

# Chương 9 Ánh Sáng Xung Cường Độ Cao và Lý Thuyết Mở Rộng về Quang Nhiệt Chọn Lọc

Người dịch: BS. NGUYỄN THỊ CHƠN NHÂN

## 9.1 Tổng quan về IPL

Ánh sáng xung cường độ cao là ánh sáng không phải laser. Không giống như laser trong IPL không có môi trường laser cũng như hộp quang học và chỉ tồn tại đèn flash là nguồn năng lượng bên ngoài (hệ thống bơm) (Bảng 9.1). Khi dòng điện chạy qua khí xenon của đèn flash ánh sáng công suất cao, rất sáng được tạo ra [1].

**Bảng 9.1** Thông số kỹ thuật của IPL (Cellec V, Jeisys Medical Inc. Seoul, Korea)

Đầu lọc	420 (S) / 500(S) / 530(S) / 530 (D) / 545 (V) / 560 / 590 / 640 / 700
Mật độ năng lượng	1-60 J/cm <sup>2</sup>
Độ rộng xung	1-60 ms
Thời gian nghỉ	1-60 ms
Loại đèn	Xenon lamp
Kích thước điểm	40 mm x 10 mm

Vì IPL là ánh sáng nên nó có các đặc điểm đối lập với bốn đặc điểm của laser: tính đơn sắc, tính kết hợp, chuẩn trực và cường độ cao [2]. Bốn đặc điểm của IPL là đa sắc, không đồng nhất, phân kỳ và cường độ thấp. Vì vậy, trong IPL các bước sóng khác nhau từ 500 đến 1300 nm được phát cùng một lúc (đa sắc) [2]. Do không nhất quán và cường độ thấp nên IPL không thể tạo ra độ rộng xung tính bằng nano giây như laser Q-switched nhưng có độ rộng xung tính bằng mili giây như laser xung dài. Do đó, nó cho thấy hiệu

ứng quang nhiệt bằng cách sử dụng hiện tượng đồng tụ. IPL cũng có một đèn flash kéo dài được gắn trực tiếp vào tay cầm để giảm sự phân kỳ. Do đó, IPL có hình dạng điểm hình chữ nhật để sử dụng tất cả ánh sáng của đèn flash kéo dài. Kích thước điểm lớn hơn so với laser (Hình 9.1). Vì IPL có kích thước điểm lớn nên nó có thể được vận hành nhanh chóng. Đây là một lợi thế lớn khi loại bỏ lông trên một khu vực rộng lớn. Tuy nhiên, do kích thước điểm lớn, các tác dụng phụ như “vết hỏ” cũng xảy ra (tham khảo Phần 20.3.2 trong Chương 20). Gần đây, các IPL cung cấp thêm tay cầm hoặc bộ lọc để giảm kích thước điểm. Cellec V (Jeisys Medical Inc. Seoul, Hàn Quốc) cung cấp “đèn dẫn hướng” với kích thước điểm  $15 \times 9$  mm.



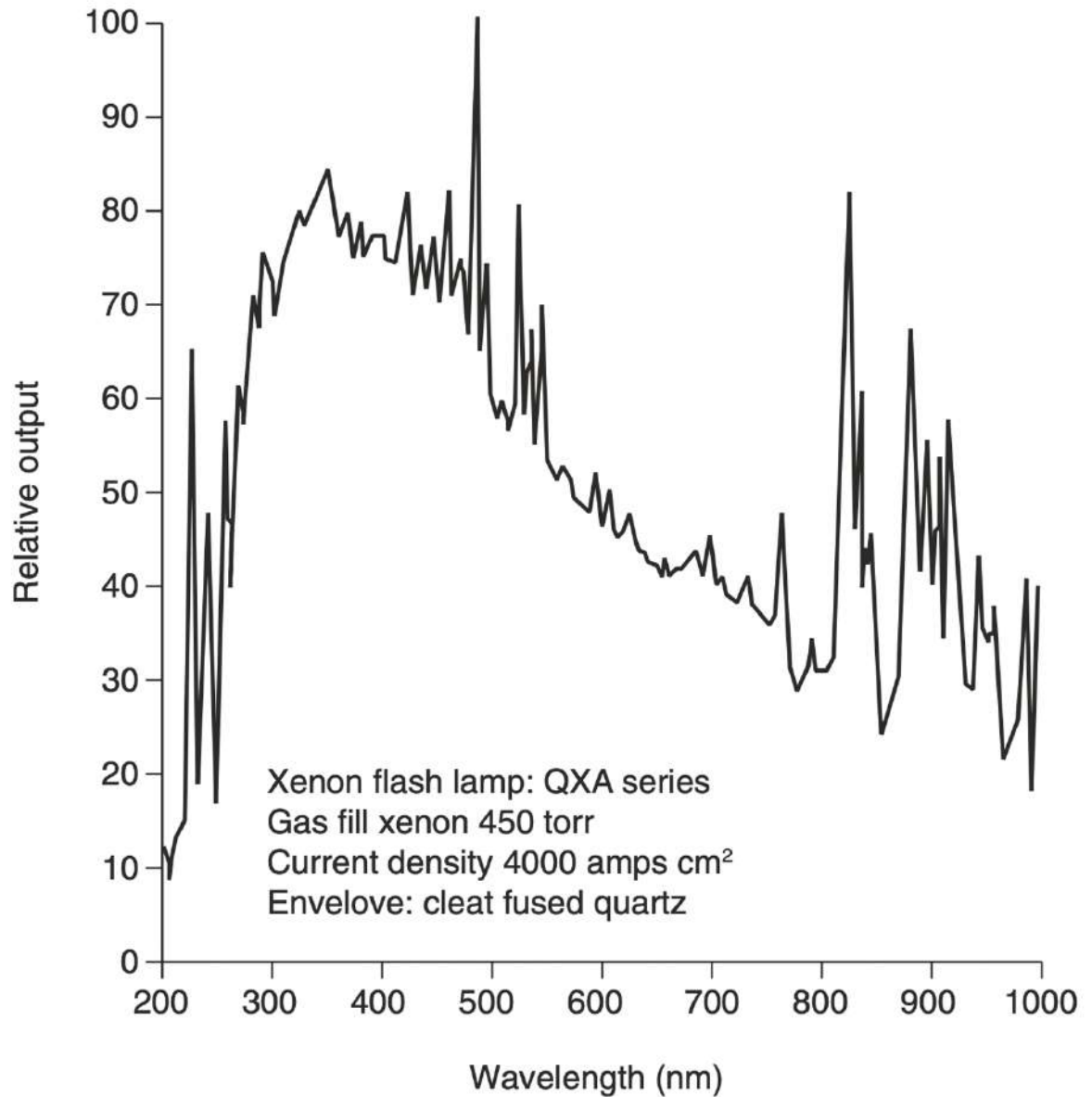
**Hình 9.1** IPL có đầu lọc hình chữ nhật để sử dụng toàn bộ ánh sáng của đèn flash kéo dài. Kích thước điểm lớn hơn so với laser (Cellec V, Jeisys Medical Inc. Seoul, Korea)

