

以三維電腦斷層影像模型建立眼窩結構之量測和分析方法

劉澄^{1,2}、莊喆豪¹、陳彥廷¹、*侯春茹¹

¹ 南臺科技大學電機工程學系, ² 奇美醫療財團法人永康奇美醫院整形外科及高壓氧科

*cjhou@stut.edu.tw

摘要

在台灣，因汽機車盛行，使得眼眶骨折(orbital blow-out fracture)的發生率居高不下，而眼眶骨折常導致病人有複視(diplopia)、眼球內陷(enophthalmos)、眼位不正(dystopia)等功能失常和影響外觀的狀況。在受傷初期由於軟組織的瘀青腫脹和張眼困難，使得臨床醫師不易在短時間評估受傷的嚴重程度，以做為手術適應症的參考。臨床上常以未受傷側的顱顏結構，做為治療受傷側治療的參考，然而手術前的預測和手術後的結果仍然存在著誤差，甚至產生併發症。電腦斷層(computed tomography)影像的呈現頗為精密，然目前無客觀的臨床或影像指標，可以做為診斷或治療上的可靠參考。因此本研究利用電腦斷層立體重組(CT 3-D reformation)技術，建構眼球、眼窩及顏面顱骨的三維模型，並設計可以用於表達眼部結構相關性的幾何數學參數，表達並量化正常人眼窩及其周遭顱顏骨頭的幾何結構，來呈現眼球、軟組織和眼眶骨的立體空間關係，瞭解正常人眼眶的解剖特性及探討左右眼眶的對稱性，期望能確認眼眶骨整形手術前評估的正確性。本分析法在蒐集足夠案例樣本後，希望能建立台灣人的顱顏和眼部結構的幾何參數資料庫，期望能以客觀數據建立診斷準則和嚴重程度的分類，來做為手術與否及術式選擇的參考依據。

關鍵詞：眼眶、眼眶骨折、眼球內陷、電腦斷層

The Measurement and Analysis for Orbital Structure Based on the Reconstructed Three-Dimensional Model from Computed Tomography Images

Cheng Liu^{1,2}, Che-How Chuang¹, Yen-Ting Chen¹, *Chun-Ju Hou¹

¹ Department of Electrical Engineering, Southern Taiwan University,

² Division of Plastic Surgery and Hyperbaric Oxygen Therapy, Chi-Mei Medical Center

Abstract

In Taiwan, orbital blow-out fractures are frequent due to popularity of motorcycle traffic accident. The recognized sequelae of orbital blow-out fracture include enophthalmos, diplopia from extraocular muscle dysfunction (entrapment, ischemia, hemorrhage, or nerve injury), dystopia and disfiguring facial contours. There are still many clinical issues needed to be resolved. At early stage of orbital trauma, severe swelling and ecchymosis of orbital structures makes the diagnosis and indications for reconstructive surgery difficult. The orbital and facial structure of non-injured side is always as the reference in reconstructive surgery of the injured side. Although computed tomography (CT) evaluation is popular, the clear data with objective clinical examination combined with imaging study is still lack as the results making the orbital reconstruction controversial. Therefore we first reform the three-dimensional (3D) orbital CT model and set some mathematic

geometric parameters to define the relationship of eyeball and orbital structure. By using 3-D CT reformation, structures in the orbital cavity including the eyeball, soft tissues and bony walls can be segmented from the sequential CT images, and then the algorithms of computer graphics can be implemented for 3D model reconstruction. In this study, we investigate the anatomic characteristics and investigate the symmetry of normal orbits. The associated database for Taiwanese can be established while enough cases can be collected and measured. In the future, we hope the system can be applied for the prediction of surgical results, facilitate the surgical procedures and improve the quality of reconstructive orbital surgery.

Keyword: Orbita, Orbital Fracture, Enophthalmos, Computed Tomography

壹、前言：緣由與目的

眼部外觀是顏面外型的重要部分之一，隨著社會富裕和醫療水準的提升，使得國人們對於自己外觀的要求更加重視，像是眼部外傷的患者，不但要能恢復其正常功能，更需要以專業的整形技術來美化外觀，重拾自信心。顯示行政院衛生署九十九年度所頒布之最新死因統計[1]，在台灣的十大死因上，事故傷害占居第六順位，以及表 1.2 顯示中華民國統計資訊網一百年度所頒布最新中華民國統計月報[2]，歷年來的受傷人數亦逐年攀升，而事故傷害中最常見到嚴重的汽機車車禍撞擊顏面，導致眼眶骨折(orbital fracture)，造成眼窩內骨碎裂或位移(blow-out fracture)及眼窩軟組織受損，導致複視(diplopia)、眼球內陷(enophthalmos)、眼位不正(dystopia)等等功能問題，必須經由外科手術，進行整形重建。但在受傷初期，由於軟組織的腫脹，使得臨床醫師從外觀上不易診斷受傷的嚴重程度，無法做為手術適應症的參考，往往憑藉著專業及經驗進行手術及治療，並根據顱顏結構兩側的對稱性的假設，以正常側的顱顏結構型態，以定性的觀察做為手術治療計畫的參考資訊。然而手術前的預測和手術後的整形結果仍然存在著誤差，甚至導致併發症，像是眼球運動困難、眼球後出血等等，甚至造成整形治療效果不佳[3]。而這些後遺症也可能損及病人與醫師之間的信任感，並影響醫師的專業性，更會造成患者的遺憾。無論急症或是延遲，常見之單側眼眶骨折案例，醫師會參考正常側的眼窩形態，來協助受損側的重建手術，在眼窩重建的過程中，醫師只能夠憑藉著經驗和有限的影像資訊，來判斷受傷側眼窩中的情況，例如眼球內陷側填充內容物所需要量和填充位置，但往往無法準確達到術後病患雙眼的對稱性或預期的改善程度。如先前章節所述，目前利用正常側眼窩之解剖構造，作為患側整形重建的原則，全憑醫師主觀的判定，並沒有經過任何研究進行顱顏兩側的型態與結構的對稱性證明與分析，包括眼眶骨壁的位置結構與眼眶內肌肉、脂肪含量的變化，眼球的大小均會影響對稱性，造成重建手術的不確定性。加上醫師以往的經驗法則，屬定性分析，是利用人體眼眶的解剖構造關係，對患者作臨床診斷，並未對人體眼眶作體積、角度、距離等等的量化工作，而在眼眶受傷時卻又涉及上述變化，所以本研究將對眼眶作與臨床診斷有關的體積、角度以及距離量化，製成其相關參數，讓醫師在診斷時，不用完全依靠主觀判斷或是病人主觀的感受，而是有量化的數據作為客觀依據，除了較具說服性之外，且也方便醫師在手術前後的評估，使術後病患的眼睛功能及美觀的重建更趨完善。

