

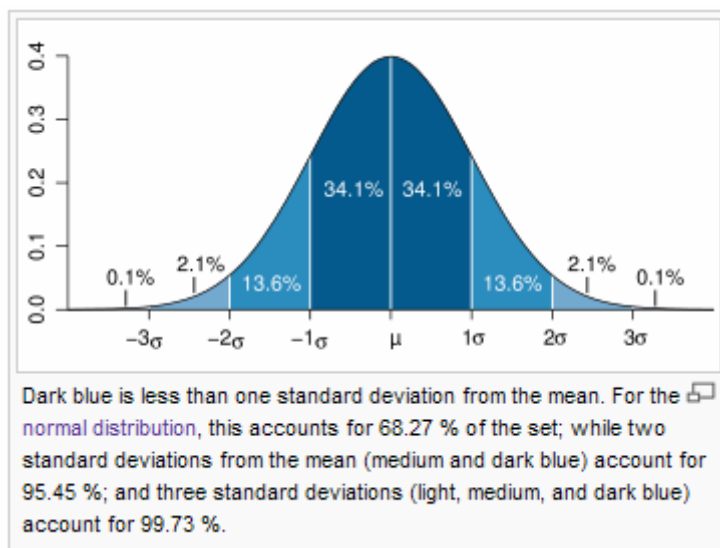
Điện cực tạo nhịp
Ts Trần Thống
Copyright NWSPI 2007

Điện cực ở đầu dây điện cực dùng để tạo nhịp có ảnh hưởng rất quan trọng đến ngưỡng kích thích và điện trở (trở kháng) khi tạo nhịp.

Muốn ngưỡng tạo nhịp thấp (đỡ hao pin), cần diện tích điện cực nhỏ. Với cùng một biên độ xung, điện cực với diện tích nhỏ sẽ có mật độ (density) dòng điện cao hơn vì dòng điện được đẩy ra trong một diện tích tế bào cơ tim nhỏ. Mật độ dòng điện quyết định ngưỡng kích thích, chứ không phải dòng điện vì chỉ cần khử cực một vài tế bào là đủ để tạo một sóng khử cực sẽ lan ra các tế bào khác của tim. Vì vậy mà đà tiến triển của điện cực là ngày càng nhỏ. Thí dụ dây TIR của Biotronik được dùng ở Việt Nam từ năm 1995 có diện tích 10 mm². Kể từ năm 2000, dây Polyrox PX được dùng. Dây này có diện tích 3,5 mm². Từ năm 2005 dây Selox ST với diện tích 1,3 mm² được dùng.

Nói chung thì điện trở điện cực sẽ theo tỷ lệ nghịch (inversely proportional) đối với diện tích, theo công thức $\text{ĐT} = a/\text{DT}$ (ĐT= điện trở, DT= diện tích). Vì thế điện trở dây TIR sẽ thấp hơn dây ST. Nếu chúng ta tính 500 Ω cho dây PX, thì điện trở dây ST sẽ là $500 \times 3.5/1.3 = 1346 \Omega$. Điện trở cao thì đỡ hao pin!

Điện trở trên cũng tương tự như điện trở của dây với đầu 1,2 mm² trong bài của Yeh và c.s.¹. Yeh báo cáo là điện trở này có điện trở $1406 \pm 348 \Omega$. Số 1406 là trung bình và 348 là độ lệch tiêu chuẩn (standard deviation). Theo thống kê học thì với phân bố Gauss, số vật ngoài khoảng “trung bình ± 1 standard deviation” là 32%, và ngoài “khoảng trung bình ± 2 standard deviation” là 5%. Như vậy điện trở dưới 1754 là thông thường ($68+16=84\%$). Điện trở trên 2102 Ω tương đối hiếm ($<2,5\%$). Như vậy điện trở dây Selox ST, với diện tích điện cực đầu là 1,3 mm², nếu nằm trong vùng [1058, 1754] sẽ được kể là thông thường (68%). Trên 2102 Ω hay dưới 710 Ω thì nên để ý theo dõi. Với dây đầu vít Selox SR với diện tích dẫn điện là 2 mm² thì vùng thông thường, theo Yeh, là $1374 \pm 301 \Omega$, nghĩa là [1063, 1675] sẽ được kể là bình thường. Trên 1976 Ω thì cần theo dõi.

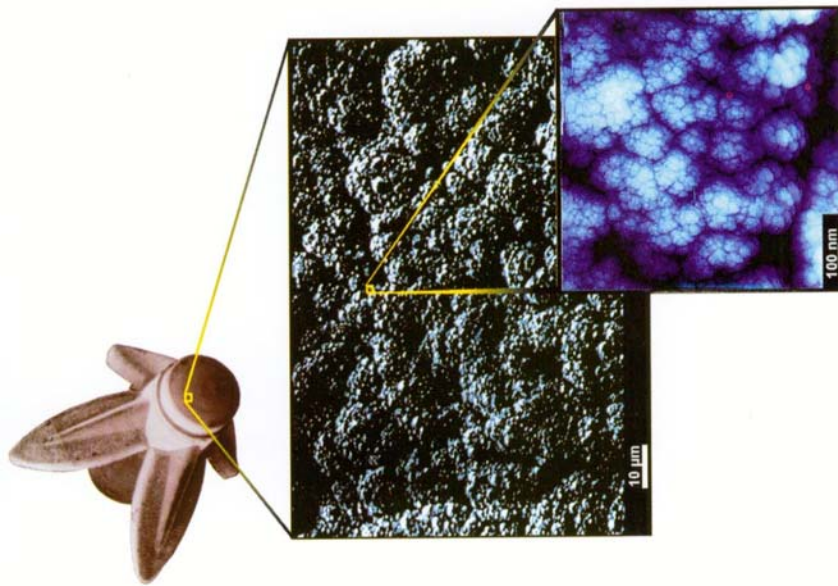


Phân bố Gauss – trích từ Wikipedia (standard deviation)