Trong IPL, có thể có một lần chiếu tia trong một lần phát xung (xung đơn), nhưng cũng có thể có hai hoặc ba lần chiếu tia trong một lần phát xung (xung đa). Ngoài ra, thời gian nghỉ có thể được điều chỉnh để có thể tạo ra các chuỗi xung khác nhau.

Các chỉ định cho IPL rất đa dạng, chẳng hạn như điều trị mụn trứng cá, điều trị mạch máu, điều trị sắc tố, triệt lông bằng laser và trẻ hóa không xâm lấn. Như vậy về mặt lý thuyết, chỉ cần mua IPL và laser CO<sub>2</sub>, mọi vấn đề về làm đẹp da có thể được giải quyết. Tuy nhiên, mặc dù có nhiều ưu điểm nhưng IPL lại là một cỗ máy rất kém hoàn thiện do phổ quang học không đồng nhất, sự không rõ ràng của bộ lọc, sự dịch chuyển quang phổ (sự dịch chuyển quang phổ là hiện tượng mà trong cùng một IPL, khi năng lượng điện cao ánh sáng bước sóng ngắn được chiếu tia và khi năng lượng điện thấp ánh sáng bước sóng dài được chiếu tia [3]), và làm mát thụ động. Mặt khác, máy IPL cải thiện được những khuyết điểm như vậy và có công suất cao lại quá đắt, vì vậy nó không có lợi thế lớn so với laser. Do đó, điều quan trọng là phải mua IPL có tính toàn vẹn cao, công suất tương đối cao và giá thành thấp.

## 9.2 Phổ quang học và chỉ định

Khi không sử dụng bộ lọc, quang phổ của đèn flash hiển thị bước sóng từ 250 đến 1400 nm và đầu ra là khác nhau đối với mỗi bước sóng. Nói chung, bước sóng của vùng cực tím bên trái có công suất cao và vùng hồng ngoại gần bên phải (750–1400 nm) có công suất thấp (Hình 9.2). Vì IPL có quang phổ rộng nên các chỉ định của nó khác nhau từ điều trị mụn trứng cá đến điều trị mạch máu, điều trị sắc tố, triệt lông bằng laser và trẻ hóa không xâm lấn. Tuy nhiên, vì IPL không có cùng bước sóng hồng ngoại xa (>3000 nm) như laser CO<sub>2</sub> hoặc laser Er:YAG nên không thể thực hiện trẻ hóa bằng phương pháp xâm lấn.



**Hình 9.2** Quang phổ của đèn flash xenon. Có thể thấy rằng đầu ra chủ yếu ở vùng cực tím. Tham khảo từ [4].

Ngoài ra, do quang phổ của IPL thiên về vùng cực tím và các bước sóng trên 950 nm được lọc bằng bộ lọc nước nên hệ số hấp thụ của tia hồng ngoại trung bình (1400–3000 nm) thấp. Do đó, cần có công suất cao để thực hiện trẻ hóa không xâm lấn bằng cách sử dụng tia hồng ngoại trung bình. Nhưng nếu sử dụng công suất cao, năng lượng

của bước sóng 500~600 nm có thể quá cao và có thể xảy ra tác dụng phụ. Do đó, rất khó để thấy hiệu quả của trẻ hóa không xâm lấn bằng tia hồng ngoại trung bình với IPL.