因此本研究為探討眼窩結構的幾何關係，以正常人之 CT 影像，搭配電腦軟體來重建 3D 數位模型，再根據解剖結構及臨床醫師之經驗，建構分析法則，提出 3D 空間的量測數學模式。此法不但可以驗證眼窩結構對稱性假說之正確性，並可探討分析參數之臨床意義，而在蒐集足夠數量的影像樣本後，依據本研究方法建立的參數將可以建立台灣人的顱顏眼部結構的幾何參數資料庫，而根據客觀的科學性的定量分析，將可提供外科手術極重要之依據，在與病患術前溝通及手術追蹤的過程中，將可以提供最有效的術後成效預測與追蹤，提升手術療效。

貳、材料與方法

一、研究材料與設備

本研究分析用之電腦斷層掃描軸狀面之影像，拍攝之儀器系統為 SOMATOM Definition Flash，如圖 1 所示，Voxel Size 為 $0.49\text{mm} \times 0.49\text{mm} \times 1.25\text{mm}$ ，由台南奇美醫院所提供。



圖 1 電腦斷層掃描之儀器(SOMATOM Definition Flash)

影像檔案格式符合醫療數位影像傳輸協定(DICOM, Digital Imaging and Communications in Medicine)，屬於通用的標準協定，應用於醫療影像的處理、儲存、列印及傳輸上。醫療數位影像傳輸協定包括檔案格式的定義及網路通信協定，就算是不同廠牌的兩台醫療儀器之間，也能藉由 DICOM 格式的檔案，來達到接收與交換病人的資料與影像，其可包括病人姓名、拍攝日期、體積像素的大小等等。所以在醫院是非常被廣為運用的。因此本研究將使用 DICOM 之原始資料(raw data，不經任何處理的原始數據)，以 AVIZO 軟體進行讀取。本研究之執行環境為：Intel(R) Core2(TM) Duo CPU T9400 @2.53GHz，4GB 之記憶體，作業系統為 Microsoft Windows Vista，系統開發軟體為 Microsoft Visual Studio 2008 C#，並加上視覺化函式庫 VTK，以及電腦輔助分析軟體為 AVIZO。

二、顱顏眼窩結構的界標定義

在臨床上，治療眼眶骨折的病人最常注意眼球前後的位移關係(Y 軸向)，皆是以二維 CT 影像來輔助診斷，從二維切片中不僅可以觀察眼球前後的位移量，還包括眼球左右的位移(X 軸向)。而本研究著重在三維空間中的量測，如圖 2 所示，依據醫師的經驗，參考三個軸向的變化，分別是 X 軸、Y 軸、Z 軸，在計算距離參數之時，便會涉及到這些軸向，以及利用水平位移計算偏移角度，還有計算眼球及軟組織的體積變化。

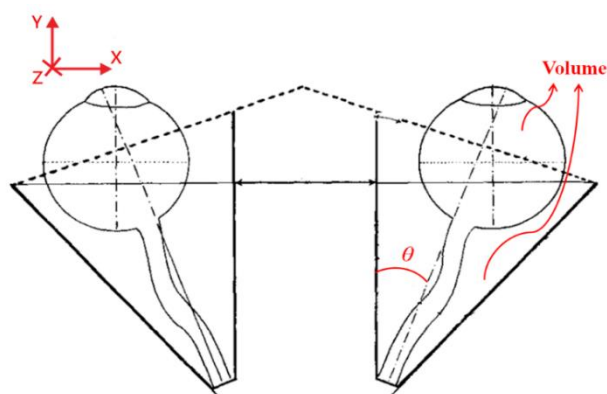


圖 2 三軸軸向、角度、體積與眼眶解剖位置之示意圖

由於本研究參數是建立在三維立體空間中，所以便能對空間中的點、線、面給于定義及量測，因此製成關係圖如表 1 所示，Parameter I 與 Parameter II 涉及體積變化；Parameter III 及 Parameter IV 兩者皆為距離參數，涉及 X、Y、Z 三軸軸向之變化；Parameter V 為角度參數；Parameter VI 為距離參數，涉及 X 軸變化；Parameter VII 為距離參數，涉及 Z 軸變化。

表 1 七個參數與三軸軸向、角度、體積之關係圖

	Parameter I	Parameter II	Parameter III	Parameter IV	Parameter V	Parameter VI	Parameter VII
X axis			●	●		●	
Y axis			●	●			
Z axis			●	●			●
θ					●		
Volume	●	●					

在本研究的系統中，根據臨床經驗制定顱顏對稱性分析所需的參數，參數中所參考的相關眼窩結構位置，在工程文獻較不常見其定義說明，因此整理了本研究所使用到的眼窩相關結構的定義，並於圖 3 標示其位置，表 2 以英文簡稱代表，並將參數公式化來方便記憶及使用。

