

Chương 5: Laser Nd:YAG và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào

Người dịch: BS Nguyễn Tuấn Anh

5.1. Tổng quan về Laser Q-Switched Nd:YAG

Laser Q-switched Nd:YAG về cơ bản tạo ra bước sóng 1064 nm, nhưng nó cũng có thể tạo ra bước sóng 532 nm, là bước sóng khi ta nhân đôi tần số của 1064 nm bằng cách sử dụng tinh thể KTP [1] (Bảng 5.1, Hình 5.1). Có thể sử dụng hai bước sóng trong một máy laser là một lợi thế rất lớn. Tuy nhiên, tôi quan sát thấy chất lượng chùm tia ở bước sóng 532 nm do laser Nd:YAG Q-switched tạo ra không đồng đều và đầu ra cao hơn hiệu quả hiển thị trên bảng thiết bị ở kích thước điểm nhỏ. Đây là lý do tại sao tôi sử dụng kích thước điểm 5 mm khi sử dụng bước sóng 532 nm. Laser Pastelle (WONTECH Co. Ltd. Daejeon, Hàn Quốc) cung cấp thêm một tay cầm xung nhuộm màu có thể chuyển đổi bước sóng 532nm thành bước sóng 595nm hoặc 660nm.

Bảng 5.1 Thông số của Laser Q-switched Nd:YAG

Hệ thống	Nd:YAG
Bước sóng	1064 nm, 532 nm Lựa chọn: 595 nm, 660 nm
Năng lượng đỉnh	532 nm: 500 mJ 1064 nm: 1300 mJ Chế độ PTP: 1600 mJ Chế độ Genesis: 3500 mJ
Độ rộng xung	4 đến 48 ns (chế độ Q-switched) 80 đến 480 μ s (chế độ Genesis)
Tần số	Lên đến 10 Hz
Kích thước điểm	2 đến 10 mm (thay đổi 1mm)

Phương pháp Q-switch như sau: Cả hai gương trong khoang quang học của laser Q-switch đều phản xạ 100%, do đó các photon di chuyển qua lại giữa các gương tăng theo cấp số nhân (Hình 5.2). Khi thu được một số lượng photon nhất định, một gương sử dụng màn trập để mở và đóng (chuyển đổi) chỉ trong một thời gian rất ngắn, phát ra các photon [2]. Do đó, có thể đạt được năng lượng đầu ra rất cao và laser Q-switched tạo ra thời lượng xung (PD) rất ngắn tính bằng nano giây. Tại thời điểm này, phương pháp tạo ra xung gần như liên tục bằng cách giữ cho một gương mở như laser CO₂ mà không sử dụng màn trập là chế độ Genesis (hoặc chế độ không phải Q). Chế độ Genesis thường có thời lượng xung là 300 μ s, bằng với thời lượng xung của kỹ thuật Genesis. Thoạt nhìn, có thể nghĩ rằng kỹ thuật Genesis thực hiện bằng cách sử dụng laser Nd:YAG xung dài có thể được thực hiện bởi laser Nd:YAG Q-switched. Tuy nhiên, tôi tin rằng chế độ Genesis của laser Q-switched Nd:YAG có công suất rất thấp, vì vậy rất khó để thấy được hiệu quả của kỹ thuật Genesis. Và mặc dù nó có thể hiệu quả nếu chiếu xạ trong một thời gian dài, nhưng tôi không nghĩ nó có tính kinh tế vì tuổi thọ của bóng đèn sẽ nhanh chóng cạn kiệt. Vì vậy, thay vì sử dụng chế độ genesis trong laser Q-switched Nd:YAG, tôi sử dụng kỹ thuật genesis bằng laser Nd:YAG xung dài.

Chế độ PTP™ (xung đôi quang âm) đề cập đến một phương pháp trong đó hai xung phụ được chiếu xạ với chênh lệch thời gian khoảng 100–150 μ s trong một xung [4]. Gần đây,

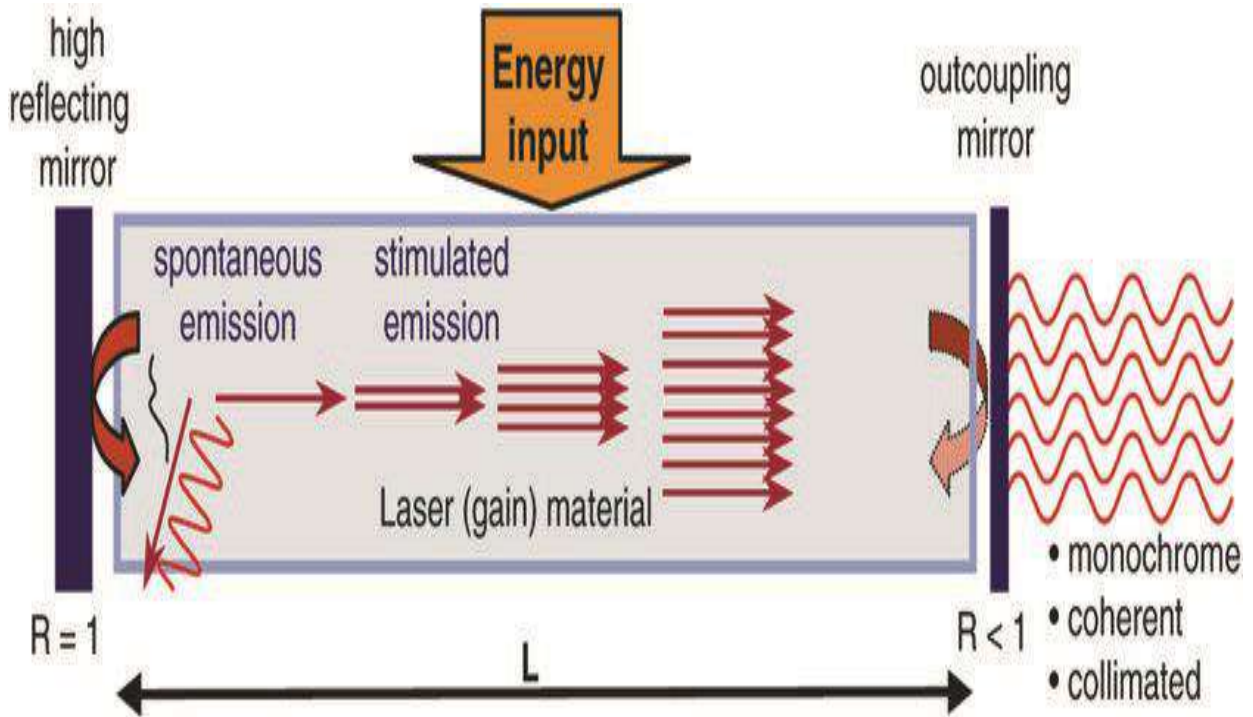
Chương 5- Laser Nd Yag và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào

