

# 精準治療的關鍵：錐狀束電腦斷層 (CBCT) 在肝癌栓塞術中的應用與實證

結合術中影像導引與量化數據分析的綜合觀點

# 臨床挑戰：肝細胞癌 (HCC) 與經動脈化學栓塞術 (TACE) 的精準度要求

## 肝細胞癌 (Hepatocellular Carcinoma, HCC)

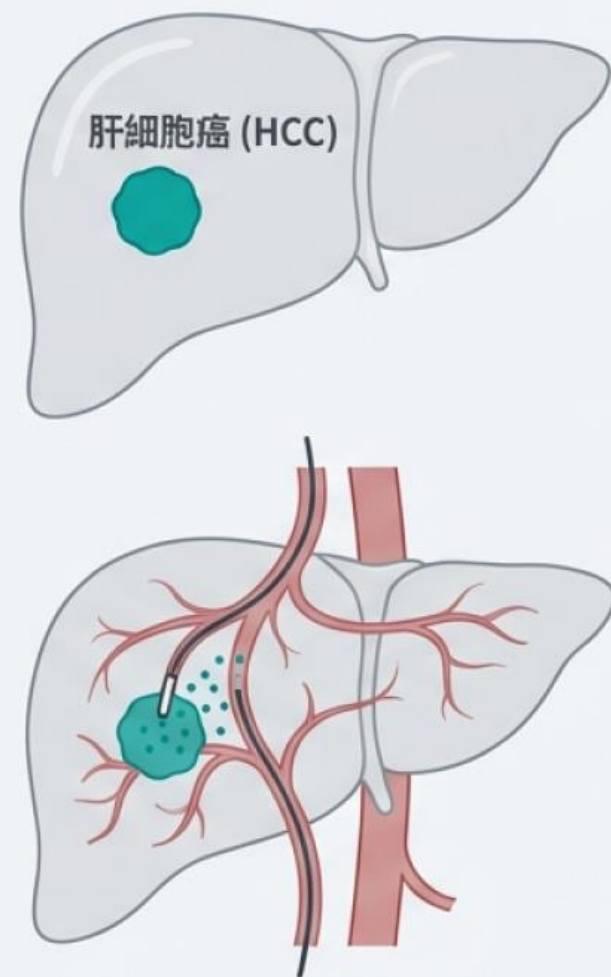
最常見的原發性肝癌。治療的成功與否高度依賴於對腫瘤位置和其供應血管的精確掌握。

## 經動脈化學栓塞術 (Transarterial Chemoembolization, TACE)

治療肝癌的標準方法之一。此技術結合化療藥物與栓塞劑，經由導管直接輸送到腫瘤部位，同時阻斷其血液供應。

## 核心挑戰

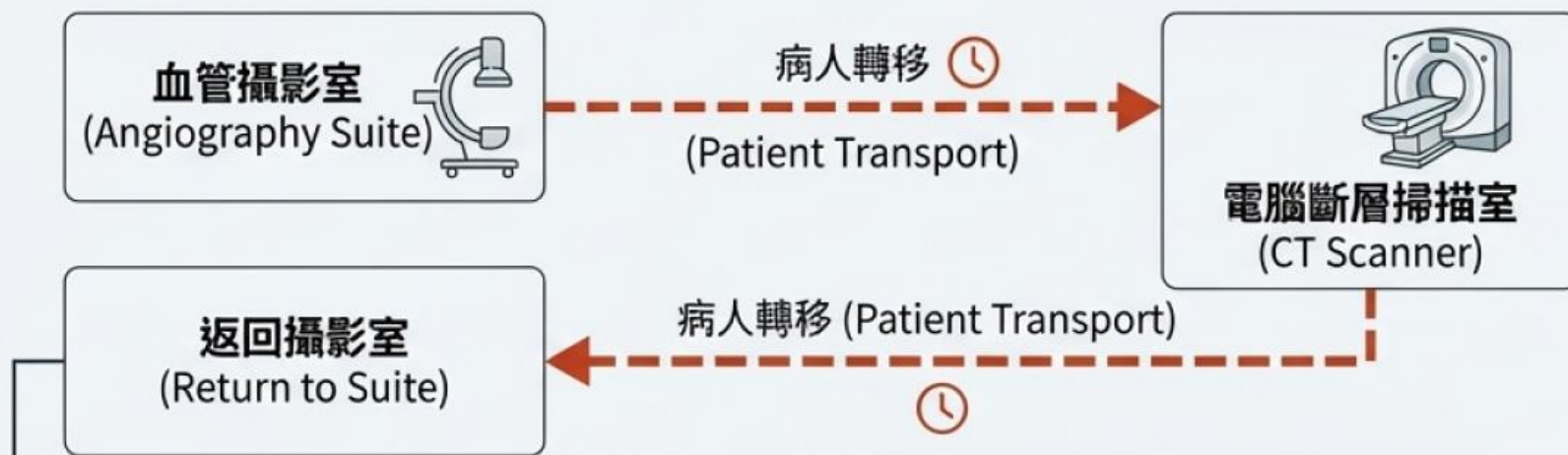
TACE的成效取決於能否「精準」地將導管置入供應腫瘤的動脈，並將藥物完全覆蓋病灶，同時最大限度地保護周圍健康的肝組織。任何偏差都可能導致治療失敗或併發症。