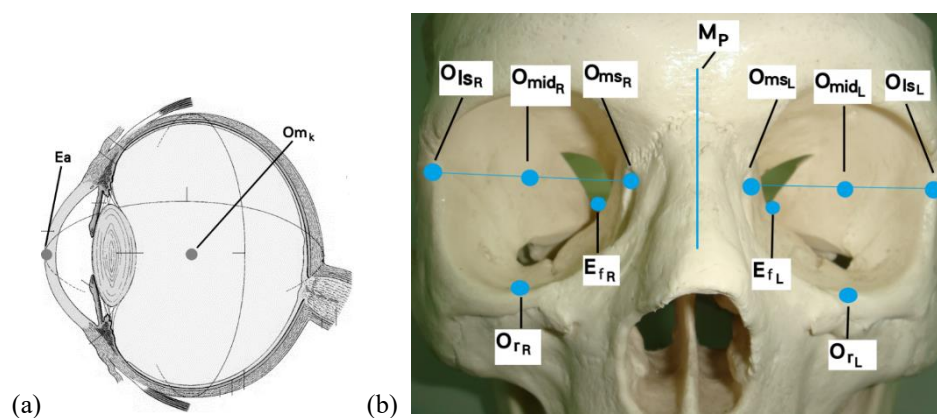


圖 3 眼窩相關結構位置與定義 (a)眼球部分[15] (b) 眼窩骨部分

表 2 眼窩結構界標定義之英文簡稱及中文說明

英文簡稱	中文說明	英文簡稱	中文說明
O_{m_k}	眼球質心	M_p	正中矢狀面
E_a	眼球前端	O_{ls_R}	右眼眶外側壁凹陷處
O_{ls_L}	左眼眶外側壁凹陷處	O_{ms_R}	右眼眶內側壁凹陷處
O_{ms_L}	左眼眶內側壁凹陷處	O_{mid_R}	右眼眶骨內外側凹點連線之中點
O_{mid_L}	左眼眶骨內外側凹點連線之中點	O_{f_R}	右眼眶視神經孔處
O_{f_L}	左眼眶視神經孔處	O_{r_R}	右眼眶下緣點
O_{r_L}	左眼眶下緣點		

參、系統架構

系統分別由「影像攝影系統」與「分析辨識系統」組成。系統功能架構如圖4所示，本「眼窩結構之量測分析系統」除了讀取 DICOM 格式的 CT 序列影像之功能外，尚可以進行的功能包含「切面及立體模型顯示」、「功能設定」、「計算模組」、「參數計算」四大模組，用於進行眼窩組織資訊之分析，其功能分述如下，而圖5則是系統操作步驟。

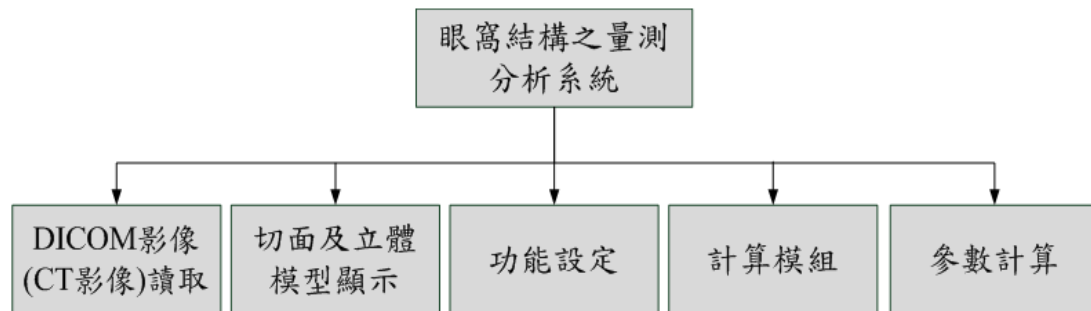


圖4 系統功能架構圖

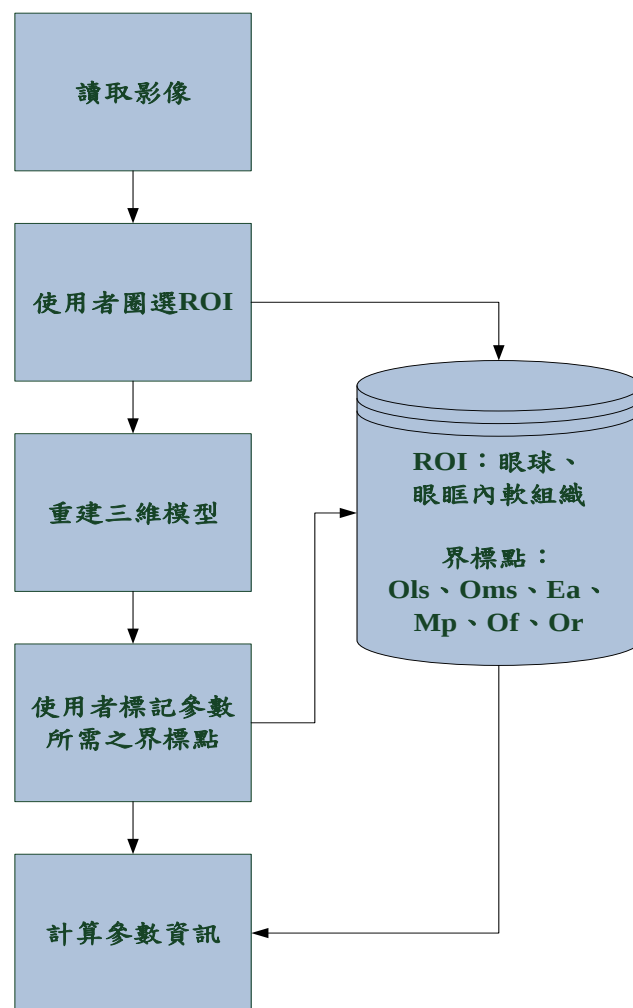


圖5 系統操作步驟

以下將針對系統架構中「切面及立體模型顯示」、「功能設定」、「計算模組」以及「參數計算」分別說明。

一、切面及立體模型顯示

在使用者選定欲分析之輸入影像後，AVIZO 已經內建模擬 3D 重建功能，可以在系統介面上直接顯示三種 2D 切面影像，分別是軸狀面、冠狀面、矢狀面，也可以依據所需的不同閾值，經調整後便生成相對應的 3D 模型在介面上。軸狀面、冠狀面、矢狀面的臨床定義圖如下圖 6 所示[4]。