một số laser Q-switched Nd:YAG chiếu xạ 4–6 xung con trong một lần chiếu xạ cũng đã được ra mắt. Có rất nhiều tranh cãi về cơ chế và tác dụng của chế độ PTP™, nhưng tôi nghĩ tác dụng chính chỉ đơn giản là tăng tần số. Ví dụ: nếu 10 Hz được chiếu xạ qua chế độ PTP™, thì 20 Hz thực sự được chiếu xạ. Tất nhiên, bằng cách chiếu xạ liên tục như macropulse, laser Q-switched cũng có thể đem lại hiệu ứng tương tự như kỹ thuật Genesis bằng cách tăng từ từ nhiệt độ mô đích bằng hiệu ứng quang nhiệt. Năng lượng trong chế độ PTP™ được hiển thị bằng cách cộng gộp năng lượng của hai xung con. Ví dụ: ở chế độ PTP™, 2,5 J/cm² có nghĩa là một xung con 1,25 J/cm² được chiếu xạ và sau 100 μs, một xung con 1,25 J/cm² được chiếu xạ lại. Do đó, một nửa giá trị năng lượng của chế độ PTP™ là giống như giá trị năng lượng của chế độ cơ bản. Các kích thước điểm của laser Pastelle (WONTECH Co. Ltd. Daejeon, Hàn Quốc) có thể được điều chỉnh từ 2 đến 10 mm với khoảng tăng 1 mm. Tay cầm của Pastelle laser hoạt động như một tay cầm thu phóng với kích thước điểm từ 6 mm trở xuống, trong đó kích thước điểm giảm khi tay cầm được lấy ra khỏi da. Từ kích thước điểm 7 mm trở lên, nó phù hợp với laser toning vì nó được chiếu tia song song thông qua điều khiển quang học. Và khi sử dụng tia laser, năng lượng thực tế trở nên thấp hơn trên bảng điều khiển (tham khảo Phần 2.5 trong Chương 2), nhưng laser Pastelle có chức năng tự động hiệu chỉnh để người vận hành có thể điều chỉnh đúng năng lượng.

Laser Q-switched Nd:YAG là loại laser cấp bốn, và trái ngược với laser ruby Q-switched, nó có thể sử dụng bóng đèn có công suất thấp, do đó chi phí đầu tư thấp, tuổi thọ của bóng đèn lâu, và nó cũng có đầu ra ổn định và ít hư hỏng cơ học (tham khảo Phần 4.2 trong Chương 4). Và trên hết, tần số nhanh tới 10 Hz, vì vậy nó phù hợp với laser toning.



Hình 5.1 Hầu hết Laser Q-switched Nd:YAG có thể phát bước sóng 1064nm và 532nm. Laser sử dụng: Pastelle, WONTECH Co. Ltd. Daejeon, Korea



Hình 5.2 Trong khoang quang học, các photon được khuếch đại trong cả hai gương. Trong laser liên tục, một gương không phải là gương phản chiếu 100%, vì vậy một số photon thoát khỏi khoang quang học. Nhưng laser Q-switched có gương phản xạ 100%, do đó các photon tăng theo cấp số nhân trong khoang quang học.

5.2. Chỉ định

Laser Q-switched Nd:YAG là loại laser cơ bản mà mọi phòng khám nên có, và là loại laser thiết yếu trong điều trị sắc tố. Thủ thuật được sử dụng thường xuyên nhất với laser Q-switched Nd:YAG là “laser toning”, không chỉ được sử dụng cho mục đích điều trị nám mà còn để cải thiện tông màu da mặt cũng như ngăn ngừa và điều trị PIH.

Do mô đích của laser Q-switched Nd:YAG là melanin nên nó có thể được sử dụng cho các sắc tố biểu bì, sắc tố trung bì và xóa hình xăm tương tự như laser Ruby Q-switched (tham khảo Phần 4.3 trong Chương 4). Đối với sắc tố biểu bì, bước sóng 532nm, được hấp thụ chủ yếu bởi lớp biểu bì, được sử dụng và đối với sắc tố trung bì, bước sóng 1064 nm, chủ yếu được hấp thụ nhiều bởi lớp trung bì, được sử dụng. Tuy nhiên, bước sóng 1064 nm không hoàn toàn không được hấp thụ bởi lớp trung bì. Thay vào đó, nó phù hợp để sử dụng trong “laser toning” vì khả năng hấp thụ thấp (tham khảo Phần 2.7 trong Chương 2). Trong xử lý hình xăm, hình xăm màu đỏ được xử lý bằng bước sóng 532 nm, đây là màu bổ sung cho màu xanh lá cây. Hình xăm đen và xanh được xử lý bằng bước sóng 1064 nm.

Mặc dù bước sóng 532nm được sử dụng để điều trị sắc tố biểu bì nhưng hệ số hấp thụ của melanin rất cao nên nguy cơ tác dụng phụ như PIH cao. Vì vậy, tôi điều trị các sắc tố biểu bì bằng phương pháp xung lặp lại, phương pháp này chiếu nhiều lần bước sóng 532 nm của laser Q-switched Nd:YAG với năng lượng thấp (tham khảo Phần 5.6 trong Chương 5).

5.3. Quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào

Phương pháp quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào là một lý thuyết được biết đến nhờ nghiên cứu một phương pháp gọi là “laser toning”, một phương pháp được sử dụng trong thực hành ở các phòng khám tư nhân.

