

dr hab. n. farm. Sławomir Wilczyński

Katedra i Zakład Podstawowych Nauk Biomedycznych, Wydział Farmaceutyczny z OML
w Sosnowcu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach
Kierownik Katedry: prof. dr hab. n. med. Barbara Błońska-Fajfrowska

Elektrochirurgia w medycynie estetycznej

Elektrochirurgia, jedna z najpopularniejszych obecnie metod stosowanych w chirurgii, oparta jest o zjawisko przekształcania energii prądu elektrycznego na energię cieplną. W wyniku powstającej energii cieplnej dochodzi do koagulacji, degradacji lub ablacji tkanek. Zjawiska termiczne zachodzące w tkankach, które determinują jednocześnie uzyskiwany efekt chirurgiczny, zależą w dużej mierze od temperatury, jaka jest generowana w tkankach. Temperatura około 45-60°C generuje efekty koagulacyjne, około 100°C powoduje odparowanie wody (efekt ablacji), natomiast temperatura znacznie przekraczająca 100°C może powodować zwęglenie.

Sposób oddziaływania prądu elektrycznego na tkanki zależy przede wszystkim od tego czy jest to prąd stały, czy zmienny. Parametrem opisującym to zjawisko jest częstotliwość. W przypadku prądu o częstotliwości 60 Hz – prąd o takiej częstotliwości znajduje się w gniazdkach elektrycznych – kierunek zmiany przepływu prądu zmienia się 60 razy na sekundę.

Prąd przyłożony do tkanek będzie na nie oddziaływał. W takim wypadku pacjent, jego tkanki, są traktowane jako element obwodu elektrycznego. Zabiegi elektrochirurgiczne polegają na przyłożeniu elektrody (elektrod) do tkanek i wywołaniu efektu termicznego przepływu prądu elektrycznego. Aby prąd elektryczny mógł przepływać przez tkanki, potrzebne są dwa bieguny ujemny i dodatni, należy więc zastosować dwie elektrody. Mogą być one zlokalizowane w jednym aplikatorze (metoda bipolarna) lub można stosować metodę monopolarną, w której elektroda aktywna (o małej powierzchni) ma kontakt

z tkankami poddawany zabiegowi, a elektroda bierna (o dużej powierzchni) zamyka obwód elektryczny. Zaletą techniki bipolarnej jest możliwość bardzo precyzyjnego oddziaływania na tkanki – w tym wypadku energia cieplna jest równomiernie dystrybuowana w tkankach, co minimalizuje ryzyko uszkodzeń termicznych.

Uszkodzenie tkanki po zetknięciu z nią elektrody zależy m.in. od częstotliwości prądu i powierzchni elektrody. Im elektroda jest mniejsza tym energia prądu elektrycznego jest skoncentrowana na mniejszej powierzchni (wyższa wartość gęstości prądu), co powoduje efektywniejsze oddziaływanie na tkanki. Z kolei częstotliwość prądu wpływa na efekty chemiczne, elektryczne i fizjologiczne podczas jego przepływu przez tkanki. Prąd o niewielkiej częstotliwości, m.in. taki jak znajduje się w sieci energetycznej, może powodować wzrost ciśnienia tętniczego krwi, fibrylację komór serca, skurcze mięśni, mrowienie, ból, a nawet śmierć. Dlatego też

w urządzeniach do elektrochirurgii stosuje się prąd o decydującej większej częstotliwości, z reguły powyżej 100 kHz. Dla prądu o tej częstotliwości wpływ na stymulację nerwów i mięśni jest pomijalny, co wiąże się z większym bezpieczeństwem zabiegu i komfortem pacjenta.

Czynnikiem, który również determinuje efekt zabiegu jest tryb pracy prądu. W zależności od spodziewanych efektów, stosuje się prąd sinusoidalny nieprzerywany lub prąd sinusoidalny przerywany. Do cięcia tkanek z reguły stosuje się prąd sinusoidalny o wysokiej mocy przy wykorzystaniu elektrod o małej powierzchni. Z kolei w zabiegach koagulacji z reguły stosuje się przerywaną falę sinusoidalną.

Na uzyskiwany efekt tkankowy będzie miało także wpływ napięcie generowane przez urządzenie do elektrochirurgii. Pracując przy zastosowaniu stałego napięcia, jakość efektu chirurgicznego będzie zależała przede wszystkim od oporu elektrycznego tkanek i tylko w niewielkim stopniu od wielkości używanej elektrody. Niektóre urządzenia działają w trybie, w którym napięcie jest dostosowywane do rodzaju tkanki (np. jej uwodnienia). W takim wypadku efekt zabiegu jest zależny od powierzchni zastosowanej elektrody, ale niezależny od opracowywanej tkanki tak długo jak napięcie jest stałe.