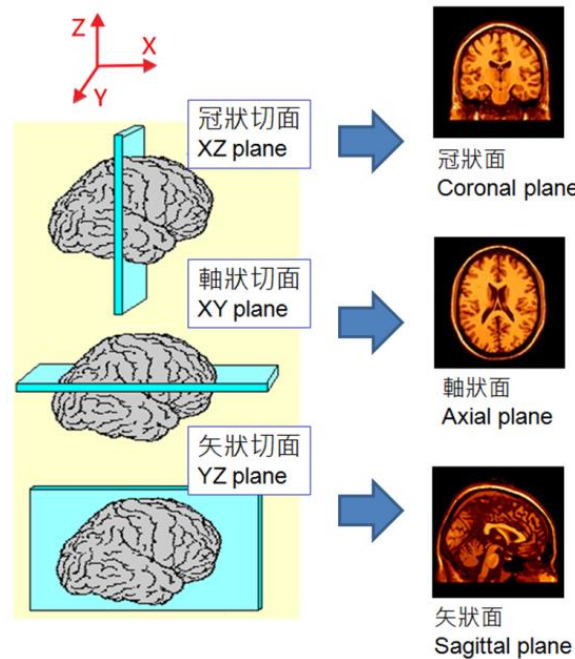


圖 6 三向解剖切面之示意圖 [4]

二、功能設定

系統介面上提供切片張數切換、ROI 圈選、標定界標點三種功能。切片張數切換是運用捲軸元件，提供使用者對二維切片作上一張或是下一張選擇切換的功能；ROI 圈選可以讓使用者在二維 CT 切片上圈選感興趣的範圍之後，生成該圈選範圍的三維模型；至於標定界標點，是讓使用者在定義參數時，可以在介面中對三維模型直接進行標記界標點的動作，進而進行距離量測、角度量測等的功能。

三、計算模組

系統介面上提供切片張數切換、ROI 圈選、標定界標點三種功能。切片張數切換是運用捲軸元件，提供使用者對二維切片作上一張或是下一張選擇切換的功能；ROI 圈選可以讓使用者在二維 CT 切片上圈選感興趣的範圍之後，生成該圈選範圍的三維模型；至於標定界標點，是讓使用者在定義參數時，可以在介面中對三維模型直接進行標記界標點的動作，進而進行距離量測、角度量測等的功能。

此計算模組指的是在系統中使用到的計算方法，包括：

(一) 歐幾里德距離(Euclidean distance)

距離的量測方式有許多種，使用者可以根據需求來選擇所要的度量公式。而最傳統也最常見的便是「歐幾里德距離」(Euclidean distance)，其在二維空間中的定義表示如下：

$$P1 = (x_1, y_1); P2 = (x_2, y_2) \quad (1)$$

$$d(P1, P2) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (2)$$

(二) 體積像素(volume pixel)

與二維空間上的像素概念類似。像素是使用在二維影像資料上，而體積像素則是建立在三維空間中，以構成一張張體積影像的資料結構中的位置。

(三) 輪廓最凹點

從已重建完成的眼眶骨模型，對眼眶骨外側進行凹點的辨識及界定動作。

(四) 中點公式

假設一線段有兩端點，分別為 A 與 B，而線段上有一點為 P，若線段 PA 與線段 PB 的距離相等，此時 P 點便為此線段的中點，其定義如下：

$$A = (x_1, y_1); B = (x_2, y_2) \quad (3)$$

$$P = \left(\frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2} \right) \quad (4)$$

(五) 角度計算

幾何學來說，一個角是由共同端點的兩條直線所組成，而這兩條直線稱為「邊」，共同端點稱為「頂點」，如圖 7 所示。

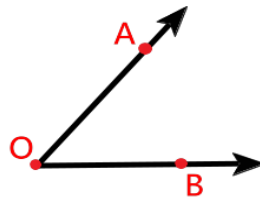


圖 7 角度示意圖

以圖 7 來說明，角度定義為 OA 連線向量及 OB 連線向量的夾角，其定義如下： $\theta = \angle AOB$

(六) 質心公式(center of mass)

質心也就是質量的中心。一物體若形狀對稱、密度均勻的話，其質心便會在其幾何中心的位置上。物體依其點群在空間中的分布可以計算其質心座標公式定義如下：

$$r_m = \frac{\sum_{i=1}^n m_i r_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (5)$$

r : 在座標軸 (x_r, y_r, z_r) 的座標值

m_i : i 質點的質量

r_i : i 質點的座標

四、參數計算

(一) 左、右眼球之體積

計算兩眼眼球體積，但不包含視神經及依附在眼球旁的肌肉組織，以及脂肪部分。

(二) 左、右眼眶骨內軟組織之體積

計算眼眶骨內的軟組織，範圍包括視神經、肌肉以及脂肪部分，不包括眼球部分。

(三) 眼眶骨內、外側凹點連線之中點至眼球前端距離

如圖 8 所示，先標定眼眶骨外側及內側的最凹點(點①及②)，接著計算出上述兩點連線之中點(點③)，再以此中點與眼球前端(點④)作兩點連線(線⑤)，便可得出連線中點至眼球前端之距離之直線距離。

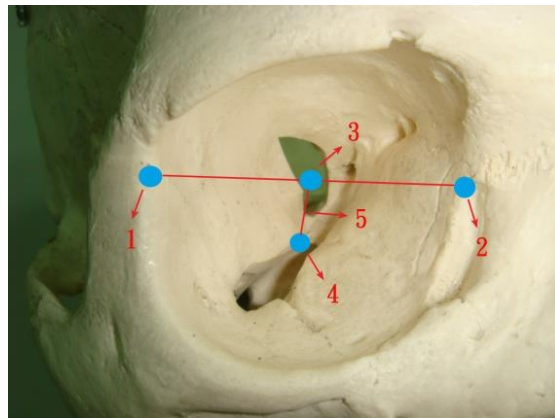


圖 8 參數三之定義說明

(四) 視神經孔界標點至眼球質心之距離

如圖 9 所示，必須標定視神經通過的孔點(點①)，再以此界標點連線至眼球質心(點②)，便求出視神經孔至眼球質心之距離參數(線③的長度)。

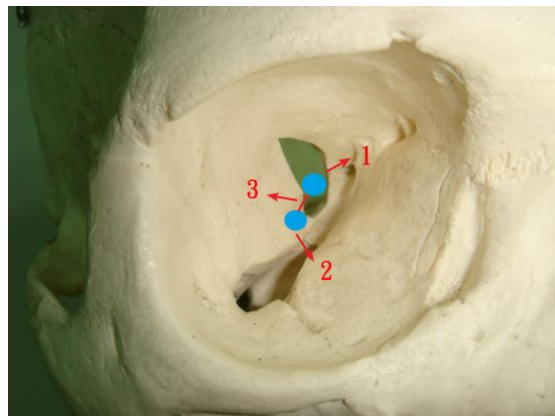


圖 9 參數四之定義說明

(五) 眼球質心連線至視神經孔之延伸線與正中矢狀面之夾角

如圖 10 所示，先定義符合顱骨正中心結構的一矢狀面，再對兩眼球分別求出左右眼的質心(點①及②)，接著從質心分別連線至左右眼的視神經孔(點③及④)並延伸至正中矢狀面(線⑤)，便求出此參數的兩眼夾角。