Muốn có ngưỡng thấp, chỉ cần dùng một điện cực nhọn như cây kim. Tuy nhiên, ngoài kích thích, điện cực cần phải nhận cảm được các sóng điện trong buồng tim.

¹ Yeh KH, Wang CC, Wen MS, Chou CC, Yeh SJ, Wu D. Long-term performance of transvenous, steroid-eluting, high impedance, passive-fixation ventricular pacing leads. *Pacing and Pacing Electrophysiology* 2004; 27: 1399-1404.
Ts Trần Thống

Một vấn đề với điện cực nhỏ là biên độ sóng được nhận cảm sẽ nhỏ đi, $BDS = b \cdot DT$ (BDS = biên độ sóng).



Về phương diện điện, thì BDS theo tỷ lệ thuận (directly proportional) với điện dung (capacitance) giao diện (interface) ở điểm kích thích. Điện dung thì theo tỷ lệ thuận với diện tích giao diện (interface surface) của điện cực với chất lỏng xung quanh các tế bào cơ tim. Diện tích ở công thức trên không phải là diện tích đo từ bên ngoài (như dùng trong công thức điện trở ở trên) mà là diện tích giao diện! Để tránh hiện tượng các sóng quá nhỏ, các điện cực được dùng hiện nay không phải là loại với bề mặt trơn (smooth), mà thường có bề mặt rất nhám hầu gia tăng diện tích giao diện với các tế bào cơ tim. Hiện nay không có điện

cực tạo nhịp nào là loại trơn cả! Về phương diện này, công ty Biotronik đã dùng Iridium fractal coating (lớp phủ theo dạng fractal với kim loại Iridium) để gia tăng diện tích giao diện 1000 lần so với diện tích bề ngoài. Nhờ vậy mà biên độ các sóng được nhận cảm với các dây điện cực Biotronik thường rất cao. Cũng nhờ fractal coating mà diện tích các điện cực Biotronik thường nhỏ hơn diện tích các điện cực của các công ty khác, hầu đạt ngưỡng tạo nhịp thấp với điện trở cao (đỡ hao pin), mà biên độ sóng nhận cảm vẫn được cao. Ngoài ra nhờ fractal coating làm tăng diện tích giao diện nên khi xung được phát ra mật độ dòng điện ở chỗ giao diện rất thấp nên không tạo nên những phân tử oxy có thể làm tổn hại các tế bào (khi dòng điện mạnh chạy qua nước, các phân tử oxy và hydro bị tách ra). Nhờ vậy fractal coating được coi là sinh hợp (biocompatible) và đỡ gây viêm ở điểm tạo nhịp.

Mặc dầu ở đoạn trên chúng ta có nói là một điện cực cực nhỏ có thể tạo nhịp tốt, nhưng trên thực các điện cực thường sẽ tạo tổn thương các tế bào tim xung quanh điện cực khi tạo nhịp. Vì vậy mà các nghiên cứu với điện cực trơn² có kết quả cần tối thiểu là 8 mm^2 để cho sự tổn thương được giảm bớt hầu tạo nhịp thành công Tuy nhiên giới hạn này không còn áp dụng khi dùng chất steroid hay khi chất phủ sinh hợp fractal được dùng.

Khi một nhả steroid được dùng thêm, thì hiện tượng viêm hầu như không xảy ra với dây Selox. Chất steroid chỉ có hiệu quả ngắn hạn trong khi lúc lớp fractal coating sẽ có suốt thời gian hoạt động của điện cực!

Có một số dây điện cực với điện trở cao (high impedance lead) có vấn đề vi lệch (micro dislodgement) trong thời gian đầu³. Vì vậy cần phải theo dõi bệnh nhân trong vòng 24 giờ đầu và nếu có vấn đề tạo nhịp không dẫn thì cần kiểm tra lại ngưỡng và tăng biên độ xung. Trong trường hợp Kikuchi báo cáo, thì tình trạng ngưỡng cao chỉ kéo dài có 3 tiếng đồng hồ. Kikuchi có đưa ra giả thuyết là đây không phải là điện cực lệch vị mà do sự thay đổi giao diện giữa điện cực và cơ tim. Chúng tôi không kiểm được báo cáo nào tương tự với các dây Selox. Lý do có thể là nhờ lớp phủ sinh hợp Iridium fractal??

² Furman S, Parker B, Escher DJW, Decreasing electrode size and increasing efficiency of cardiac stimulation. J Surg Res 1971; 11: 105-110.

³ Kikuchi K, Abe H, Nagatomo T, Nakashima Y. Microdislodgment: a likely mechanism of pacing failure with high impedance small area electrodes. PACE 2003; 26 [Part I]: 1541-1543