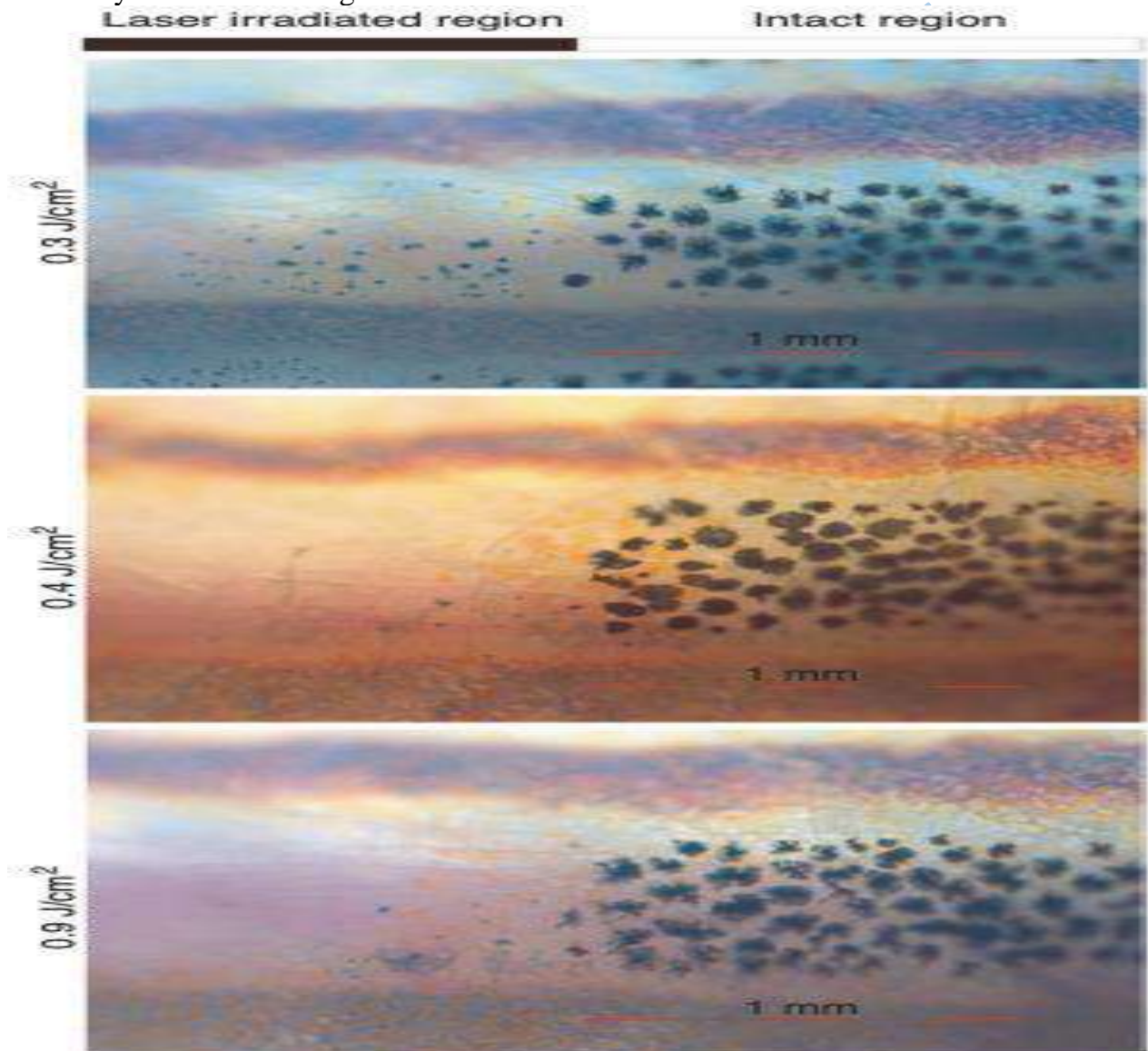
Để nghiên cứu nguyên lý của laser toning, Kim et al. chiếu xạ laser Nd:YAG Q-switched 1064 nm trên ngựa vằn và quan sát thay đổi qua kính hiển vi và sinh thiết [5]. Họ quan sát những thay đổi trong melanosome bằng cách chiếu năng lượng từ 0,3 J/cm² đến 0,9

Chương 5- Laser Nd Yag và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào

J/cm² với kích thước điểm 7 mm và thời lượng xung 5–7 ns. Các melanosome bị phá hủy một phần ở 0,3 J/cm² nhưng cần phải năng lượng ít nhất 0,4 J/cm² để quan sát thấy các melanosome bị phá hủy hoàn toàn (Hình 5.3).

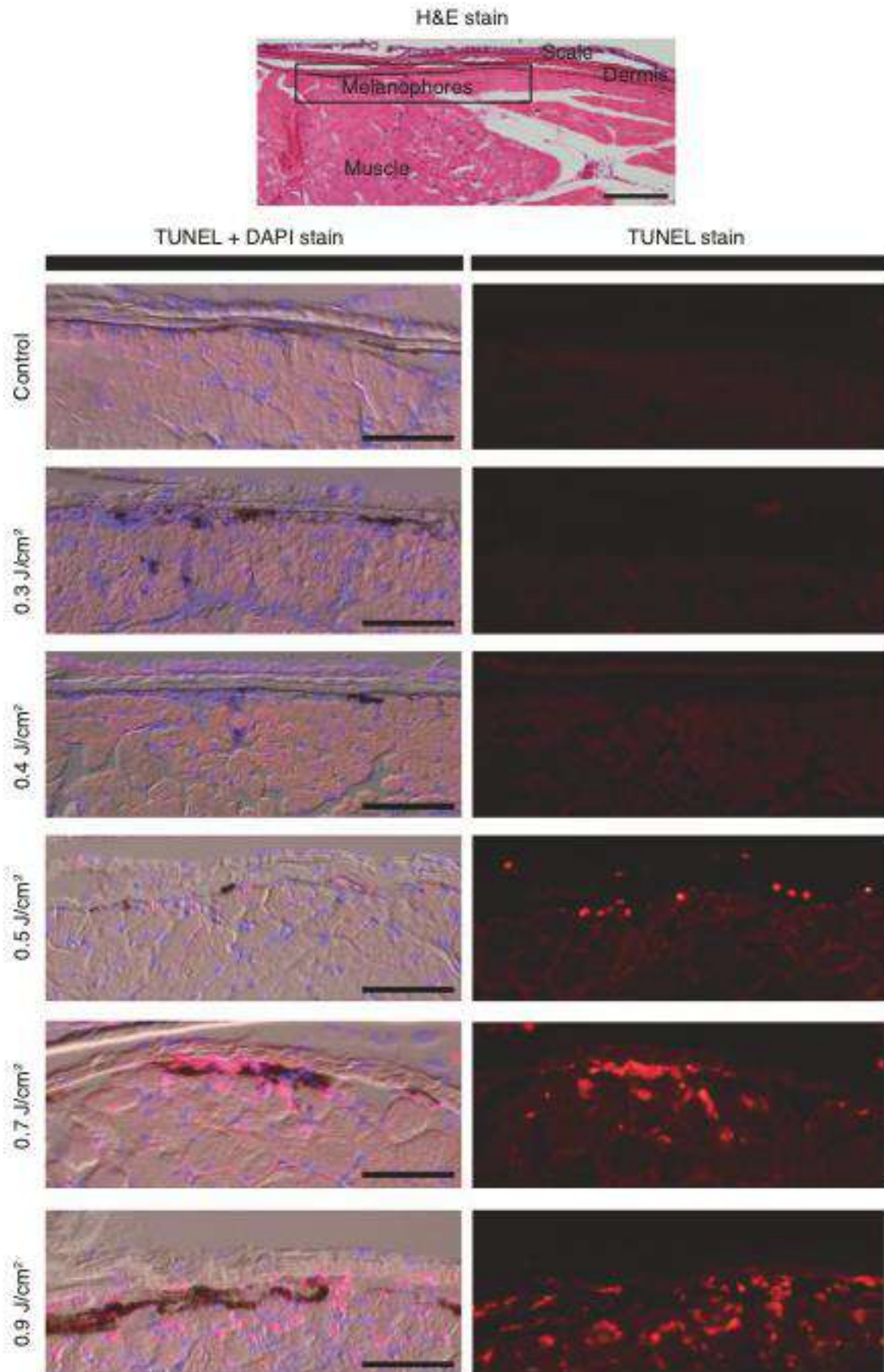
Hình 5.4 cho thấy kết quả nhuộm màu; màu xanh nghĩa là nhân bình thường, và màu đỏ nghĩa là tế bào hoại tử, tức là tế bào sắp chết. Năng lượng dưới 0,4 J/cm² nhân và các tế bào đều bình thường, nhưng trên 0,5 J/cm², các tế bào chết theo chương trình được quan sát thấy mặc dù nhân bình thường.