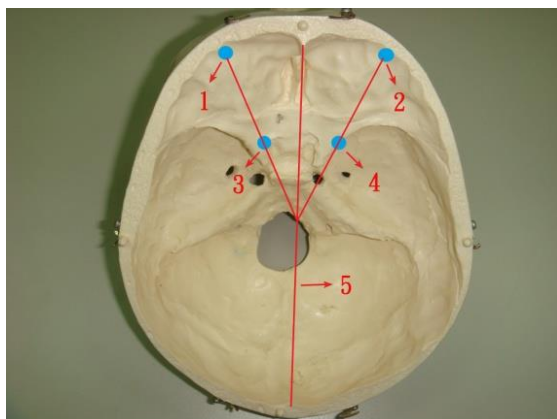


圖 10 參數五之定義說明

(六) 眼球質心至正中矢狀面之距離

如圖 11 所示，將計算出的左右眼球質心(點①及②)連線至正中矢狀面(線③)，便是質心至正中矢狀面之距離參數的距離(線④的長度)。

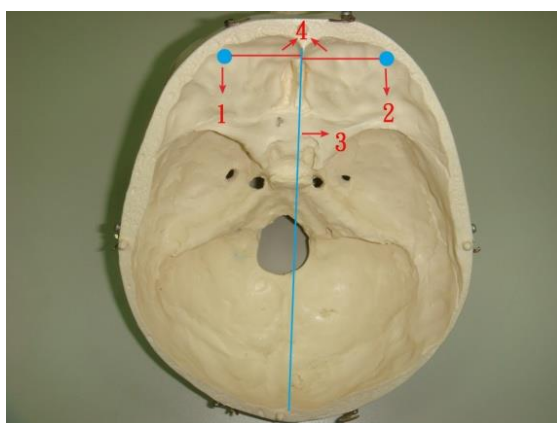


圖 11 參數六之定義說明

(七) 眼球質心至眼眶下緣之垂直距離

如圖 12 所示。首先，定義出左右眼眶下緣的界標點位置(點⑤及⑥)之後，因為要求的是垂直距離，所以先利用眼眶下緣界標點位置，將左右眼球質心(點①及②)移到眼眶下緣往上的 Z 軸高度的垂直位置(點③及④)之後，便可開始做垂直連線，最後得出左眼球質心至眼眶下緣之垂直距離參數的垂直距離(線⑦及⑧的長度)。

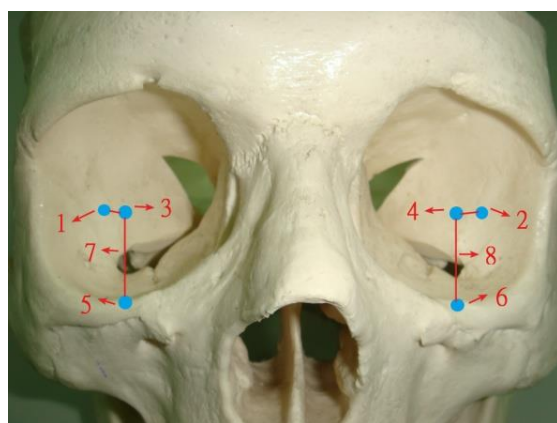


圖 12 參數七之定義說明

參數公式說明如下：

- 參數一：左、右眼球體積，其中 m_i 為 i 質點的質量， v_i 為 i 質點的座標位置

$$V = \sum m_i v_i \quad (5)$$

- 參數二：左、右眼之軟組織體積，其中 m_i 為軟組織 i 質點的質量， v_i 為軟組織 i 質點的座標位置

$$V = \sum m_i v_i \quad (6)$$

- 參數三：眼眶骨內外側最凹點連線之中點至眼球前端距離

$$d(O_{mid}, E_a) = \|\overline{O_{mid} E_a}\| \quad (7)$$

- 參數四：視神經孔界標點至眼球質心之距離

$$d(O_f, O_{m_k}) = \|\overline{O_f O_{m_k}}\| \quad (8)$$

- 參數五：眼球質心連線至視神經孔之延伸線與正中矢狀面之夾角

$$\theta = \angle M_p \overline{O_{m_k} O_F} \quad (9)$$

- 參數六：眼球質心至正中矢狀面之距離

$$d(O_{m_k}, M_p) = \|\overline{O_{m_k} M_p}\| \quad (10)$$

- 參數七：眼球質心至眼眶下緣之垂直距離

$$d(O_{m_k}, O_r) = \|\overline{O_{m_k} O_r}\| \quad (11)$$

五、參數分析系統流程

系統流程加入判斷使用者是否已標記完成界標點的機制。如圖 13 所示，從電腦斷層掃描上取得切片影像，並傳入「眼窩結構之量測分析系統」，在欲進行分析時，於流程上可分為「二維」與「三維」兩種參數設定環境。