# 傳統工作流程的困境：分離的影像與治療

傳統上，TACE手術依賴血管攝影 (Angiography) 進行導引，但其提供的二維影像難以完全呈現複雜的3D血管結構。

## 情境一：血管攝影 + 傳統CT (ANGIO + CT)



### 缺點

- **時間延遲:** 轉移過程耗時，可能錯失最佳治療時機。
- ➔ **病人風險:** 增加移動病人的風險，尤其是在鎮靜狀態下。
- ➔ **定位失準:** 轉移過程中可能發生體位變化，導致先前CT影像的參考價值下降。

我們如何在不移動病人的前提下，於血管攝影室內直接獲取即時的3D斷層影像，以實現真正的術中導引？

# 創新的解決方案：整合在 C 臂血管攝影系統的錐狀束電腦斷層 (CBCT)

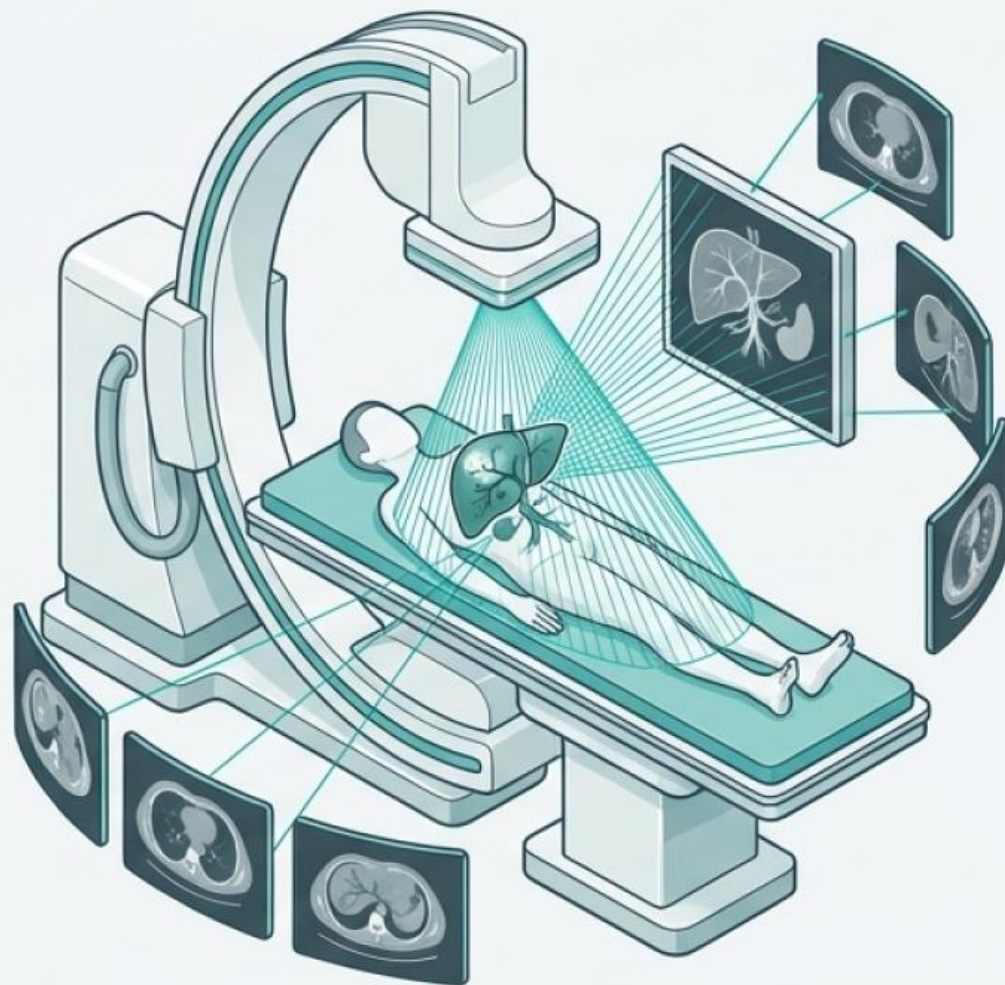
## 核心概念

CBCT 是一種先進的影像技術，它利用血管攝影室中的 C 臂系統進行旋轉式掃描，以獲取類 CT (CT-like) 的三維容積影像。

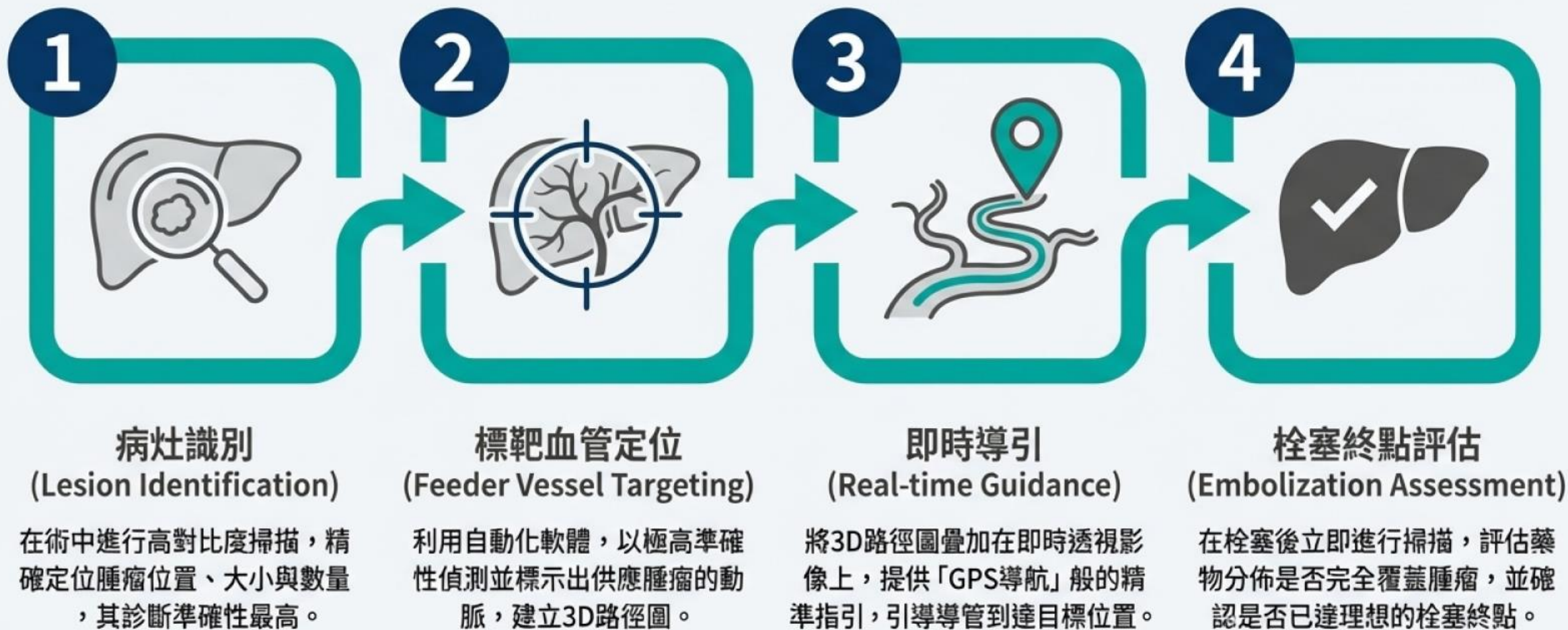
## 主要優勢

「在血管攝影室內，直接完成3D斷層掃描。」

- \* 即時性：在手術過程中即時提供3D解剖資訊。
- \* 整合性：無需移動病人，影像擷取與治療在同一地點完成。
- \* 高解析度：提供比傳統透視更豐富的空間資訊。