Tổng hợp lại, những kết quả này cho thấy ở mức 0,4 J/cm², chỉ các melanosome bị phá vỡ và các tế bào không bị hư hại. Nói cách khác, có một “mức năng lượng chỉ có thể phá vỡ các melanosome mà không làm hỏng các tế bào.” Ví dụ, laser toning trong điều trị nám không ảnh hưởng đến tế bào melanin hoặc tế bào sừng và không gây ra tác dụng phụ, và nó có hiệu quả trong việc điều trị nám bằng cách chỉ loại bỏ các melanosome có trong melanocytes và tế bào sừng.



Hình 5.3 Sự thay đổi ở melanosomes ở ngựa vằn 5 ngày sau chiếu laser Q-switched Nd:YAG. Phần bên trái của mỗi hình là phần được chiếu xạ.

Chương 5- Laser Nd Yag và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào



Hình 5.4 Nhuộm TUNEL và DAPI ngay 1 ngày sau chiếu Laser Nd:YAG Q-switched

5.4. Thông số vàng Laser toning

Liệu có một thông số vàng cho laser toning? Một văn bản laser đề xuất $3,0 \text{ J/cm}^2$ ở chế độ PTP và $1,5 \text{ J/cm}^2$ ở chế độ thông thường dưới dạng thông số vàng [6]. Nhưng tôi nghĩ rằng năng lượng này vẫn còn cao. Choi và cộng sự đã thực hiện kỹ thuật laser toning với laser Q-switched Nd:YAG và kỹ thuật Genesis laser Nd:YAG xung dài 1064 nm trên 30 bệnh nhân bị nám nặng hơn sau khi điều trị trước đó với các liệu trình như laser toning, IPL, laser phân đoạn và lột hóa chất [7]. Các thông số là kích thước điểm là 6 mm, 10 Hz, $2,1\text{--}2,5 \text{ J/cm}^2$ ở chế độ PTP và điểm cuối lâm sàng là hồng ban nhẹ. Kết quả là 30 bệnh nhân có cải thiện mà không có bất kỳ tác dụng phụ nào, mặc dù bệnh nhân bị nám nặng hơn sau các liệu trình trước đó như laser toning.

Như đã thấy trong bài báo trên của Kim và cộng sự, melanosome bị phá hủy một phần ở mức dưới $0,3 \text{ J/cm}^2$ ở ngựa vằn và tác dụng phụ xảy ra trên $0,5 \text{ J/cm}^2$ nên hiệu quả, tốt nhất chỉ được thể hiện ở mức $0,4 \text{ J/cm}^2$ [5]. do đó, laser toning được coi là có cửa sổ điều trị hẹp. Khi laser toning được thực hiện, nó có thể không hiệu quả, tình trạng nám có thể trở nên trầm trọng hơn hoặc có thể xảy ra các tác dụng phụ khó điều trị như giảm sắc tố dạng đốm. Bởi vì laser toning có cửa sổ điều trị rất hẹp, ngay cả với năng lượng hiệu quả, tác dụng phụ có thể xảy ra. Vì vậy, sẽ an toàn hơn nếu sử dụng ít năng lượng hơn mức năng lượng đủ tiêu chuẩn vì thà ít hiệu quả còn hơn là có tác dụng phụ. Đây là lý do tại sao tôi nghĩ rằng laser Nd:YAG Q-switched 1064 nm với kích thước điểm 9–10 mm, 10 Hz và năng lượng $2,0\text{--}2,5 \text{ J/cm}^2$ ở chế độ PTP và $1\text{--}1,25 \text{ J/cm}^2$ ở chế độ thông thường, là thông số vàng trong điều trị nám.

5.5. One shot toning

Hãy nghĩ về phương pháp chiếu xạ nhiều lượt, một trong những thông số của laser toning. “Laser toning” thường được thực hiện trong phòng khám tư nhân, chiếu xạ nhiều hơn 1000 xung ở 10 Hz. Tại sao chiếu tia quá nhiều ở tần số 10 Hz? Trong bài báo trên của Kim và cộng sự, chỉ có từng tia (một xung) được chiếu xạ [8]. Ngoài ra, nếu có một “mức năng lượng chỉ có thể phá vỡ các melanosome mà không làm hỏng các tế bào,” liệu một lần bắn có đủ không? Vì vậy, tôi thực hiện cái gọi là “one shot toning” trong đó các vết nám được bắn từng xung một. Bản chất của lý thuyết quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào là gì? Đó là có một “mức năng lượng chỉ có thể phá vỡ các melanosomes mà không làm hỏng các tế bào.” Nói cách khác, có một khái niệm về cửa sổ trị liệu. Khái niệm là nó không hiệu quả ở mức năng lượng thấp và có tác dụng phụ ở mức năng lượng cao, và có đủ năng lượng sẽ có hiệu quả mà không có tác dụng phụ. Nếu chúng ta đi xa hơn một bước so với khái niệm này, chẳng phải sẽ có “mức năng lượng chỉ gây hại cho các tế bào mà không ảnh hưởng đến các tế bào xung quanh” hay sao? Vì vậy, để điều trị đồi mồi hoặc tăng sắc tố sau viêm (PIH) mà không gây tổn thương, tôi sử dụng năng lượng cao hơn cho one shot toning. Cũng sẽ có một “mức năng lượng phá vỡ không chỉ các tế bào mà cả các mạch máu xung quanh.” Đó là lý do tại sao chấm xuất huyết xảy ra trong quá trình điều trị hình xăm và BỐT HORI.