Elektrochirurgia jest coraz szerzej stosowana nie tylko na salach operacyjnych, ale również w zakresie małoinwazyjnej medycyny estetycznej. Zakres zabiegów, w których znajdują zastosowanie techniki elektrochirurgiczne obejmuje: ujędrnianie skóry, redukcję zmarszczek, likwidację cieni pod oczami, redukcję przebarwień skóry, usuwanie blizn potrądzikowych i przerostowych, odmładzanie twarzy, terapię rozstępów.

Należy podkreślić, że metody elektrochirurgiczne w medycynie estetycznej mogą być szerzej stosowane niż klasyczne metody optyczne (lasery, IPL). W klasycznych meto-

dach optycznych, energia fala elektromagnetycznych, laserowych czy IPL, oddziałuje z wybranymi chromoforami skóry. W przypadku laserów nieablacyjnych jest to z reguły hemoglobina i woda, natomiast dla laserów ablacyjnych jest to z reguły woda. Wobec powyższego, zgodnie z teorią wybiórczej fototermolizy, która sankcjonuje działanie laserów i IPL na skórę, oddziaływanie energii optycznej zależy przede wszystkim od stężenia chromoforów skóry. W efekcie, jeżeli stężenie danego chromoforu w tkankach jest za niskie, efekty zabiegu mogą być niesatysfakcjonujące, natomiast w przypadku za wysokiego stężenia danego chromoforu może generować działania niepożądane, np. w przypadku wysokiej zawartości melaniny u pacjentów z wysokim fototypem skóry. Metody elektrochemiczne są pozbawione tych wad, działają niezależnie od obecnych w skórze chromoforów.

Metody elektrochirurgiczne pozwalają również na precyzyjną ablację tkanek przy minimalnym marginesie koagulacji lub karbonizacji krawędzi rany. W badaniach Silverman i wsp. na modelu skóry psiej wykazano, że zastosowanie metod elektrochirurgii wysokoczęstotliwościowej (z zakresu 4 MHz) powoduje najmniejszą koagulację krawędzi rany w stosunku do lasera CO₂ i metod elektrochirurgii monopolarnej. Jedynie 0,158 mm tkanki wykazywało efekt uszkodzenia termicznego przy elektrochirurgii w zakresie 4 MHz w stosunku do 0,233 mm dla elektrochirurgii monopolarnej i 0,215 mm dla lasera ablacyjnego CO₂.

Należy jednak podkreślić, że porównanie lasera CO₂ i metod elektrochirurgicznych nie jest jednoznaczne. Zarówno głębokość oddziaływania, jak i inne efekty tkankowe, są w dużej mierze zależne od zastosowanego urządzenia, modelu badawczego, nastawów (parametrów) urządzeń, jak i tkanki poddawanej zabiegowi. Wobec powyższego porównywanie badań prowa-

dzonych przez różne ośrodki przy zastosowaniu tych dwóch technik jest niejednoznaczne. Niemniej jednak na korzyść metod elektrochirurgicznych przemawiają niższe koszty oraz brak konieczności zabezpieczenia oczu (zarówno operatora jak i pacjenta). Pewną niedogodnością dla obu metod jest fakt, że podczas ablacji tkanek mogą pojawiać się potencjalnie niebezpieczne gazy. Rozwiązaniem tego problemu są wyciągi, które skutecznie zasysają powstające lotne produkty ablacji tkanek.

Coraz popularniejsze są również elektrochirurgiczne metody frakcyjne. W tym celu stosuje się aplikatory wielopinowe, które nakłuwają skórę. Pomiędzy miejscami nakłucia skóra pozostaje nieuszkodzona, co przyspiesza proces rekonwalescencji. Jednocześnie zastosowanie elektrod, których część proksymalna (znajdująca się bliżej powierzchni skóry) jest izolowana, minimalizuje oddziaływanie wysokiej temperatury na naskórek. Jest to bardzo istotny czynnik, ponieważ miejscem docelowym działania elektrody powinna być skóra właściwa, gdzie w wyniku oddziaływania wysokiej temperatury dochodzi do produkcji białek szoku termicznego, które stymulują fibroblasty do produkcji kolagenu *de novo* oraz wpływają na remodeling macierzy zewnątrzkomórkowej. Z kolei zwiększanie temperatury w obrębie naskórka może prowadzić do uszkodzenia melanocytów w obrębie warstwy podstawnej i objawów hipopigmentacji. Należy podkreślić, że po aplikacji elektrod do skóry prąd elektryczny wysokiej częstotliwości będzie oddziaływał przede wszystkim na tkanki lepiej uwodnione – będące lepszym przewodnikiem. Jest to istotna zaleta w stosunku do metod optycznych, m.in. laserów ablacyjnych, gdzie istnieje duże ryzyko uszkodzenia naskórka.