Tuy nhiên, bằng cách sử dụng bước sóng 500~600 nm của IPL, hiệu quả trẻ hóa không xâm lấn có thể thấy được bằng cách (1) truyền nhiệt đến các mạch máu để gián tiếp làm nóng nước trong lớp bì nhằm tái tạo collagen hoặc (2) để sản xuất collagen thông qua quá trình chữa lành vết thương bằng cách tạo ra các chất trung gian tế bào và các yếu tố tăng trưởng [5]. Vì lý do tương tự, đầu ra của bước sóng tương ứng với cửa sổ quang học (600–1200 nm), là dải bước sóng phù hợp để triệt lông bằng laser hoặc điều trị sắc tố da cũng thấp. Vì vậy, rất khó để thấy hiệu quả của việc triệt lông bằng laser trong các IPL giá rẻ với công suất thấp. Ngoài ra, làm mát thượng bì rất quan trọng trong các tình huống dọc như triệt lông bằng laser, nhưng trong trường hợp IPL có nguy cơ tác dụng phụ cao hơn vì làm mát thụ động không cung cấp đủ khả năng làm mát. Và vì IPL không thể tạo ra độ rộng xung nano giây nên nó không thể điều trị sắc tố da hoặc hình xăm. Do đó, tôi nghĩ rằng các chỉ định của IPL chỉ là điều trị mụn trứng cá, điều trị mạch máu, điều trị sắc tố thượng bì và trẻ hóa da không xâm lấn.

### 9.3 Bộ lọc quang học

IPL có thể kiểm soát quang phổ tùy theo mục đích điều trị bằng cách sử dụng nhiều bộ lọc khác nhau trên quang phổ thô. Đầu tiên, bộ lọc nước được sử dụng để loại bỏ bước sóng từ 950 nm trở lên, là bước sóng có hệ số hấp thụ cao của nước, sau đó bộ lọc quang học được sử dụng để loại bỏ tia cực tím và một số tia nhìn thấy có hại cho da [1]. Ví dụ: nếu bộ lọc 640 nm được chọn, ánh sáng có dải bước sóng 640–950 nm sẽ được phát ra.

Ngoài ra, IPL có thể kiểm soát quang phổ bằng nhiều bộ lọc quang học khác nhau cho một mục đích điều trị. Ví dụ, các bộ lọc quang học khác nhau như 530 nm, 560 nm và 590 nm có thể được sử dụng để điều trị mạch máu (Hình 9.3, Bảng 9.2). Điểm mấu chốt ở đây là mật độ năng lượng thích hợp cho mỗi bộ lọc quang học là khác nhau. Trong bộ lọc quang học 530 nm, tất cả các bước sóng từ 530 nm đến 600 nm tương ứng với các mạch máu đều được chiếu tia và nên sử dụng mật độ năng lượng thấp vì bước sóng ngắn

cho hiệu suất cao. Mặt khác, vì chỉ có bước sóng từ 590 nm đến 600 nm được chiếu tia bằng bộ lọc quang học 590 nm và chỉ có công suất thấp, sử dụng mật độ năng lượng cao hơn so với bộ lọc quang học 530 nm.



**Hình 9.3** Các đầu lọc quang học của IPL (Cellec V, Jeisys Medical Inc. Seoul, Korea)

**Bảng 9.2** Các loại đầu lọc quang học của IPL và chỉ định (Cellec V, Jeisys Medical Inc. Seoul, Korea)

Đầu lọc	Dải bước sóng	Chỉ định
420(S)nm Tip	420–600 nm	Mụn trứng cá, photoshower mode
500(S)nm Tip	500–600 nm	Giãn mạch ở mặt
530(S)nm Tip	530–600 nm	Giãn mạch ở mặt
530(S)nm Tip	530–650 nm, 900 nm~	Trứng cá đỏ, hồng ban
545(V)nm Tip	545–800 nm	Đốm nâu, tàn nhang
560 nm Tip	560–950 nm	Đốm nâu, tàn nhang, giãn mạch ở mặt, cell toning mode, photoshower mode
590 nm Tip	590–950 nm	Đốm nâu, tàn nhang, nám má, giãn mạch ở mặt
640 nm Tip	640–950 nm	Nám má
640 nm Tip	700–950 nm	Triệt lông, photoshower mode

## 9.4 Lý thuyết mở rộng về quang nhiệt chọn lọc

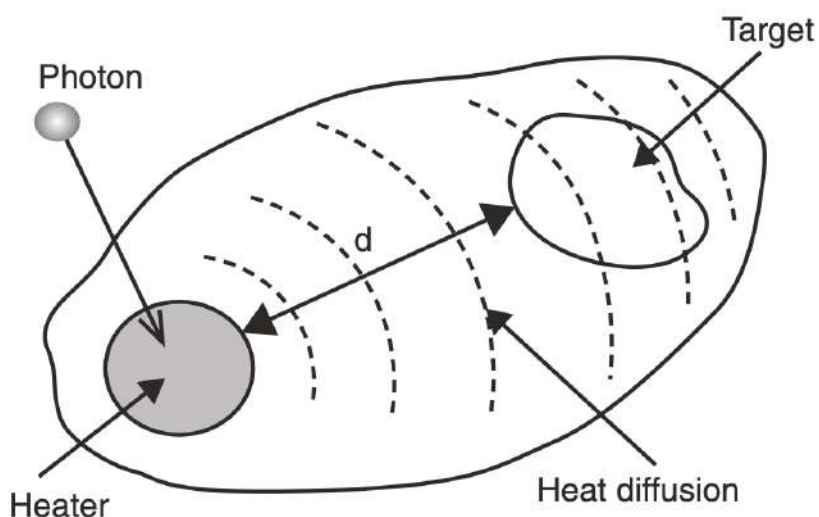
Chúng ta có thể nghĩ rằng mô đích và thể màu (thành phần của da hấp thụ photon) khớp với nhau, nhưng trong thực tế, mô đích và thể màu thường không khớp với nhau [6]. Một ví dụ là triệt lông bằng laser. Các mô mục tiêu của triệt lông bằng laser lần lượt là các tế bào mầm lông và tế bào gốc nang lông trong thân lông và chỗ phòng của lông, và các thể màu lần lượt là chất nền lông và thân lông (Bảng 9.3). Tế bào mầm lông và tế bào gốc nang lông không có hắc tố.