Sau đó, cái gì là năng lượng tiêu chuẩn cho “mức năng lượng chỉ có thể phá vỡ các melanosome mà không làm hỏng tế bào”, “mức năng lượng chỉ làm hỏng tế bào mà không ảnh hưởng đến các tế bào xung quanh” và “mức năng lượng không chỉ phá vỡ các tế bào mà còn cũng như các mạch máu xung quanh. Sau khi xem xét ảnh hưởng của các tổn thương sắc tố trong các bài báo khác nhau, tôi kết luận rằng:

Ở 1064 nm, laser Q-switched Nd:YAG có năng lượng 4 J/cm^2 và 6 J/cm^2 với kích thước điểm 4 mm nên là năng lượng tiêu chuẩn cho kỹ thuật one shot toning.

Vì vậy, tôi khuyên rằng với một lần điều trị nám, tia laser phải được sử dụng dưới 4 J/cm^2 đối với nám, đây là “mức năng lượng chỉ có thể phá vỡ các melanosome mà không làm hỏng tế bào”. Và để điều trị lentigines hoặc PIH mà không gây thương tích, nên sử dụng mức năng lượng từ 4 J/cm^2 đến 6 J/cm^2 , đây là “mức năng lượng chỉ gây tổn thương tế

Chương 5- Laser Nd Yag và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào

bào mà không ảnh hưởng đến các tế bào xung quanh.” Và đối với các phương pháp điều trị hình xăm hoặc nốt ruồi hắc tố, mức năng lượng phải trên 6 J/cm², đây là “mức năng lượng phá vỡ không chỉ tế bào mà cả các mạch máu xung quanh” (Bảng 5.2).

Bảng 5.2 Thông số của One shot tonning

Laser 1062 nm Q-switched Nd:YAG laser, 4mm kích thước điểm, 1Hz, 1 lượt	
Chỉ định	Năng lượng (J/cm ²)
Nám má	3-3.5
Đồi mồi, Bớt Hori	4.5-5
Bớt Ota	≥ 6
PIH trên nền hồng ban (viêm)	3-3.5
PIH ko có hồng ban(viêm)	4.5-5

5.6. Phương pháp xung lặp lại

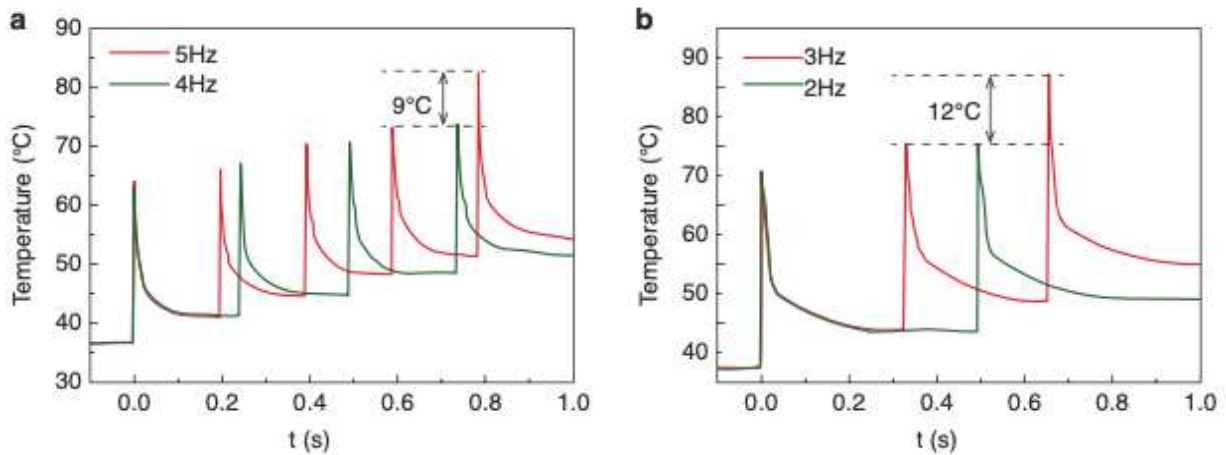
Phương pháp xung lặp lại đề cập đến một phương pháp lặp lại tia laser chiếu xạ với năng lượng thấp. Nếu chiếu tia laser nhiều lần vào sắc tố biểu bì, ban đầu nhiệt độ sẽ tăng lên từng chút một, nhưng khi nhiệt độ cao hơn mức đông tụ, melanin và các tế bào hắc tố chứa melanin và tế bào sừng sẽ đông lại. Khi mô trở nên sẫm màu hơn trong quá trình đông máu, hệ số hấp thụ tăng lên. Do đó, nhiệt độ có thể tăng nhanh nếu thực hiện chiếu xạ lặp đi lặp lại sau khi điều trị. Nếu nhiệt độ tăng nhanh, sẽ có nguy cơ cao xảy ra tác dụng phụ vì xảy ra hiện tượng hóa hơi hoặc sóng xung kích thay vì đông tụ. Do đó, không nên chiếu tia laser nhiều lần “sau khi đông tụ” để điều trị sắc tố biểu bì mà không có tác dụng phụ trong phương pháp xung lặp lại.

