

Histomorphological changes in human bone After in vivo Er:YAG laser and ultrasound osteotomy

在活體人骨上以鉅雅各雷射與超音波執行切骨手術並觀察其組織形態學之變化情況

Prof. Georgi T. Tomov, Bulgaria

Laser, 1, 2017

【指導教授】柯俊宏 副教授 國立台北科技大學機電整合研究所

【研究生】羅竣璋·黃柏岳·翁世奇·陳涵

版權為新北市牙醫師公會所有·請勿任意轉載

Bone surgical interventions are performed using two major techniques: an osteoplasty and osteotomy. They are carried out by a great number of tools

(osteotomes) which cause certain changes in bone morphology, i.e. cell vitality and physiology.¹⁻¹⁴ The applicability of different osteotomes in bone surgery

depends on the severity of tissues damage and the healing process afterwards.¹ Therefore, the features of bone repair have been object of a many histomorphological research trials performed on laboratory animals.¹⁻³ The

analyses of the results published showed tissue recovery following ultrasound and laser osteotomy to be superior to the procedures performed by conventional rotary tools.^{1,4,5}

However, the conclusions from these researches are not automatically relevant to humans. Therefore, the aim of this study was to evaluate the histological changes in the border area following in vivo human bone cutting by an ultrasonic device and an Er:YAG laser during extractions of impacted mandible wisdom teeth.

簡介：

骨外科手術之技術主要分為兩種：骨成形術和截骨術。它們都需要大量的工具（骨鑿）來進行手術。這些工具會引起骨形態的某些變化，即細胞活力和生理學上的影響。骨切除術在骨手術中的適用性取決於組織損傷的嚴重程度和癒合過程。因此，對於實驗動物之骨修復的特徵進行許多組織形態學研究試驗後，發表的結果進行分析，其顯示出超聲波和雷射截骨術之術後的組織恢復優於使用常規旋轉工具進行的手術。

然而，這些研究的結論與人類並無直接相關。因此，本研究的目的是通過超聲波裝置和 Er:YAG 雷射對活體人類的下頷智齒進行骨切割手術，並在骨切割術期間以組織學來評估邊界區域之變化情況。

材料與方法：

在這份研究當中，我們採用的對象年齡為18至35歲，年齡區間界定較小是因為避免到骨頭受到年齡而改變。而材料的部份我們採用下顎骨的第三顆臼齒作為範本。此外這些實驗中，術中和後和骨頭感染而導致的併發症皆不在預設狀況範圍內，皆以理想化的情況進行。文中採用六十份骨頭的樣本，並利用兩種技術分成兩組，一種為超聲波手術裝置，另一為 Er:YAG 雷射此兩種技術有利用特定的方式操作，也有選定操作流程，其中雷射採用直徑1.3mm，長度為19mm的藍寶石tip，並以非接觸式（距離樣品1-2mm）的方式做樣品的處理，而超聲波裝置的部分則採用 tip US#1。

此外這些樣品皆浸泡在濃度為10%的

Histopathological changes in 60 bone specimens

Histomorphological changes	Woodpecker®	LiteTouch™, Light Instruments
border configuration/ margins	sharp, severely fragmented and irregular; (Figs. 1 & 2)	sharp, precise configuration (Figs. 3 & 4)
debris fragments	a satellite zone of numerous debris fragments (Figs. 1 & 2)	no smear layer of debris fragments (Figs. 3 & 4)
thermal damage/ carbonisation	no significant signs, preserved bone microstructure (Figs. 1 & 2)	no significant signs, mildly expressed darker superficial area (Figs. 3 & 4)

Table1 : Histopathological changes in 60 bone specimens taken in vivo from human mandibles by ultrasound and Er:YAG-laser osteotomy.