**Bảng 9.3** Thể màu và tế bào đích trong laser triệt lông

vị trí	Thể màu	Tế bào đích
Vùng phình tóc	Thân tóc	Tế bào gốc nang tóc
Vùng hành tóc	Chất nền tóc	Tế bào mầm tóc

Thuyết quang nhiệt chọn lọc mở rộng (extended theory) là thuyết gây tổn thương mô đích khi các thể màu và mô đích không khớp với nhau [7]. Trong ví dụ triệt lông bằng laser đã đề cập trước đây, chiếu tia bằng tia laser làm tăng nhiệt độ của sợi lông, thể màu và nhiệt độ được truyền đến các tế bào gốc của nang thông qua sự khuếch tán nhiệt và các tế bào bị phá hủy. Lý thuyết mở rộng là một nguyên tắc gây tổn thương gián tiếp mô đích thông qua sự khuếch tán nhiệt từ thể màu tạo nhiệt (heater) (Hình 9.4). Do đó, thời gian thải nhiệt (TRT) được mô tả trong thuyết quang nhiệt chọn lọc không áp dụng cho lý thuyết mở rộng mà thay vào đó, thời gian tổn thương do nhiệt (TDT) được áp dụng. TDT được định nghĩa là thời gian cần thiết từ thể màu tạo nhiệt (bộ gia nhiệt) đến nhiệt độ tại đó lớp ngoài cùng của mô đích bị tổn thương do khuếch tán nhiệt. Theo định nghĩa, TDT dài hơn TRT ( $TDT > TRT$ ) và độ rộng xung (PD) phải nằm giữa TDT và TRT ( $TDT \geq PD > TRT$ ).

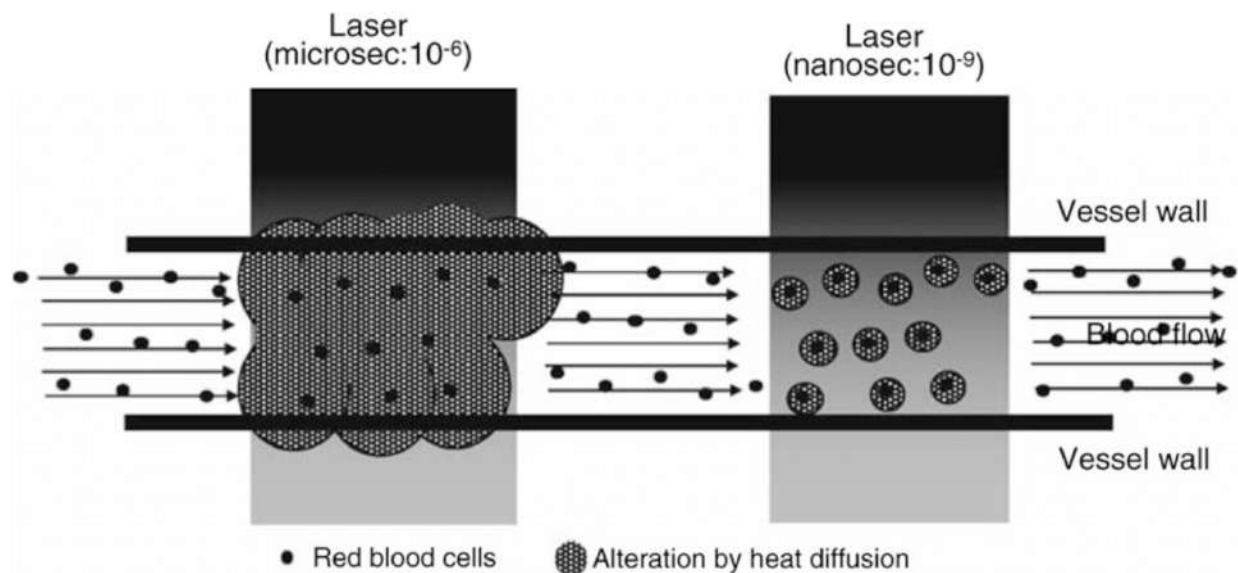
Sau đó, các điều kiện để lý thuyết mở rộng được áp dụng là gì? Một văn bản về laser mô tả rằng lý thuyết mở rộng áp dụng cho “cấu trúc mục tiêu hấp thụ không đồng đều” [6]. Ba sắc thể màu chính của da là melanin, hemoglobin và nước. Vì nước đồng nhất với da nên lý thuyết mở rộng không áp dụng được, nhưng melanin và hemoglobin có thể không đồng nhất.