Trong phương pháp xung lặp lại, nhiệt độ có thể thay đổi tùy thuộc vào tần số, số xung và năng lượng (Hình 5.5). Vì có ba biến nên có thể tồn tại nhiều tham số khác nhau. Tôi đã chọn giữ nguyên hai biến, tần số và số xung, và quyết định chỉ điều chỉnh năng lượng. Tôi chủ yếu sử dụng phương pháp xung lặp lại để điều trị các sắc tố ở thượng bì. Các thông số như sau: laser Q-switched Nd:YAG, bước sóng 532 nm, kích thước điểm 5 mm với tần số 4 Hz và số xung là 4 lần bắn. Năng lượng bắt đầu từ 0,3 J/cm². Điểm kết thúc lâm sàng là “tối màu sang thương vừa phải và hồng ban xuất hiện muộn.” Năng lượng được tăng thêm 0,1 J/cm² nếu không có thay đổi. Cụ thể, 4 xung được chiếu xạ ở 0,3 J/cm² và nếu không có thay đổi, 4 xung được chiếu lại ở 0,4 J/cm² sau khoảng thời gian ít nhất 10 giây để loại trừ hiệu ứng tích nhiệt. Thông thường năng lượng không vượt quá 0,4 J/cm², nhưng trong trường hợp lentiginos rất nhẹ, năng lượng có thể cao hơn. Ngược lại, nếu sử dụng 0,3 J/cm² và sử dụng ngay lập tức, thì có thể giảm xuống 0,2 J/cm².

Làm thế nào chúng ta có thể tinh chỉnh phương pháp xung lặp lại? Tôi điều chỉnh theo thứ tự năng lượng, số xung và tần số. Ví dụ: nếu phản ứng quá mạnh ở 0,3 J/cm² 4 Hz, 4 xung và quá yếu ở 0,2 J/cm², ta thử 3 xung ở 0,3 J/cm². Nếu điều này vẫn còn quá mạnh, tần số sẽ giảm xuống 3 Hz và chỉ có 3 xung được chiếu xạ.

Cần thận trọng với phương pháp xung lặp lại trong điều trị sắc tố biểu bì vì trong quá trình thoái hóa mô của tổn thương sắc tố, hệ số hấp thụ tăng nhanh ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ đông tụ. Việc bắn chông xung sau khi sang thương tối màu có thể dẫn đến nguy cơ tác dụng phụ cao do nhiệt độ tăng nhanh. Do đó, sau khi sang thương tối màu, phải tránh chiếu xạ bổ sung. Đây là lý do tại sao phương pháp xung lặp lại để điều trị sắc tố rất khó và nên thận trọng khi sử dụng.

Chương 5- Laser Nd Yag và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào



Hình 5.5 Nhiệt độ thay đổi khi chiếu xạ lặp lại Laser Nd:YAG Q-switched đến mao mạch với độ rộng xung 300 us. (a) 30 J/cm², (b) 40J/cm². Có thể thấy nhiệt độ thay đổi dựa trên tần số, số xung và năng lượng

5.7. Phương pháp hội tụ

Vì bước sóng và thời lượng xung của laser Q-switched là cố định, trong số ba thông số (bước sóng, thời lượng xung, năng lượng), chúng ta có thể nhận được kết quả mong muốn bằng cách chỉ điều chỉnh năng lượng. Năng lượng có thể được xác định dựa trên điểm kết thúc lâm sàng. Vậy điểm kết thúc lâm sàng của laser Q-switched trong điều trị sắc tố là gì? Vì laser Q-switched chủ yếu sử dụng sóng xung kích và tạo bọt khí, là hiện tượng của hiệu ứng quang cơ, điểm cuối lâm sàng có thể được nhìn thấy rõ ràng bằng mắt thường (làm trắng da). Tuy nhiên, tôi nghĩ rằng hiện tượng làm trắng rõ ràng và đồng đều có nghĩa là quá nhiều năng lượng. Được biết, các không bào được quan sát thấy trong quá trình kiểm tra mô học ngay cả khi không có hiện tượng trắng da. Vì vậy, tôi lấy “trắng nhẹ, không đồng đều, ngay lập tức” làm tiêu chí lâm sàng. Tuy nhiên, sẽ rất rườm rà khi điều chỉnh từng sự khác biệt về năng lượng trên bảng điều khiển. Tiến sĩ Po Lee đã đề xuất một phương pháp kiểm soát năng lượng hiệu quả hoàn toàn bằng laser Q-switched Nd:YAG. Quy trình được thực hiện bằng cách sử dụng tay cầm zoom của laser Q-switched Nd:YAG và tay cầm được nhắc ra khỏi da từng chút một để dừng chiếu xạ khi điểm kết thúc lâm sàng có thể nhìn thấy bằng mắt. Khi kích thước điểm giảm khi tay cầm zoom được nâng lên, hiệu quả thực tế sẽ tăng dần. Nó tương tự như phương pháp làm phân kỳ tia laser CO₂, nhưng đo kích thước điểm giảm dần khi sử dụng tay cầm zoom, nên nó có thể được đặt tên là “phương pháp hội tụ”. (Tiến sĩ Po Lee đặt tên cho nó là “focusing toning.” Được xuất bản với sự cho phép của Po Lee MD. 2021. Bảo lưu mọi quyền). Đầu tiên, tôi đặt tay zoom của laser Nd:YAG Q-switched 1.064 nm lên da với kích thước 6 mm, 3 J/cm², 2Hz. Sau đó, tôi chiếu tia laser bằng cách nhắc tay cầm ra khỏi da từng chút một và dừng chiếu laser nếu xảy ra hiện tượng “làm trắng nhẹ, không đồng đều, ngay lập tức”. Lý do tôi sử dụng 1064 nm thay vì 532 nm là vì 1064 nm, có bước sóng dài hơn 532 nm, an toàn hơn vì hiệu ứng bỏ qua biểu bì và vì 1064 nm có hệ số hấp thụ mạch máu thấp hơn nên hiệu ứng trên mạch máu nhỏ hơn 532 nm. Tay cầm thu phóng của máy laser Pastelle (WONTECH Co. Ltd. Daejeon, Hàn Quốc) được thiết kế sao cho kích thước điểm từ 7 mm trở lên, xảy ra hiện tượng chiếu tia song song và không thể thu phóng. Kích thước điểm thực sự chạm vào da tăng lên khi kích thước điểm được tạo ra càng lớn càng tốt, vì vậy tôi sử dụng kích thước điểm là 6 mm. Đối với thiết bị laser có kích thước điểm lớn hơn, tôi khuyên bạn nên sử dụng kích thước điểm tối đa. Về tần số, tôi sử dụng tần số 2 Hz hơi chậm để có thể dừng ngay lập tức

Chương 5- Laser Nd Yag và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào

khi nhìn thấy điểm cuối lâm sàng. Năng lượng có thể tăng lên đến 4,6 J/cm² với kích thước điểm là 6 mm, nhưng trên 4 J/cm² có thể quá mạnh đối với sắc tố sẫm màu hơn và đối với nám, 3 J/cm² được sử dụng vì có thể xảy ra tác dụng phụ Tuy nhiên, trong trường hợp đồi mồi nhẹ hoặc hình xăm nhạt màu, năng lượng có thể tăng lên đến 4 J/cm².

