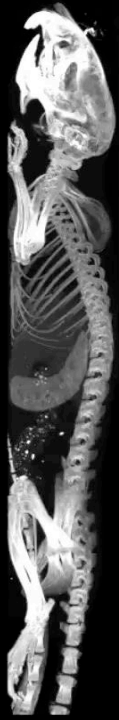
可用於牙科如牙釉質厚度、根管形態、顱面部  
骨骼結構、牙體組織工程、牙硬組織礦物密度  
及植入物等方面的研究。



# 牙齒填充物造影

利用CT的穿透式掃描功能，以「透視」的角度從外部觀察到牙齒內部填充物的填充狀況。





# 感謝聆聽