**Hình 9.4** Cấu trúc chung của mô đích sinh học với sự phân chia không gian giữa mô đích và chất hấp thụ (bộ gia nhiệt). Sao chép từ [7]

Ví dụ, hồng cầu trong mạch máu là đồng nhất, nhưng mạch máu được cấu tạo bởi máu và các tế bào nội mô mạch máu nên toàn bộ mạch máu không đồng nhất [8]. Chiếu tia laser Q-switched 532 nm với độ rộng xung 10 ns nhắm vào hồng cầu có TRT từ 2–5  $\mu$ s có thể phá huỷ hồng cầu nhưng sẽ không dẫn đến điều trị mạch máu (Hình 9.5). Do đó, liệu pháp điều trị mạch máu chỉ có thể thực hiện được bằng cách chiếu tia laser xung màu (PDL) với độ rộng xung tương ứng với TDT (hoặc TRT của toàn bộ mạch máu) trong đó nhiệt được truyền đến thành mạch, chứ không phải với độ rộng xung tương ứng với các thể màu (hemoglobin và hồng cầu). Trong trường hợp các mạch có TRT là 1,2–4,8 ms, nên sử dụng PDL 450  $\mu$ s 585 nm tương ứng với micro giây chứ không phải nano giây để đạt được hiệu quả mong muốn. Điều tương tự cũng áp dụng cho melanin.





*Hình 9.5 Một lược đồ cho thấy sự khác biệt trong điều trị các tổn thương mạch máu giữa laser xung dài (micro giây) và ngắn (nano giây). Laser xung nano giây có thể làm tổn thương các tế bào hồng cầu, nhưng không làm tổn thương thành mạch, dẫn đến không tác động đến các tổn thương mạch máu. Tuy nhiên, laser xung micro giây có thể làm tổn thương không chỉ các tế bào hồng cầu mà còn cả thành mạch. Sao chép từ [8]*

Melanin trong các melanosome có thể đồng nhất, nhưng các tế bào hắc tố hoặc tế bào sừng có các melanosome, hoặc lớp đáy chứa các tế bào tạo sừng không đồng nhất.

Do đó, lý thuyết mở rộng được áp dụng để triệt lông bằng laser, điều trị mạch máu và điều trị sắc tố thượng bì bằng laser xung dài. IPL có độ rộng xung tính bằng mili giây và lý thuyết mở rộng được áp dụng trong điều trị IPL. Do đó, mô đích của IPL trong điều trị sắc tố là lớp thượng bì chứ không phải melanosome, và mô đích của IPL trong điều trị mạch máu là mao mạch hoặc ban đỏ chứ không phải hemoglobin. Ngoài ra, TRT của thượng bì, lớp đáy, mao mạch và nang lông như chúng ta biết viết là TRT, nhưng nếu xét khái niệm chính xác thì lại là TDT (Bảng 1.8).

## 9.5 Ý nghĩa của đa xung

Sự khác biệt lớn nhất giữa các thông số IPL và laser là có thể thực hiện đa xung trong IPL. Ngoại trừ PDL, không có tia laser nào có chuỗi xung giống như chuỗi xung của IPL. Ngay cả IPL, không giống như PDL, có thể kiểm soát cả độ rộng xung và thời

gian nghỉ. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều tranh cãi về ý nghĩa của đa xung trong IPL. Ý nghĩa của đa xung trong IPL có thể được xem xét từ ba khía cạnh.

Đầu tiên, đa xung của IPL hoạt động giống như xung lớn (macropulse) của laser mạch máu (tham khảo Phần 8.3 trong Chương 8). Lý do sử dụng xung lớn trong điều trị mạch máu là ban xuất huyết có thể xảy ra khi nhiệt độ vượt quá  $100^{\circ}\text{C}$ , do đó độ rộng xung ngắn không thể được sử dụng cho năng lượng cao. Ngoài ra, nếu độ rộng xung dài được sử dụng cho năng lượng thấp, thì các mạch máu nhỏ sẽ được loại bỏ trong pha nhiệt của mô hình quang nhiệt học do tính chọn lọc động học nhiệt, khiến cho việc điều trị là không thể. Vì lý do tương tự, đa xung trong IPL được sử dụng để điều trị mạch máu. Ngược lại, đa xung không có ý nghĩa gì khác ngoài việc sử dụng nó để điều trị mạch máu.

Sau đó, sự khác biệt giữa đa xung của IPL và macropulse của PDL là gì? Subpulse của PDL thường có độ rộng xung nhỏ hơn 450 us và subpulse của IPL thường có độ rộng xung từ 2 ms trở lên. Do đó, không thể xử lý các mạch máu nhỏ hơn tương ứng với TRT 2 ms. Do subpulse của PDL có độ rộng xung ngắn nên nó có thể điều trị các mạch máu tương ứng với TRT dưới 2 ms. Ngược lại, ban xuất huyết xảy ra dễ dàng trong PDL vì subpulse rất ngắn, trong khi ban xuất huyết ít gặp hơn trong IPL vì subpulse của IPL là hơn 2 ms.