Ưu điểm lớn nhất của phương pháp hội tụ laser Q- switched Nd:YAG là nó có thể điều chỉnh chính xác năng lượng theo phản ứng mong muốn. Tuy nhiên, nhược điểm đầu tiên là do sử dụng sóng xung kích và bong bóng khí của laser Q-switched nên nguy cơ PIH cao hơn so với phương pháp xung lặp lại gây đông tụ. (Theo thứ tự rủi ro từ cao đến thấp: hiệu ứng quang nhiệt hóa hơi > hiệu ứng quang âm > hiệu ứng quang nhiệt đông tụ) Thứ hai, do có hệ số hấp thụ đối với máu nên chấm xuất huyết xuất hiện. Thứ ba, khi kích thước điểm giảm một nửa, năng lượng tăng gấp 4 lần do bình phương bán kính, do đó, ngay cả khi tay cầm được nâng lên dù chỉ một chút, plasma vẫn được tạo ra và da có thể bị bóc bay. Trong trường hợp của lớp biểu bì, PIH có thể xảy ra, đặc biệt là rối loạn sắc tố, kéo dài trong một thời gian dài.

Trong trường hợp sắc tố trung bì và hình xăm, sẹo có thể xảy ra. Do đó, cần phải kiểm soát chặt chẽ khoảng cách giữa da và tay cầm. Thứ tư, để nhanh chóng xử lý các loại sắc tố khác nhau trên da, khoảng cách giữa da và tay cầm có thể được cố định, nhưng trong trường hợp này do mật độ khác nhau đối với từng sắc tố nên nó có thể không hiệu quả đối với một số sắc tố. Mặt khác, trong trường hợp sắc tố sẫm màu, phản ứng có thể quá mạnh và tác dụng phụ có thể xảy ra. Nguyên tắc là điều chỉnh khoảng cách giữa da và tay cầm cho từng nốt sắc tố và lặp lại điều này cho từng sắc tố bằng cách gắn tay cầm gần da rồi nhắc lên, nhưng điều này mất nhiều thời gian.

Vì những thiếu sót này của phương pháp hội tụ, tôi chỉ sử dụng phương pháp này để xử lý hình xăm và sắc tố trung bì, đồng thời cần thận điều chỉnh khoảng cách giữa da và tay cầm. Đối với sắc tố biểu bì, tôi đặt điểm cuối lâm sàng là hồng ban quanh tổn thương và bằng cách hạ thấp tay cầm, sử dụng năng lượng thấp.

5.8. Thông số

Vì tất cả các laser Q-switched đều có thời lượng xung cố định và không yêu cầu làm mát biểu bì, nên nếu bạn đã mua một loại laser cụ thể (bạn đã chọn bước sóng), bạn chỉ cần điều chỉnh kích thước điểm, năng lượng và tốc độ phát tia (Hz) trong 6 sáu thông số điều trị laser (Bảng 5.3).

Bảng 5.3 Thông số Laser Nd:YAG Q-switched (Pastelle, WONTECH Co. Ltd. Daejeon, Korea)

Sang thương	Chế độ	Năng lượng (J/cm ²)	Tần số (Hz)	Kích thước điểm (mm)	Phiên điều trị	Khoảng cách (tuần)
One shot tonning	1064nm	≥ 3 _[SEP]	2-3	4	5	2
Đồi mồi, tàn nhang	532nm	0.2–0.4	4	5	1-2	2-4
Bớt Hori	1064nm	4.0–6.0	2	4–6	≥ 10 –20	1-2, 4-8
Ota-Ito	1064nm	≥ 6.0	2	4–6	3–7 _[SEP]	8–12

Chương 5- Laser Nd Yag và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào

Mục xăm	1064nm	≥ 4.0	2	4-6	3-7 _{SEP}	8-12
Mục xăm đỏ	532nm	1.5	2	4	3-7 _{SEP}	8-12
Mục xăm xanh lá cây	660 nm (tay cầm nhuộm)	≥ 1.5	2	3	≥ 3	6-8
PP Hội tụ	1064nm	3.0-4.0	2	6		
Laser tonning	1064nm (PTP mode)	2.0-2.5	10	9-10	5	2



Hình 5.6 Hình ảnh trước và sau 10 buổi Laser tonning Nd:YAG điều trị nám. Laser sử dụng: Pastelle, WONTECH Co. Ltd. Daejeon, Korea

Các chỉ định của laser Q-switched Nd:YAG là sắc tố biểu bì, sắc tố trung bì, điều trị hình xăm và điều trị nám (Hình 5.6).

Đầu tiên, đối với các sắc tố biểu bì như đồi mồi và tàn nhang, có thể sử dụng phương pháp one shot tonning hoặc phương pháp xung lặp lại. Tại phòng khám của tôi, trong số 10 buổi điều trị bằng laser, tôi sử dụng laser Nd:YAG 1064nm Q-switched cho số buổi điều trị lẻ, tức là buổi 1, 3, 5, 7 và 9. Trong cùng 1 buổi, đầu tiên, tôi sử dụng laser tonning (chế độ PTP™, 2,5 J/cm², kích thước điểm 9 mm hoặc 2,0 J/cm², kích thước điểm 10 mm, 1000 xung ở 10 Hz) sau đó điều trị tiếp với one shot tonning (tham khảo Mục 3.6 tại Chương. 3). One shot tonning sử dụng mức năng lượng 4 J/cm² hoặc cao hơn có thể phá vỡ các tế bào và với mục đích tạo hiệu ứng quang âm bằng sóng xung kích, điểm kết thúc lâm sàng được đặt là “hồng ban nhẹ tức thì”. Để loại bỏ sắc tố biểu bì nhanh hơn, phương pháp xung lặp lại sử dụng bước sóng 532 nm của laser Q-switched Nd:YAG được sử dụng trong các phiên 2 và 4. Phương pháp xung lặp lại thường gây ra PIH ngay cả khi được sử dụng một cách thận trọng. Ngoài ra, nếu phương pháp xung lặp lại được sử dụng lại ở khu vực đã xảy ra PIH, PIH sẽ trở nên nghiêm trọng hơn. Đây là lý do tại sao tôi hiếm khi sử dụng phương pháp xung lặp lại sau phiên 4.