版權為新北市牙醫師公會所有，請勿任意轉載

甲醛做為緩衝溶液，每一份樣品皆以切分為3-5微米的尺寸，並且每一份皆浸泡組織結構學理使用的特定紅色染劑 (haematoxylin-eosin)，影像處理部分則利用光學顯微鏡作觀察，倍率為100X以及400X。

以組織型態學的角度，此文獻想看的部分為：

1. 影像的邊緣效果與品質
2. 破碎部分的呈現
3. 熱破壞/碳化的現象

結果與討論：

利用截骨技術的特性並執行來觀察實驗動物中骨頭中一些生物方面的反應，基於更廣泛的研究，也證實的人類與動物在骨頭上有著根本上的一些差異，而此文也讓我們看到的證實現今人類的骨頭資訊，而這項議題也將經由截骨術中的兩個技術，超聲波以及Er:YAG 雷射來相較人類與動物之間的差異而受到改變。

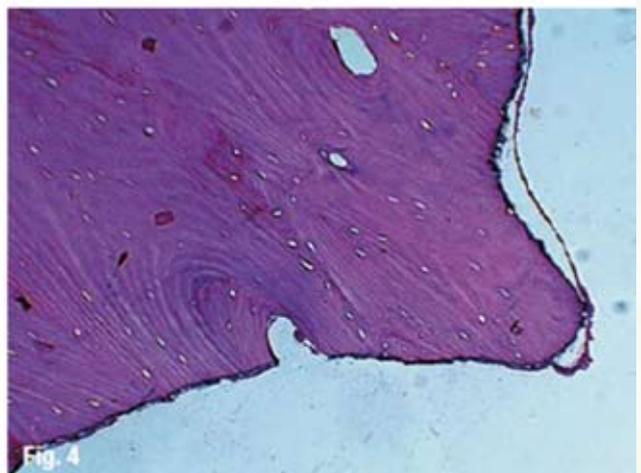
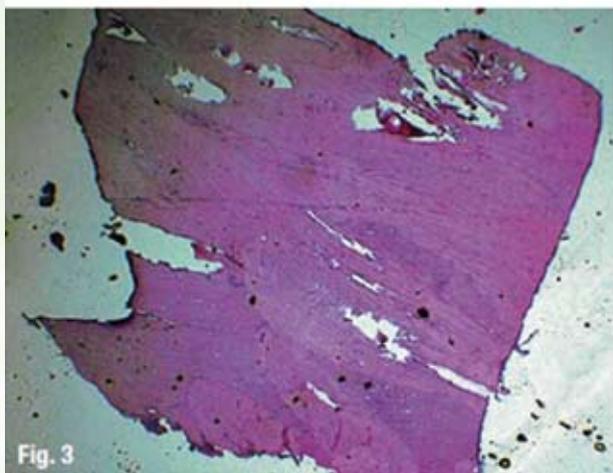
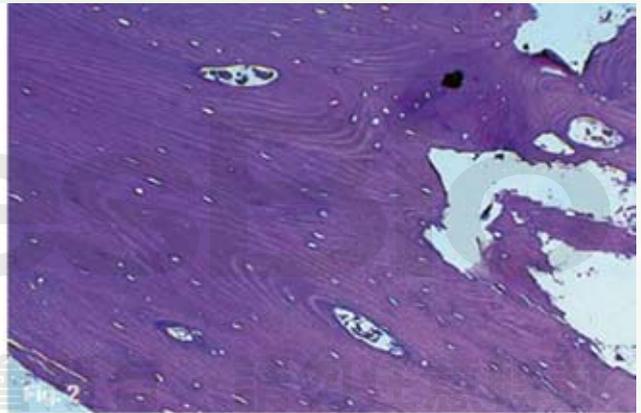
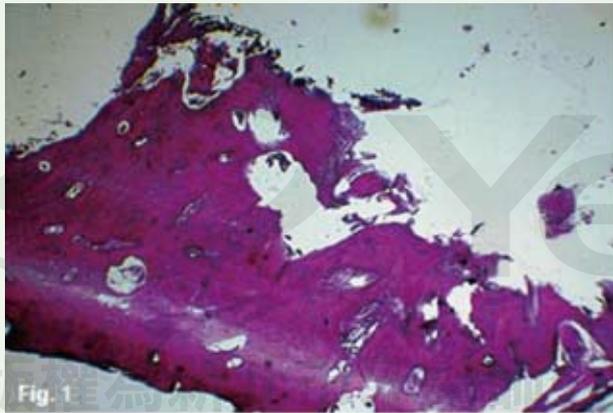


Fig. 1: Ultrasound obtained human bone specimen (H&E x100).