Thứ hai, có thể xem xét xử lý đồng thời bằng cách đa xung [5]. Ví dụ, nếu độ rộng xung thứ nhất và thứ hai lần lượt là 2,4 và 8 ms và thời gian nghỉ là 20 ms, thì các mạch máu nhỏ có thể được điều trị bằng lần chiếu tia đầu tiên là 2,4 ms và các mạch máu lớn có thể được điều trị đồng thời với chiếu tia thứ hai, 8 ms. Tương tự như vậy, trong điều trị sắc tố, sắc tố nhỏ có thể điều trị trước, sắc tố lớn điều trị sau. Tuy nhiên, phương pháp này không phù hợp với tính chọn lọc động học nhiệt (TKS) (tham khảo Phần 10.4 trong Chương 10). Theo TKS, sẽ an toàn khi xử lý các mô lớn trước rồi mới xử lý các mô nhỏ sau. Thông thường, khi cài đặt thông số đa xung của IPL, xung đầu tiên ngắn hơn xung thứ hai. Điều này chống lại TKS. Ngoài ra, trong TKS, mô phản ứng với lần chiếu tia đầu tiên không nên được chiếu tia với lần chiếu tia thứ hai, và chỉ những mô không phản ứng mới được chiếu tia. Nhưng vì IPL đa xung chiếu tia hai lần tại cùng một điểm, nên nhiệt

độ của mô phản ứng tăng cao hơn nữa và có nguy cơ xảy ra tác dụng phụ. Ngoài ra, trái ngược với macropulse, xử lý xung đơn yêu cầu mật độ năng lượng cao trong thời gian ngắn (Phương pháp A của phương trình Arrhenius). Trong trường hợp này, nhiệt độ có thể tăng lên đến 100°C, dẫn đến ban xuất huyết và tác dụng phụ. Do đó, tôi nghĩ không nên sử dụng IPL vì tác dụng điều trị đồng thời của đa xung.

Thứ ba, ba giai đoạn của mô hình nhiệt quang là pha quang, pha nhiệt và quá trình biến tính mô (tham khảo Phần 2.3 trong Chương 2). Trong số này, quá trình biến tính mô là một quá trình trong đó các đặc tính quang học của mô bị thay đổi [9]. Ví dụ, đốm nâu chuyển sang màu nâu khi đáp ứng với IPL. Trong quá trình biến tính mô, hệ số hấp thụ của mô thường tăng lên, và nếu nó được chiếu tia nhiều lần bằng hiện tượng này, thì hệ số hấp thụ sẽ cao hơn và có thể tăng lên nhiệt độ cao hơn. Vì chế độ đa xung của IPL cũng tương ứng với sự chiếu tia lặp đi lặp lại, nên hệ số hấp thụ sẽ cao hơn. Các yếu tố làm tăng hệ số hấp thụ thông qua chiếu tia lặp đi lặp lại trong điều trị mạch máu được biết là sản xuất metHb, sản xuất cục máu đông và tăng lưu lượng máu [1, 10]. Do lần chiếu tia đầu tiên của IPL thường nhỏ hơn 4 ms, nên việc tạo ra metHb là không đáng kể (hệ số hấp thụ tăng theo metHb khi nó có độ rộng xung dài ít nhất 4 ms [11]). Do đó, khi điều trị mạch máu, hệ số hấp thụ sẽ tăng nhẹ do hình thành cục máu đông hoặc tăng lưu lượng máu, chứ không phải do hệ số hấp thụ của metHb tăng đột ngột. Tuy nhiên, khi điều trị sắc tố, hệ số hấp thụ tăng lên do đông tụ, và việc chiếu tia lặp đi lặp lại làm tăng nhiệt độ lên nhiệt độ cực cao, có thể gây ra tác dụng phụ. Do đó, tính năng đa xung của IPL không có ý nghĩa trong điều trị sắc tố. Tôi nghĩ rằng multipulse không nên được sử dụng để điều trị sắc tố.

Tôi nghĩ rằng IPL đa xung là một phương pháp sử dụng khái niệm macropulse và quá trình biến tính mô. Hơn nữa, tôi nghĩ rằng đa xung của IPL sử dụng quá trình biến tính mô nhiều hơn là khái niệm macropulse. IPL có công suất thấp hơn so với laser. Do đó, người ta cho rằng IPL sử dụng đa xung để tận dụng hệ số hấp thụ tăng lên trong quá trình biến tính mô để khắc phục công suất thấp.

## 9.6 Thông số

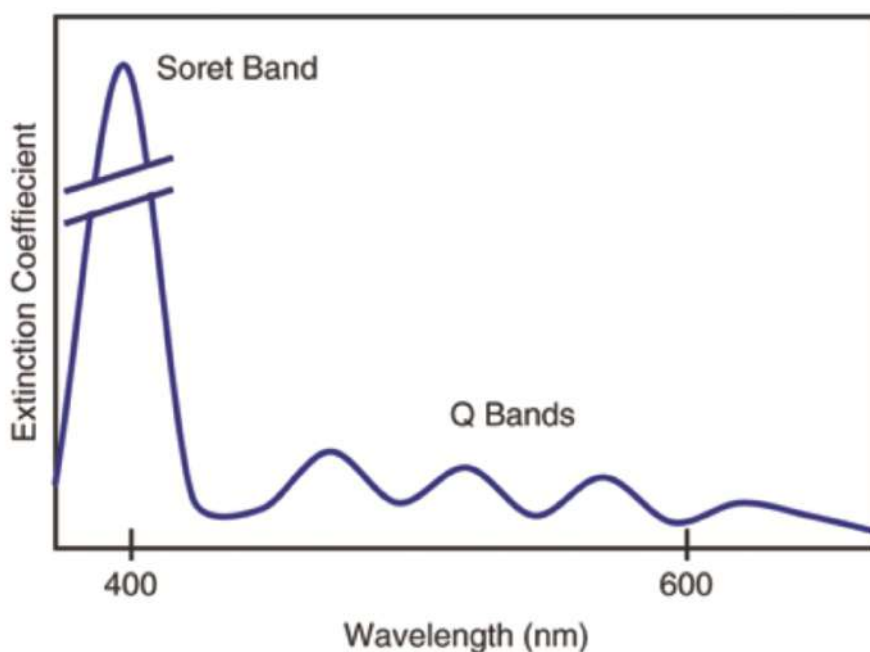
Các chỉ định của IPL là điều trị mụn trứng cá, điều trị mạch máu, điều trị sắc tố thượng bì và trẻ hóa không xâm lấn (Bảng 9.4).