# CBCT 如何優化 TACE 的每一步流程



# 確保影像品質與病人安全的關鍵前置作業

成功的CBCT掃描始於周詳的準備。



## 移除金屬物體

避免不必要的影像偽影。所有C臂CT系統在實際旋轉採集前，都需進行測試運轉以避免碰撞。



## 確保病人舒適與固定

使用腕部約束帶等工具，避免病患不自主的移動，這不僅可能造成影像模糊，也可能污染無菌區域。



## 監測生命徵象

持續監測血壓與血氧飽和度，以應對治療中任何可能的突發狀況。



## 呼吸配合指導

指導病人配合呼吸指令，尤其是在掃描期間閉氣，這是減少呼吸運動偽影最關鍵的因素。

# 技術對決：CBCT 與雙源電腦斷層 (DSCT) 的正面比較

## CBCT (錐狀束電腦斷層)



靈活的術中導引創新者，  
專為血管攝影室設計。

術中導引 靈活性 即時性

### 評比標準

我們將根據兩項核心指標進行量化評估：

- \*\*影像品質 (Image Quality)\*\***
  - \* 對比雜訊比 (Contrast-to-Noise Ratio, CNR)
  - \* 訊號雜訊比 (Signal-to-Noise Ratio, SNR)
- \*\*病人安全 (Patient Safety)\*\***
  - \* 有效輻射劑量 (Effective Dose, mSv)