(一)「二維」環境

由系統生成三軸向的二維切片，在此環境下可以讓使用者以區域成長法、臨界值法、及人工圈選的方式定義感興趣的區域，本研究須以此方式圈選眼球與眼眶骨內軟組織之部分。

(二)「三維」環境系統流程圖

由系統生成三維眼眶骨模型，讓使用者標記界標點，最後再代入參數公式以計算結果。

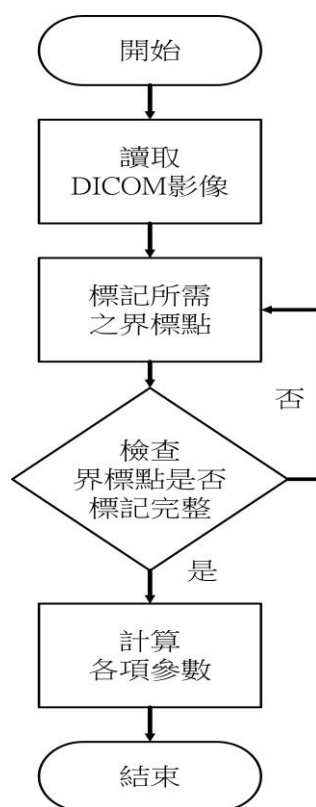


圖 13 系統流程圖

肆、結果與討論

在進行 ROI 圈選(二維切片上)及在標定界標點(三維模型上)的時候，因為是人工圈選，容易有誤差出現，所以修改調整的部分就必須請教專業醫師，進行諮詢並加以修改確認，降低人為誤差的影響。將定義好的參數量測方法運用到正常人實際案例的 CT 影像上進行分析。進行分析前，必須先對眼眶骨、眼球結構、眼窩軟組織這三個部分建構並繪製成 3D 模型，接著便進行各參數的量測，而各參數的圖形化分析介面與模型重建整理如下：

一、ROI 圈選部分

如圖 14 顯示眼眶骨、眼窩軟組織、眼球結構的模型製作過程，圖 14(a)(b)分別顯示經由感興趣之區域—左右眼球，進行完圈選之後，再以 AVIZO 之模型重建之物件，便獲得圖中之左、右眼之眼球三維模型。其後如圖 14(c)(d)所示，經由感興趣之區域—軟組織，包括肌肉、視神經、脂肪，進行完圈選之後，再以 AVIZO 之模型重建之物件，便得出圖中之左、右眼之軟組織三維模型(未消除眼眶骨外之多餘軟組織)。進行完軟組織的三維重建之後，再來工作便是將眼眶骨外多餘的軟組織給消除掉。如圖 14(e)(f)所示，圖中以眼眶骨及軟組織之合成模型，來示意在未消除前，軟組織突出眼眶骨外的模樣。因此，在此使用 AVIZO 切面裁切功能，進行多餘軟組織的切除。切除過程如圖 14(g)(h)所示，圖中黑色切面的部分，便是本研究所定義好的切面裁切位置。切除結果如圖 14(i)(j)所示，經由定義切面做完裁切之後，原本突出於左右眼眶骨外的黃色軟組織部分，已被切除完成。如此一來，在體積參數的計算上，也不會因為眼眶骨外的多餘軟組織，而影響參數造成誤差，數據將變得更加準確，也符合在臨床上的定義。接著便把上述完成的幾個模型，包括眼眶骨、眼球、軟組織，以合成模型來同時作顯示，如圖 14(k)所示。

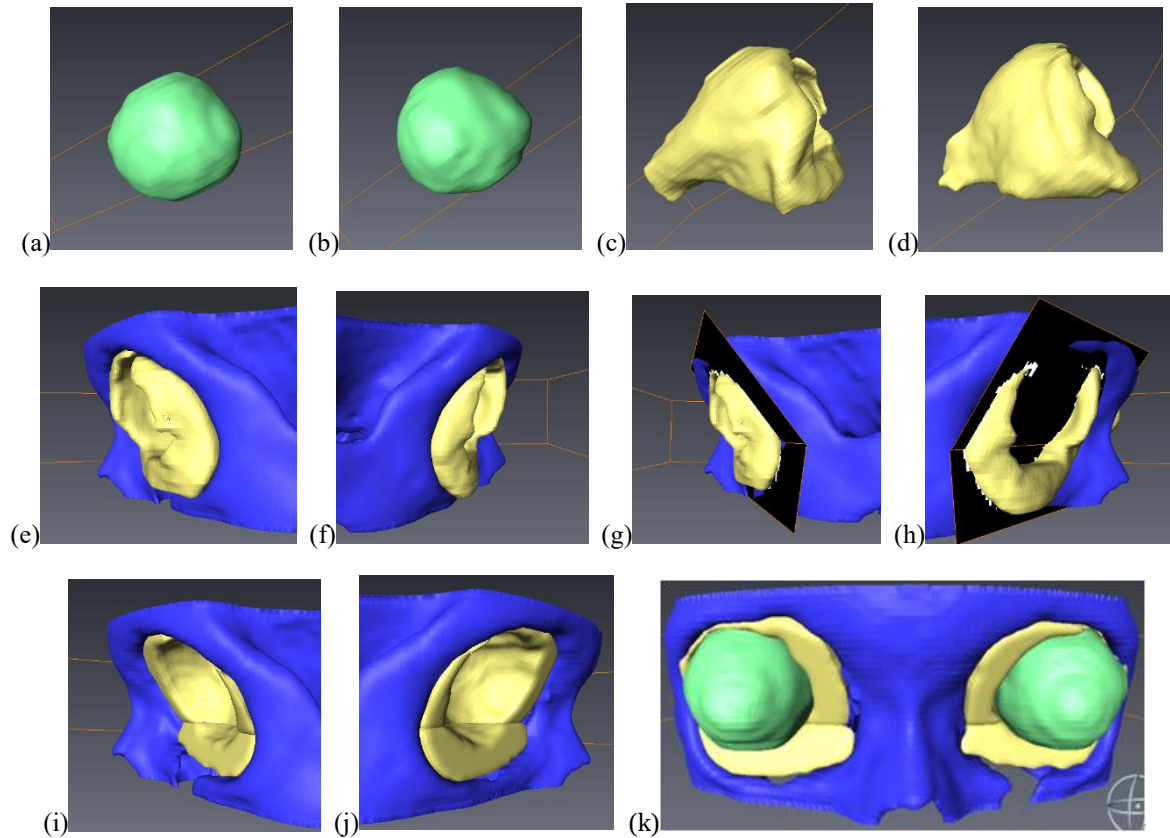


圖 14 眼眶骨、眼窩軟組織、眼球結構的模型製作

二、界標點部分

此部分展示眼眶骨週邊較重要的界標點位置標定及操作，分別如圖 15(a)~(d)所示，圖 15(a)標示凹處外側界標點，圖 15(b)為凹處內側界標點，圖 15(c)為內、外側凹點界標點連線之中點，圖 15(d)則為眼窩後端界標點之選取(視神經通過此孔)。