**Bảng 9.4** Các thông số của IPL

Chỉ định	Bộ lọc (nm)	Độ rộng xung (ms)	Thời gian nghỉ (ms)	Mật độ năng lượng (J/cm <sup>2</sup> )
Mụn trứng cá	420(S)	2.4 – 2.8/ 5.0 – 5.4	20 – 40	≥ 9
Trúng các đốm, hồng ban lan toả	530(D)	8.8		14-20
Giãn mạch ở mặt	560 hay 590	2.4/4.4	20	25-27
Đốm nâu, tàn nhang	560 hay 590	4.0		≥ 18
Cell toning	560	0.7	0.3	15 – 20 (10 shot)
Photoshower (PDT)	420(s)			3 (3 Hz)
Photoshower (trẻ hoá da)	560			5 (3 Hz)
	700			4 (3 Hz)

Đầu tiên, trong trường hợp điều trị mụn trứng cá, bộ lọc quang học 420(s)nm được sử dụng. Bộ lọc quang học 420(s)nm rất hữu ích cho mụn trứng cá vì một phần của dải Soret và hầu hết dải Q được chiếu tia (Hình 9.6). Tuy nhiên, không nên sử dụng mật độ năng lượng cao vì khả năng hấp thụ melanin rất cao. Bởi vì mục đích của liệu pháp quang trị liệu cho mụn trứng cá là cuối cùng tạo ra nhiều oxy mức đơn, nên việc giảm lưu lượng và chiếu tia nhiều lần là an toàn. Tôi sử dụng IPL cho liệu pháp quang động (PDT) sử dụng methyl aminolevulinate (MAL) và tiến hành theo phác đồ sau. Sau khi ủ MAL trong 30 phút, chiếu đèn LED trong 10 phút, sau đó IPL được chiếu trên toàn bộ khuôn mặt một lần sử dụng bộ lọc quang học 420nm của IPL và mụn được chiếu lặp lại 1–2 lần. Gel siêu âm không được thoa và đầu IPL được đặt cách da khoảng 1 cm nên bệnh nhân

không cảm thấy đau nhiều. Tôi không sử dụng gel siêu âm khi sử dụng IPL cho bệnh nhân mụn trứng cá, vì tôi thường bị mụn nặng hơn khi sử dụng IPL sau khi bôi gel siêu âm. Mặc dù không có điểm kết thúc lâm sàng nhưng nếu bệnh nhân thấy đau thì được coi là điểm kết thúc cảnh báo và không chiếu tia thêm nữa hoặc dừng hẳn thủ thuật. Các phương pháp điều trị được thực hiện cách nhau ít nhất 2 tuần.



*Hình 9.6 Quang phổ kích thích của protoporphyrin. Dải Soret và dải Q được quan sát. Sao chép từ [1]*

Thứ hai, trong trường hợp ban đỏ hoặc giãn mao mạch, sẽ an toàn khi sử dụng bước sóng dài nhất có thể trong số các bước sóng 500~600 m cho bộ lọc quang (bộ lọc quang 590 nm an toàn hơn 560 nm). Xung ba là tốt nếu công suất ổn định, nhưng hầu hết các IPL sử dụng xung kép vì công suất giảm khi xung tăng. Trong trường hợp giãn mao mạch, điểm kết thúc lâm sàng là “sẫm màu” trong đó các cục máu đông hình thành hoặc “biến mất” trong đó các mạch máu biến mất. Mặc dù điểm kết thúc lâm sàng không xuất hiện nhưng việc chiếu lại ngay lập tức có thể gây bỏng do hiệu ứng tích nhiệt. Do đó, việc chiếu tia lại với cường độ cao hơn nên được thực hiện sau một khoảng thời gian đủ dài (30 giây đến 2 phút [12]). Gel siêu âm lạnh được sử dụng để làm mát lớp thượng bì. Khoảng thời gian điều trị nên là 8–12 tuần đối với quá trình tái tạo lớp bì, nhưng đôi khi

tôi đặt khoảng thời gian điều trị là 4 tuần vì tôi nghĩ rằng khi các mạch máu được điều trị một phần thì không có vấn đề gì nhiều với quá trình tái tạo da trong 4 tuần.