Fig. 2: Ultrasound obtained human bone specimen (H&E x400).

Fig. 3: Laser obtained human bone specimen (H&E x100).

Fig. 4: Laser obtained human bone specimen (H&E x400).

藉由音波切骨並從人類骨頭上的取樣

超聲波裝置藉由壓電效應產生在約25~30千赫茲的機械波。切骨是操作在20–80微米內線性振盪移動擺幅。精確地說這些參數是建立超聲波輔助微精密切骨手術，插入的時候會直接已礦化的骨頭組織的深度。組織結構學上來說，使用體內超聲波所獲得人類下顎的結果，顯示尖端邊緣的部分與Romeo 等人在試管研究在豬的下顎骨所研究到的結果一致。同時，切削區域的調查不規則形狀配置有明顯偵測到的骨頭碎片附著在主要片段骨頭上。在收集人骨碎片的期間沒有檢測到的組織形態有改變的跡象。所有在體內超聲波檢查獲得的標本顯示保存了微型結構體。可以觀察到開放性血管流動，能有效改善骨頭修復癒合階段的營養。在本研究中提出的病理組織學研究結果，及無併發症的術後恢復期，在我們的病人上可以證實人體超聲波輔助切骨術為一種非破壞性的微創手術。在 Berengo M. et al.¹³ 的研究也得到了相同的結論。

鉬雅各雷射從人骨得到標本

鉬雅各雷射器發射波長為2.94μm的紅外線，主要由水和羥基磷灰石吸收。鉬雅各雷射是骨手術中的有效工具。與超聲波骨刀裝置相反，通過雷射進行截骨術是以非接觸模式進行的。雷射尖端距離目標表面1-2mm，並且不會對周圍組織造成摩擦損傷。

從我們的患者，用雷射切割表面獲得骨塊切片，在光學顯微鏡觀察下，顯示出精準的邊緣結構 (圖3和圖4)，確認了先前發表於動物模型的聲明，以通過熱機械雷射實現清晰有效的截骨術。

在所有雷射燒蝕的人骨樣品中，在切割線附近觀察到表面上有微米等級微弱的非晶層 (圖3和圖4)。羅密歐與潘多里奇等人，報導了豬下頷骨和肋骨實驗室研究中發現的類似組織特徵。所有樣本中檢測到的骨骼變化的原因，可能是在組織周圍的區域內有累積的熱能。與超聲波獲得的樣本相比，我們研究中雷射獲得的人類生物樣品，沒有顯示附著在切割表面的污跡層或碎屑跟骨碎片 (圖3和圖4)。

這些發現與羅密歐等人在新鮮豬下頷骨的體外試驗中，可以證實雷射切割後的骨組織癒合較佳，Kesler等人的在老鼠的研究中也取得相同的印證。使用雷射可以確保牙本質幾乎沒有任何血液組織沾黏，這確保了重塑有一個好的開始。我們研究中手術恢復期證實，在所採集到的樣本上，所有組織變化對於人類的骨癒合是無害的。

總結

在本研究中的顯微鏡觀察下獲得以下結果，骨轉換的類型和質量都取決於其切割的方式。在評估樣品中，執行在體內的雷射和超聲輔助截骨術後，人骨組織的變化證明了兩種研究工具對人體骨骼的耐受性。應該由之前選擇適當的骨鑿應。而 Er:YAG 雷射由於是非接觸干預式，具有優於超聲截骨技術的優點，其無機械振動，並且無碎屑切割線和無菌方式來進行。

不過，在有足夠的培訓和經驗的情況下，外科醫生能夠依據情況選擇使用適合的裝置來進行骨切割手術。

致謝：本研究由普羅夫迪夫醫科大學資助 (Grant SDP-06/2015)。