## DSCT (雙源電腦斷層)



成熟的診斷影像巨擘，以  
其卓越的影像品質著稱。

診斷級 高品質 標準

# 第一回合 - 影像對比度 (CNR) : DSCT 展現壓倒性優勢

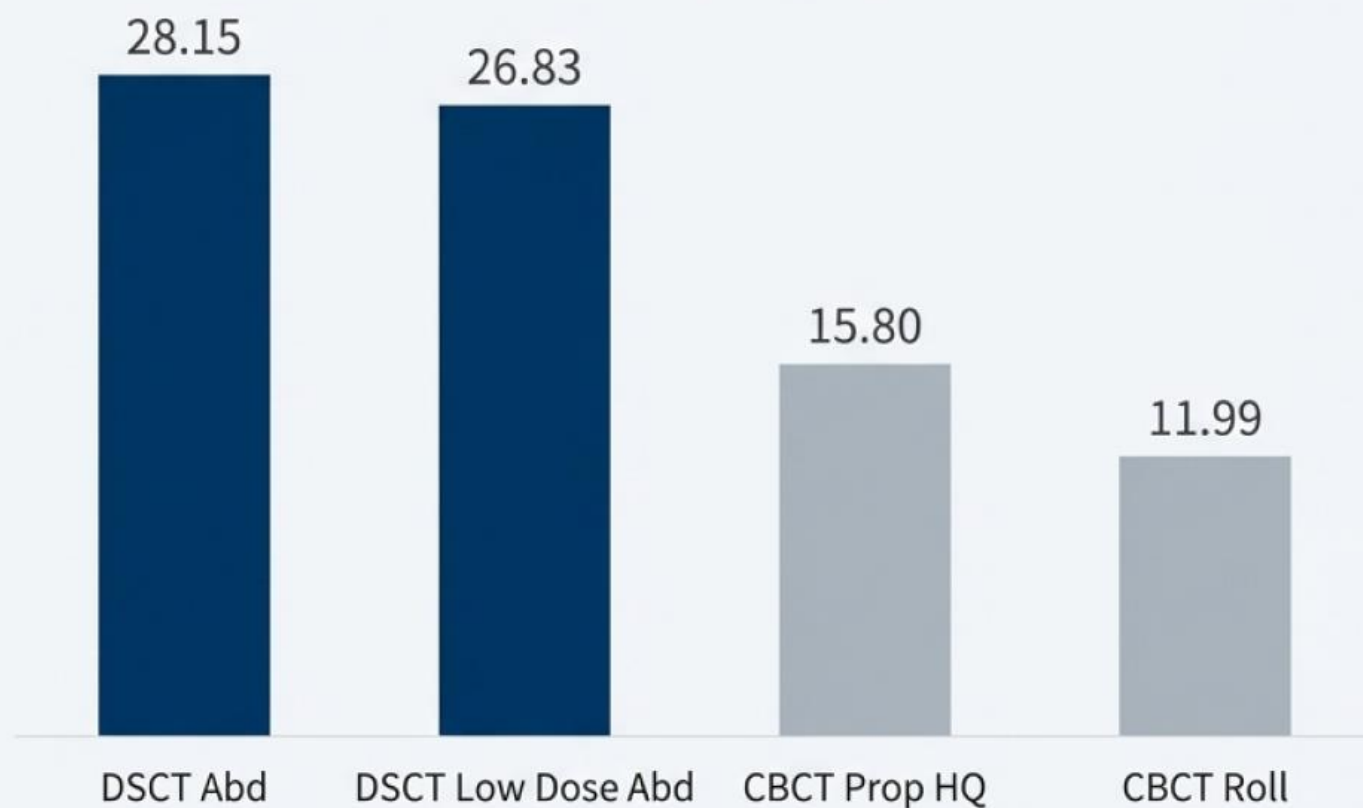
## 數據分析

對比雜訊比 (CNR) 衡量的是目標 (肝臟) 與背景之間對比的清晰程度。CNR 越高，影像層次越分明。

## 結論

在純粹的影像對比度方面，DSCT 是明確的贏家。

## 對比雜訊比 (CNR) 比較



## 第二回合 - 訊號清晰度 (SNR) : CBCT 提供更純淨的目標訊號

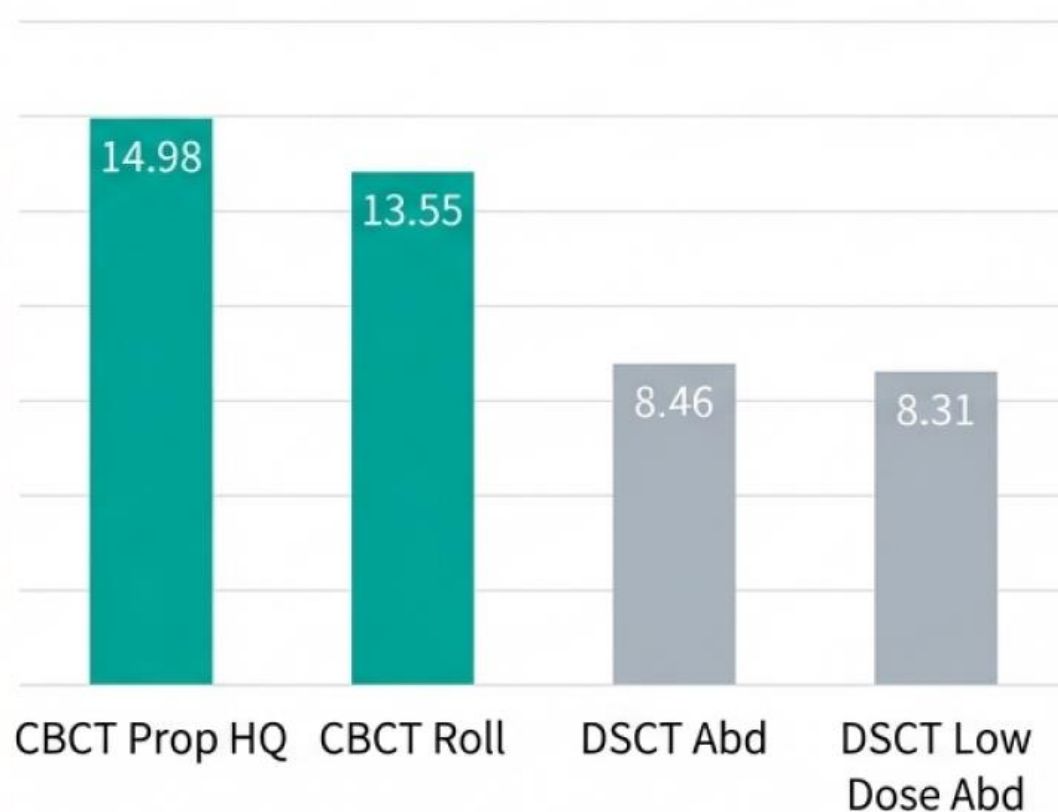
- **數據分析**

訊號雜訊比 (SNR) 衡量的是目標訊號 (肝臟) 本身的強度與雜訊的比例。SNR越高，代表目標本身越清晰、易於辨識。

- **臨床意義**

對於導管導引等介入性治療，一個清晰、無雜訊干擾的目標訊號 (高SNR) 比高對比度背景 (高CNR) 更為重要。

訊號雜訊比 (SNR) 比較



# 關鍵回合 - 病人安全：CBCT 大幅降低有效輻射劑量

## 數據分析

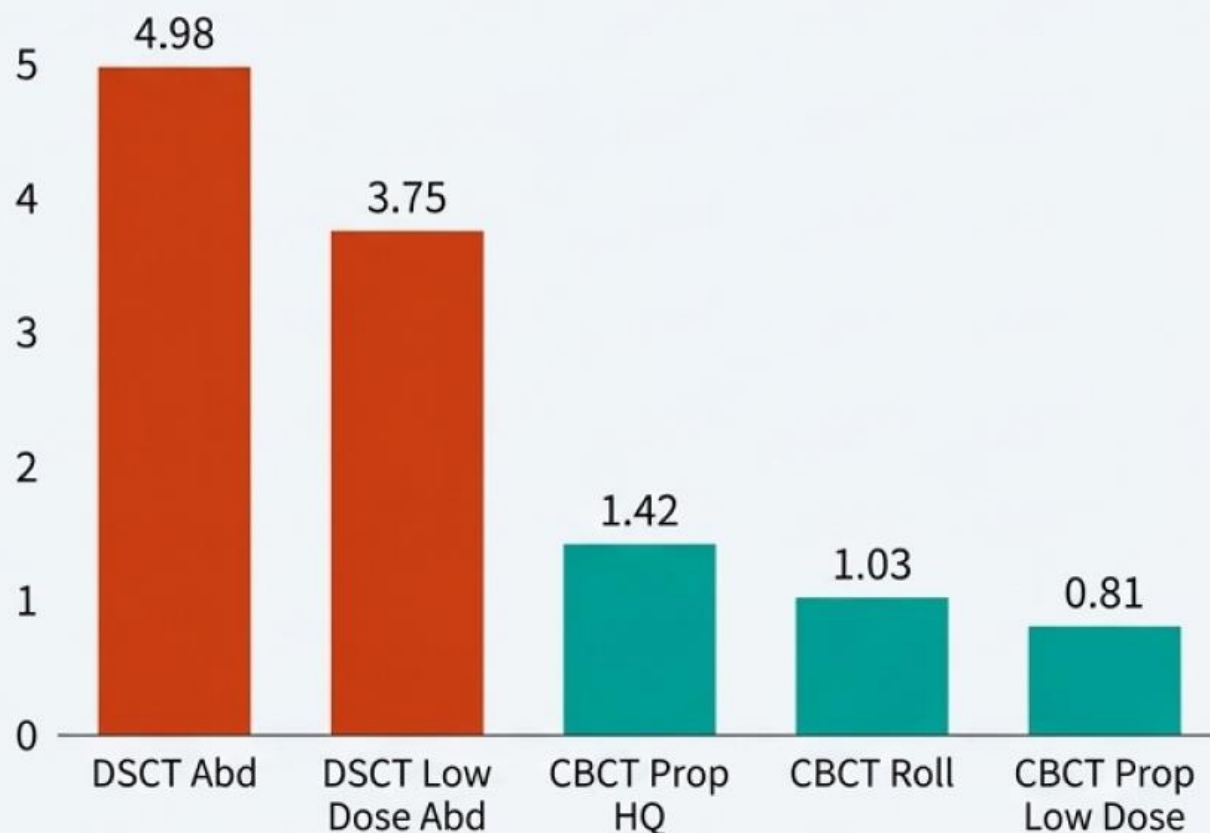
有效劑量 (mSv) 是評估輻射對病人長期健康風險的關鍵指標。劑量越低越好。

## 結論

在病人安全方面，CBCT具有決定性的優勢，顯著減少了病患在單次治療中承受的輻射暴露。

差距可達3至4倍。

## 有效輻射劑量 (mSv) 比較



# 最終計分卡：一目了然的技術權衡

評比項目	技術	數據表現	獲勝者	臨床意義
影像對比度 (CNR)	DSCT	<b>28.15</b>	 <b>DSCT</b>	提供更佳的組織鑑別度，適用於診斷。
	CBCT	15.80		
訊號清晰度 (SNR)	DSCT	8.46	 <b>CBCT</b>	提供更清晰的導引目標，利於器械操作。
	CBCT	<b>14.98</b>		