Ciekawym przykładem narzędzia do elektrochirurgii jest urządzenie Wavetronic 6000 Touch firmy Loctal. Wavetronic 6000

Touch jest urządzeniem elektrochirurgicznym działającym w zakresie wysokich częstotliwości. Wytwarza ono efekty biofizyczne podobne do uzyskiwanych przy zastosowaniu technologii laserowej. Jest to niskoinwazyjna i skuteczna metoda pozwalająca na uzyskanie precyzyjnego cięcia oraz koagulacji tkanek za pomocą energii elektromagnetycznej w paśmie megaherców (MHz). Ilość ciepła utajonego dostarczonego sąsiadnym tkankom w przypadku zakresu megaherców jest znacznie mniejsza niż w przypadku niskich częstotliwości w paśmie kiloherców (kHz). W związku z powyższym, sąsiednie tkanki nie ulegają uszkodzeniom termicznym, a wycięty fragment posiada jakość klasyfikującą go do badania histologicznego, podobnie jak w przypadku klasycznego skalpela chirurgicznego. Metoda wysokiej częstotliwości zapewnia doskonałą jakość cięcia przy minimalnym krwawieniu, szybsze zabliznianie, redukcję blizn przerostowych, minimalny dyskomfort pooperacyjny i maksymalnie wyniki estetyczne.

Podsumowując, metody elektrochirurgiczne, zwłaszcza wysokich częstotliwości, są coraz popularniejsze we współczesnej medycynie estetycznej. Dają dużo możliwości terapeutycznych, efekt ich działania nie zależy od stężenia chromoforów skóry oraz są z reguły tańsze niż zaawansowane metody laserowe.

Piśmiennictwo:

1. Abraham MT, Keller GS, Pinkosky G, Feibleman CE, Kelly J, Man D, Glenn M. Microcoblaction: nonablative skin rejuvenation. *Facial Plast Surg.* 2004 Feb;20(1):51-6.
2. Alexiades-Armenakas M, Dover JS, Arndt KA. Unipolar radiofrequency treatment to improve the

- appearance of cellulite. *J Cosmet Laser Ther* 2008;10:148-53.
3. Gold MH, Biron JA. Treatment of acne scars by fractional bipolar radiofrequency energy. *J Cosmet Laser Ther* 2012;14:172-8.
 4. Gold MH, Heath AD, Biron JA. Clinical evaluation of the SmartSkin fractional laser for the treatment of photodamage and acne scars. *J Drugs Dermatol* 2009;8(11 Suppl):S4-8.
 5. Grekin RC, Tope WD, Yarborough JM Jr, Olhoffer IH, Lee PK, Leffell DJ, et al. Electrosurgical facial resurfacing: a prospective multicenter study of efficacy and safety. *Arch Dermatol* 2000;136:1309-16.
 6. Hantash BM, Ubeid AA, Chang H, Kafi R, Renton B. Bipolar fractional radiofrequency treatment induces neoelastogenesis and neocollagenesis. *Lasers Surg Med* 2009;41:1-9.
 7. Hruza G, Taub AF, Collier SL, Mulholland SR. Skin rejuvenation and wrinkle reduction using a fractional radiofrequency system. *J Drugs Dermatol* 2009;8:259-65.
 8. Javate RM, Cruz RT Jr, Khan J, Trakos N, Gordon RE. Nonablative 4-MHz dual radiofrequency wand rejuvenation treatment for periorbital rhytides and midface laxity. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 2011;27:180-5.
 9. Krueger N, Sadick NS. New-generation radiofrequency technology. *Cutis* 2013;91:39-46.
 10. Lee SJ, Goo JW, Shin J, Chung WS, Kang JM, Kim YK, et al. Use of fractionated microneedle radiofrequency for the treatment of inflammatory acne vulgaris in 18 Korean patients. *Dermatol Surg* 2012;38:400-5.
 11. Silverman EB, Read RW, Boyle CR, Cooper R, Miller WW, McLaughlin RM. Histologic comparison of canine skin biopsies collected using monopolar electrosurgery, CO₂ laser, radiowave radiosurgery, skin biopsy punch, and scalpel. *Vet Surg*. 2007 Jan;36(1):50-6.
 12. Taheri A, Mansoori P, Sandoval LF, Feldman SR, Pearce D, Wiliford PM. Electrosurgery: part I. Basics and principles. *J Am Acad Dermatol*. 2014 Apr;70(4):591.e1-591.e14. doi: 10.1016/j.jaad.2013.09.056.
 13. Taheri A, Mansoori P, Sandoval LF, Feldman SR, Pearce D, Wiliford PM. Electrosurgery: part II. Technology, applications, and safety of electrosurgical devices. *J Am Acad Dermatol*. 2014 Apr;70(4):607.e1-607.e12. doi: 10.1016/j.jaad.2013.09.055.
 14. Zinder DJ. Common myths about electrosurgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;123:450-5.