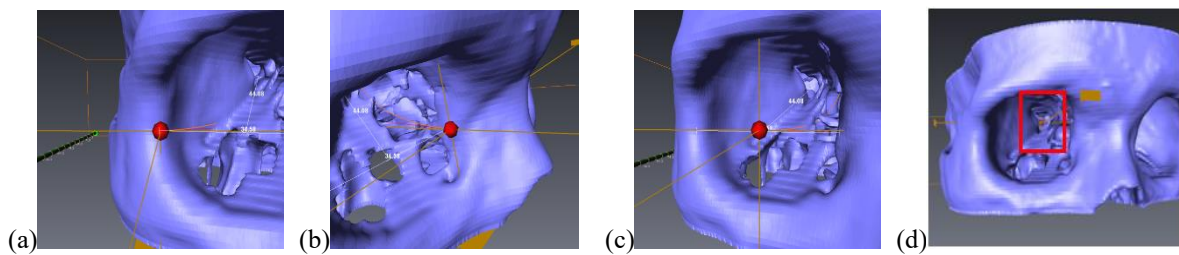


圖 15 眼眶骨週邊各界標點之標定及操作示意圖

三、參數計算部分

參數共分成七個部分，參數一及參數二分別為眼球、軟組織之體積，在此不多作描述，而參數三至參數七的計算表示如圖 16(a)~(e)所示。其中參數三：中點與眼球頂點連線之距離如圖 16(a)所示，圖 16(b)則顯示參數四：視神經孔界標點至眼球質心之距離(圖中為了標示軸線，消除眼球結構對軸線的遮蔽效應)，圖 16(c)顯示參數五：正中矢狀面與眼球質心連線至視神經孔形成之夾角的計算操作，圖 16(d)顯示參數六：眼球質心與正中矢狀面連線之距離 最後圖 16(e)顯示參數七：眼球質心至眼眶下緣之垂直距離

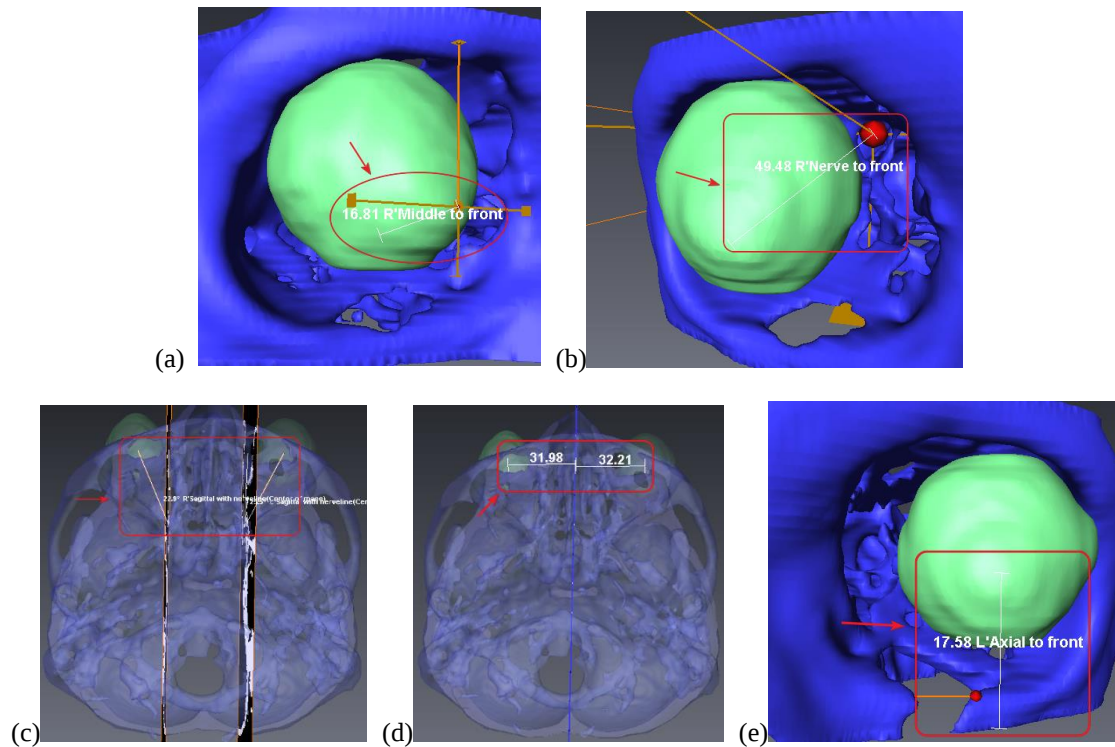


圖 16 參數虛擬模型量測圖

經過上述分析於各實驗樣本所得之七項參數，其各參數之量測數值，整理如下表：

表 3 六個實驗樣本於七項參數之數據

Subject	Patient I		Patient II		Patient III		Patient IV		Patient V		Patient VI	
Parameters	Left eye	Right Eye	Left eye	Right Eye	Left eye	Right Eye	Left eye	Right Eye	Left eye	Right Eye	Left eye	Right Eye
Patient I (Units:mm ³)	10245.9	10490.7	8061.34	7487.65	7767.11	7712.71	8185.35	8099.73	9726.11	9556.18	9338.38	8788.93
Patient II (Units:mm ³)	15174.27	15774.32	17476.12	17680.9	15635.85	15187.02	19095.36	19742.25	18142.28	18082.37	18770.03	19230.06
Patient III (Units:mm)	16.74	16.81	16.02	15.82	11.86	10.8	14.14	13.84	15.12	16.22	16..12	17.17
Patient IV (Units:mm)	36.7	35.27	38.18	37.87	35.4	36.01	33.67	34.15	41.42	42.51	38.28	36.69
Patient V (Units:degrees)	25.5	22.9	21.6	20.2	19.3	18.4	19	21.5	18.3	21.9	20.5	20.5
Patient VI (Units:mm)	32.21	31.98	31.63	31.61	28.32	28.65	28.32	30.28	30.95	32.86	32.88	33.22
Patient VII (Units:mm)	20.42	20.92	19.44	19.97	17.75	17.89	19.09	19.79	19.26	22.07	18.15	18.77