Thứ ba, trong trường hợp điều trị sắc tố thượng bì, nên sử dụng xung đơn. Bộ lọc có bước sóng dài 640nm là an toàn, nhưng rất khó tạo ra mật độ năng lượng đủ cao để làm đông tụ một tổn thương sắc tố do công suất thấp, vì vậy hầu hết sử dụng bộ lọc có bước sóng 500 ~ 600nm. Trong trường hợp bước sóng 500~600 nm, hãy nhớ rằng tác dụng phụ có thể xảy ra và cần kiểm soát cẩn thận mật độ năng lượng. Bộ lọc 590 nm nên được sử dụng trước 560 nm vì bước sóng càng dài thì càng an toàn. Vì mật độ năng lượng tương đối ổn định bất kể độ rộng xung, hãy tham khảo tham số do công ty cung cấp hoặc sử dụng mật độ năng lượng đã có đáp ứng làm tham chiếu bất kể độ rộng xung (tham khảo Phần 10.5 trong Chương 10). Trong trường hợp độ rộng xung, vì nó dựa trên lớp thượng bì chứ không phải melanosome, theo lý thuyết mở rộng về quá trình quang nhiệt chọn lọc, lần đầu tiên nó được điều trị bằng 10 ms đối với chứng dày sừng tiết bã (TRT 10–1000 ms), sau đó được điều trị tuần tự trong khi giảm độ rộng xung xuống 6 ms và 4 ms (tham khảo Phần 10.7 trong Chương 10). Điểm kết thúc lâm sàng được coi là “sạm da” hoặc “ban đỏ xuất hiện muộn” (Hình 9.7). Khi điều trị lớp bì như ban đỏ hoặc trẻ hóa không xâm lấn, nên sử dụng gel lạnh để làm mát lớp thượng bì, nhưng trong trường hợp điều trị sắc tố thượng bì, sử dụng gel ở nhiệt độ phòng sẽ hữu ích hơn vì nó giữ cho mật độ năng lượng không đổi và không làm tăng mật độ năng lượng một cách không cần thiết. Cell toning là một phương pháp tương tự như phương pháp lặp lại xung của Nd:YAG laser Q-switched 532nm (tham khảo Phần 5.6 trong Chương 5). Điều này cho phép điều trị sắc tố thượng bì bằng cách chiếu tia liên tục và tăng nhiệt độ từ từ. Tuy nhiên, phương pháp xung lặp lại của laser Q-switched Nd:YAG chỉ kiểm soát ba biến số: tần số, số lượng xung và mật độ năng lượng. Mặt khác, cell toning phức tạp hơn nhiều vì nó phải kiểm soát độ rộng xung ngoài ba biến này. Để đơn giản hóa các tham số, tôi đã cố định các tham số thành độ rộng xung 0,7 ms, thời gian nghỉ 0,3 ms và mật độ năng lượng 15 J/cm<sup>2</sup>, đồng thời chỉ điều chỉnh số lần phát tia thành 10 hoặc 8 hoặc 12 và nếu hiệu ứng không đủ, mật độ năng lượng nên được tăng từ 15 lên 16 J/cm<sup>2</sup> và sau đó nên điều chỉnh lại số lần phát tia. Về nguyên tắc, khoảng thời gian điều trị nên kéo dài ít nhất 4

tuần, đó là sự thay đổi của thương bì, nhưng vì tổn thương thương bì thường là khu trú trong điều trị sắc tố thương bì nên đôi khi tôi thực hiện 2 tuần một lần.



**Hình 9.7** Điều trị tàn nhang bằng IPL. Trái: trước điều trị, Giữa: Ngay sau khi điều trị, Phải: Sau điều trị ( Nguồn ảnh của Je Hyeok Lee, MD, Dr. BOM clinic, Seoul, Korea. System used: Cellec V, Jeisys Medical Inc. Seoul, Korea)

### **Tài liệu tham khảo**

1. Raulin C, Karsai S. Laser and IPL technology in dermatology and aesthetic medicine. Heidelberg: New York; 2011.
2. Allemann IB, Goldberg DJ. Basics in dermatological laser applications. Karger Medical and Scientific Publishers; 2011.
3. Park SH, Yeo WC, Koh WS, Park JW, Noh NK, Yoon CS. Laser dermatology plastic surgery 2nd ed (Korean). Seoul: Koonja; 2014.
4. Samotaev N, Vasilyev V, Malkin E, Gromov E, Belyakov V, Golovin A, et al. System for synchronous detection trace of explosives and drugs substances on human fingers. *Procedia Eng.* 2015;120:1050–3.
5. Goldman MP. Cutaneous and cosmetic laser surgery. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2006.
6. Goldman MP. Lasers and energy devices for the skin. [S.I.]: Taylor & Francis; 2013.

7. Altshuler GB, Anderson RR, Manstein D, Zenzie HH, Smirnov MZ. Extended theory of selective photothermolysis. *Lasers Surg Med.* 2001;29(5):416–32.

8. Watanabe S. Basics of laser application to dermatology. *Arch Dermatol Res.* 2008;300(Suppl 1):S21–30. 9. Mordon S, Brisot D, Fournier N. Using a "non uni-

form pulse sequence" can improve selective coagulation with a Nd:YAG laser (1.06 microm) thanks to Met-hemoglobin absorption: a clinical study on blue leg veins. *Lasers Surg Med.* 2003;32(2):160–70.

10. Myhill J, Bäuml W, Hennings L, Bearden ED, Buckmiller LM, Shafirstein G. The interaction of broadband intense pulsed light (IPL) and skin during a multi-pulse application. *Med Laser Appl.* 2008;23(2):71–8.

11. Welch AJ, Gemert MJCv. *Optical-thermal response of laser-irradiated tissue.* Dordrecht: London; 2011.

12. Hammes S, Kaiser K, Pohl L, Metelmann HR, Enk

A, Raulin C. Pyogenic granuloma: treatment with the 1,064-nm long-pulsed neodymium-doped yttrium aluminum garnet laser in 20 patients. *Dermatol Surg.* 2012;38(6):918–23.