Thứ hai, sắc tố trung bì, Bớt Hori, Bớt Ota và hình xăm có thể được điều trị bằng cách sử dụng laser Nd:YAG 1064 nm Q-switched với one shot tonning. Nó có thể được điều trị bằng cách kiểm soát năng lượng trong khi kiểm tra điểm cuối lâm sàng ở kích thước điểm

Chương 5- Laser Nd Yag và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào

4 mm, nhưng do khó kiểm tra xen kẽ giữa bảng điều khiển và sắc tố da, nên tôi chủ yếu sử dụng phương pháp hội tụ.

Bởi vì PIH phổ biến trong điều trị Bớt Hori và bởi vì Bớt Hori thường đi kèm với nám da, điểm kết thúc lâm sàng nên là “chấm xuất huyết muện” và tay cầm phải được hạ xuống để giảm năng lượng. Nhưng trong điều trị bớt Ota và xoá xăm, điểm cuối lâm sàng nên là “làm trắng ngay lập tức với chấm xuất huyết muện” và tay cầm phải được nâng lên để tăng năng lượng. Có nhiều phương pháp điều trị Bớt Hori khác nhau, nhưng tôi thích phá vỡ các melanocytes với công suất thấp lặp đi lặp lại nhiều lần để PIH hoặc nám không xảy ra [10]. 10 lần điều trị đầu tiên được thực hiện mỗi 1–2 tuần và 10 lần điều trị tiếp theo được thực hiện cách nhau 1–2 tháng. Tôi nói với bệnh nhân của mình rằng phải mất 1–2 năm để giải quyết hoàn toàn. Đối với Bớt Ota, xem xét đến sự tái tạo trung bì, nên điều trị 3–7 lần điều trị trong khoảng thời gian 2–3 tháng. Bước sóng 532nm của laser Q-switched Nd:YAG có màu xanh lá cây, vì vậy nó hiệu quả với hình xăm màu đỏ đối ứng nhưng không hiệu quả với hình xăm màu xanh lá cây cùng loại màu sắc. Laser Pastelle (WONTECH Co. Ltd Daejeon, Hàn Quốc) có thể sử dụng bước sóng 660 nm với tay cầm nhuộm màu. 660 nm có hiệu quả đối với các hình xăm màu xanh lá cây đối ứng màu đỏ, tương tự như laser Ruby. Khoảng cách giữa các lần xoá xăm là 2–3 tháng. hình xăm nghiệp dư thường yêu cầu khoảng 5 lần điều trị và các hình xăm chuyên nghiệp thường yêu cầu 10–15 lần điều trị, nhưng có thể cần hơn 20 lần điều trị.

Thứ ba, tôi sử dụng laser Nd:YAG 1064nm Q-switched để điều trị nám, bằng phương pháp Laser toning và phương pháp One shot toning đều được thực hiện trong cùng một ngày. Mục đích của phương pháp làm laser toning là tạm thời ngăn chặn quá trình hình thành hắc tố trên toàn bộ khuôn mặt (tham khảo Phần 18.7 trong Chương 18). Ngoài ra, xét theo thuyết quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào, không có điểm cuối lâm sàng như hồng ban quanh tổn thương vì nó chỉ phá vỡ các melanosome bằng sóng xung kích và không phá vỡ tế bào sừng hoặc tế bào hắc tố. Thay vào đó, nếu xuất hiện hồng ban quanh tổn thương, nó nên được coi là một điểm cuối cảnh báo. Vì vậy, đối với những bệnh nhân phần nân hồng ban hoặc đau khi điều trị bằng laser toning thông thường, năng lượng sẽ giảm xuống 2,0 J/cm² ở chế độ PTP™ và nếu vẫn còn phần nân, năng lượng sẽ tiếp tục giảm xuống 1,0 J/cm². Mục đích của one-shot toning là ức chế chính xác sự tổng hợp melanin chỉ trong các tổn thương nám. Năng lượng nên được điều chỉnh sao cho không xuất hiện hồng ban và nó thường được thực hiện ở mức 3,0–4,0 J/cm². Tuy nhiên, vì không có điểm cuối lâm sàng nên không thể khẳng định chính xác năng lượng. Đây là lý do tại sao tôi đặt điểm kết thúc lâm sàng thành “hồng ban quanh sang thương xuất hiện muện” chỉ dành cho bệnh nhân dùng axit tranexamic.

Tài liệu tham khảo

1. Kauvar A, Hruza G. Principles and practices in cutaneous laser surgery. CRC Press; 2005.
2. Jelínková H. Lasers for medical applications: diagnostics, therapy and surgery. Elsevier; 2013.
3. Raulin C, Karsai S. Laser and IPL technology in dermatology and aesthetic medicine. Heidelberg: New York; 2011.
4. Jang HW, Chun SH, Park HC, Ryu HJ, Kim IH. Comparative study of dual-pulsed 1064 nm Q-switched Nd:YAG laser and single-pulsed 1064 nm Q-switched Nd:YAG laser by using zebrafish model and prospective split-face analysis of facial melasma. J Cosmet Laser Ther. 2017;19(2):114–23.

Chương 5- Laser Nd Yag và quang nhiệt chọn lọc dưới tế bào

5. Kim JH, Kim H, Park HC, Kim IH. Subcellular selective photothermolysis of melanosomes in adult zebrafish skin following 1064-nm Q-switched Nd:YAG laser irradiation. *J Invest Dermatol.* 2010;130(9):2333–5.
6. Park SH, Yeo WC, Koh WS, Park JW, Noh NK, Yoon CS. *Laser dermatology plastic surgery 2nd ed (Korean).* Seoul: Koonja; 2014.
7. Choi CP, Yim SM, Seo SH, Ahn HH, Kye YC, Choi JE. Retreatment using a dual mode of low-fluence Q-switched and long-pulse Nd:YAG laser in patients with melasma aggravation after previous therapy. *J Cosmet Laser Ther.* 2015;17(3):129–34.
8. Kim JH, Jeong SY, Shin JB, Hc P, Kim IH. Subcellular selective photothermolysis in zebrafish: an electron microscopic evidence after Q-switched Nd:YAG laser ablation. *Korean. J Dermatol.* 2008;46(20):187.
9. Jia H, Chen B, Li D. Dynamic optical absorption characteristics of blood after slow and fast heating. *Lasers Med Sci.* 2017;32(3):513–25.
10. Cho SB, Park SJ, Kim MJ, Bu TS. Treatment of acquired bilateral nevus of Ota-like macules (Hori's nevus) using 1064-nm Q-switched Nd:YAG laser with low fluence. *Int J Dermatol.* 2009;48(12):1308–12.

BS Nguyễn Tuấn Anh

BS Nguyễn Tuấn Anh