從表 3 中可以觀察到每個案例，左、右眼的數據在七個參數間都是很相近的，這表示人的左眼與右眼是具有對稱性的，不過，在此表中唯一有問題的是 Patient_V 的 Parameter VII 數據，此參數為眼球質心至眼眶下緣之垂直距離，而 Patient_V 的左眼與右眼數據分別為 19.6 mm 及 22.07 mm，相較於同參數的其他案例，Patient_V 的數據顯得差異較大，於是從 Patient_V 的三維眼眶模型直接觀察，可以發現此人左、右眼眶用肉眼便可辨識出有明顯差異，如圖 17 所示。

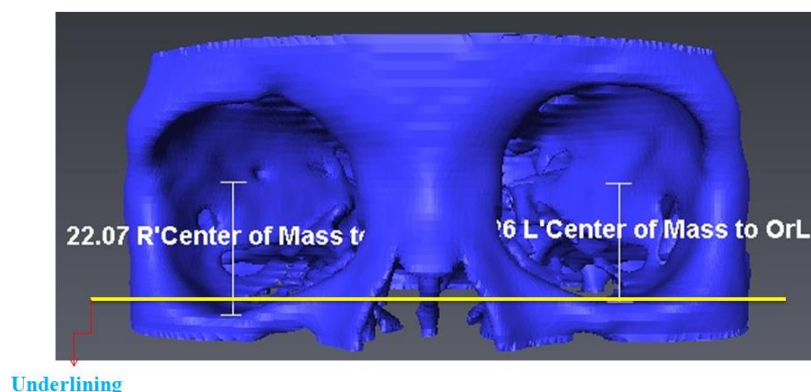


圖 17 Patient_V 之三維眼眶模型

表 4 六個實驗樣本於七項參數之平均數與標準差

Parameters	部位	平均數 ± 標準差	
		Left eye	Right eye
I. 眼球體積(Units:mm ³)		887.37±1018.10	8749.32±1094.95
II. 軟組織體積(Units:mm ³)		17382.29±1635.42	17615.15±1824.26
III. 中點至眼球頂點之距離(Units:mm)		15.00±1.79	15.11±2.41
IV. 視神經孔至眼球質心之距離(Units:mm)		37.28±2.68	37.08±2.94
V. 正中矢狀面與眼球質心之夾角(Units:degrees)		20.70±2.63	20.90±1.57
VI. 眼球質心與正中矢狀面之距離(Units:mm)		30.84±1.80	31.43±1.71
VII. 眼球質心至眼眶下緣之垂直距離(Units:mm)		17.21±1.23	16.95±1.10

統計結果如表 4 所示。根據眼科解剖學圖譜[5]所記載的眼眶容積為 27.4ml 至 29.3ml，此項數據相當於本研究中參數一(眼球體積)及參數二(眶內軟組織體積)之所得數據之和。表中顯示各個參數的標準差都極小，代表這些參數對於解剖結構的量測具有一致性，因此將可能運用在整形外科手術計畫中，用於評估手術方式與手術治療效果。而這些參數對於整形外科手術計畫的意義將待進一步更詳細的制定與分析，而本研究也將蒐集更多的案例以利統計性別與年齡相關的參數分析。

伍、結論

本研究以 3D 電腦斷層影像的分析，日漸成為顏面外傷診斷及治療重建的重要工具，尚無其他醫療團隊以數學參數作此客觀分析，同時將目前臨床診斷方式和治療結果，以數學模式表達，以改善現有的醫療技術。所測得之參數若具有對稱性，將可提供整形外科醫師在診斷治療上的電子化技術，以正常側來得知眼窩形態容量，來判斷患側眼窩的病理變化，其主要目的，在於量化正常人眼窩的解剖參數，如眼窩體積、眼軸角度、眼球大小等等，並建立量測的分析系統。3D 電腦斷層影像分析，已漸漸成為建立臨床上診斷分類與治療準則的重要工具，因此運用 3D 模型配合客觀準確的量測分析，從解剖學的觀點，探討眼球內陷、眼位不正、複視的致病機轉，將提供臨床醫師在眼窩手術的輔助參考，提升醫療品質。未來可根據臨床經驗，制定與眼窩構造相關的七項參數，增加實際案例，以確認參數代表性和正確性，使系統介面更加人性化，減少使用者操作時可能遭遇之挫折，將系統功能再優化。一旦改進了上述幾點，確認參數的可行性後，將可以從正常人眼眶案例轉移至單側眼眶受傷病患之案例來作參數的測試；甚至建立台灣人的顱顏眼部結構的幾何參數資料庫，提供眼科學、整形外科、神經科學的參考，並從眼眶骨的影像建構與分析模式，可以延伸至其他顏面部分，以便在醫療的臨床判斷上，發揮更大的輔助效果。

參考文獻

- [1] 衛生福利部統計處 (2011)。九十九年度死因統計表，取自 <https://dep.mohw.gov.tw/DOS/lp-1810-113.html>。
- [2] 行政院主計處 (2011)。統計表，*中華民國統計月報*，545，2-66。
- [3] H. H. Chieng, Y. C. Tsai, H. C. Lin, F. Y. Tseng, and S. J. Yang. (1999). Retrobulbar Hemorrhage as a Rare Complication in Surgical Reduction of Blowout Fracture-A Case Report, *The Journal of Plastic and Reconstructive Surgical Association R.O.C.*, 8, 316-321.
- [4] 莊克士 (1998)。醫學影像物理學。新北市：合記圖書出版社。
- [5] 王海林、盧麗、陶軍與孟祥偉 (2002)。眼科解剖學圖譜。北京：遼寧科學技術出版社。