輻射劑量 (mSv)	DSCT	4.98	 <b>CBCT</b>	大幅提升病人安全性，符合ALARA原則。
	CBCT	<b>0.81 (最低)</b>		

# 客觀評估：正視 CBCT 的技術限制

儘管CBCT在術中導引方面表現出色，但仍存在一些固有挑戰：



## 較低的對比雜訊比 (CNR)

如前述數據所示，其影像對比度低於傳統CT，這在某些需要精細軟組織分辨的場景下可能是個缺點。



## 運動偽影 (Motion Artifacts)

對於呼吸運動尤其敏感，這在肝臟影像中是一大挑戰，需要病人高度配合。



## 有限的視野範圍 (Limited FOV)

與傳統CT相比，CBCT的掃描視野較小，可能無法一次性涵蓋整個肝臟或大型病灶。

# 臨床最終裁決：CBCT 是 TACE 術中導引的最佳平衡點

“對於肝癌TACE手術而言，「術中即時導引」的需求遠大於「診斷級的影像對比度」。”



## 即時導引 (Real-time Guidance)

Benefit 1 (Noto Sans TC ☺☺)  
CBCT所提供的高訊號清晰度 (SNR)  
對於精準的導管操作至關重要。



## 精準導航 (Precise Navigation)

Benefit 2 (Noto Sans TC Niliofi)  
犧牲部分影像對比度，換來的  
是即時性與高導引精度。



## 安全低劑量 (Low-Dose Safety)

Benefit 3 (Low-Dose Safety)  
其極低的輻射劑量則是對病人安  
全最直接的保障。

在TACE的治療情境下，CBCT並非要取代DSCT的診斷角色，而是作為一種專門的術中工具，  
提供了無可比擬的臨床價值，是實現精準治療的最佳選擇。

# 核心要點總結

## 1

### 工作流程革命

CBCT 將 3D 斷層掃描整合至血管攝影室，根本性地改變了 TACE 的治療模式，從「分離式」變為「一站式」的精準治療。

## 2

### 明確的數據權衡

儘管 DSCT 在影像對比度 (CNR) 上勝出，但 CBCT 在對導引更關鍵的訊號清晰度 (SNR) 以及病人安全的輻射劑量上，具有壓倒性優勢。

## 3

### 術中導引的首選

對於 TACE 手術，CBCT 在可接受的影像品質、強化的安全性與即時導航能力之間取得了最佳平衡，是當前術中導引的首選技術。

# 參考文獻

1. Tacher, V., Radaelli, A., Lin, M., & Geschwind, J. F. (2015). How I do it: cone-beam CT during transarterial chemoembolization for liver cancer. *Radiology*, 274(2), 320-334.
2. Bhosale, P., Wagner-Bartak, N., Wei, W., Kundra, V., & Tamm, E. (n.d.). Comparing CNR, SNR, and Image Quality of CT Images Reconstructed with Soft Kernel, Standard Kernel, and Standard Kernel plus ASIR 30% Techniques.
3. Lechuga, L., & Weidlich, G. A. (n.d.). Cone Beam CT vs. Fan Beam CT: A Comparison of Image Quality and Dose Delivered Between Two Differing CT Imaging Modalities.
4. Nett, B. (n.d.). *Simple Calculator for Effective Dose in CT (DLP -> Eff Dose): Radiologic Technologist's guide to Effective Dose (mSv) in CT from Dose Length Product (mGy cm).*

# 資料整理

- notebooklm