

Aplicațiile electromiografiei în obstetrică

Electromyography applications in obstetrics

Anda
Gheorghită¹,
Dragoș
Nemescu^{1,2},
Mircea
Onofriescu^{1,2}

1. Spitalul Clinic
de Obstetrică și Ginecologie
„Cuza Vodă” Iași
2. Universitatea
de Medicină și Farmacie
„Gr. T. Popa” Iași,
Departamentul
de Obstetrică și Ginecologie

Correspondență:
Dragoș Nemescu
e-mail: dragos.nemescu@
umfiiasi.ro

Abstract

It is widely accepted that uterine contractions are generated by the electrical activity of myometrial cells. Early in gestation, this electrical activity is low and becomes more intense and synchronized later in pregnancy, peaking at term. Actual technology allows recording and characterizing electromyographic signals, using electrodes placed on the abdominal surface. This is a noninvasive technique, electrohysterography (EMG), which can be used to monitor human uterine electrical events. In clinical settings, it could help the clinician to differentiate uterine contractions that will lead to delivery, premature or at term, from physiological uterine activity. As the key of preterm labor is prevention and treatment, EMG could be an important tool to use for this purpose. We are describing the available techniques and their applications.

Keywords: *electrohysterogram, electromyography, preterm labor, uterine activity*

Rezumat

Este pe deplin acceptat că activitatea uterină contractilă este generată de activitatea electrică din celulele mio-metriale. Această activitate electrică este redusă și ne-coordonată precoce în sarcină, dar devine intensă și sincronizată în sarcina tardivă, pentru a atinge maximul la termen. Tehnologia actuală ne permite să înregistrăm și să caracterizăm semnalele electromiografice preluate de la nivelul suprafeței peretelui abdominal în timpul sarcinii. Această tehnică, noninvazivă - electrohisterografia -, este o metodă de monitorizare a evenimentelor electrice uterine. Astfel, ar putea ajuta clinicianul să diferențieze contracțiile uterine ce vor conduce către naștere, prematură sau la termen, de activitatea uterină fiziologică. Cheia prevenției și tratamentului nașterii premature este diagnosticul precoce, iar EMG poate fi o unealtă importantă pentru atingerea acestui scop. Prezentăm tehnicile disponibile și aplicațiile acestora.

Cuvinte-cheie: *electrohisterogramă, electromiografie, naștere prematură, activitate uterină*

Aplicațiile electromiografiei în obstetrică

Uterul, cel mai important organ al gestației, este implicat în toate etapele acesteia. Astfel, facilitează inițial procesele de nidație, implantație și placentatie; pe tot parcursul sarcinii protejează oul și permite creșterea până la termen; în mecanismul nașterii asigură forța necesară dilatării și expulziei fătului; în lehozie asigură hemostaza eficientă. Creșterea fătului până la sfârșitul sarcinii și începutul travaliului necesită o serie de transformări funcționale din partea miometrului, cu menținerea unui tonus uterin stabil, fără contracții. Astfel, pe parcursul sarcinii, se reduce potențialul membranelor de repaus, ceea ce contribuie la scăderea excitabilității musculare. Începând cu a doua jumătate a sarcinii apar potențiale de acțiune neregulate, cu amplitudine redusă. Pe măsură ce se apropie momentul nașterii, aceste potențiale cresc treptat, facilitând contractilitatea musculară⁽¹⁾. Pentru aceasta, proprietățile electrice ale celulelor mio-metriale se modifică, favorizând generarea și propagarea potențialelor de acțiune.

Parturiția se realizează în două etape principale: prima, de lungă durată, de pregătire, și a doua, scurtă (travaliul activ), de câteva ore. Acestea pot fi separate printr-o „fază intermediară”, care este important să fie recunoscută la timp în situația critică a nașterii

premature, deoarece poate fi inactivată printr-un tratament eficient.

Declanșarea travaliului la termen implică o reducere a inhibitorilor mio-metriali în favoarea activării proceselor stimulatorii. Similar, nașterea prematură poate fi declanșată prin întreruperea mecanismelor responsabile de menținerea „liniștii” uterine pe parcursul sarcinii sau printr-un scurtcircuit al cascadei normale din parturiție. Adevărata încercare a clinicianului apare în situația diferențierii contracțiilor uterine, ce vor conduce la modificarea colului și în final la naștere, de activitatea uterină inofensivă, inconstantă, considerată fiziologică.

Metodele directe de evaluare a activității uterine sunt invazive, scumpe, neputând fi utilizate în mod curent în practică. Astfel, măsurarea presiunii intrauterine printr-un cateter plasat în interiorul cavității uterine (intrauterine pressure catheter, IUPC) a fost considerată mult timp metoda de referință (gold standard). Este o metodă invazivă, ce se poate aplica doar în situația membranelor rupte și care poate, ea însăși, să crească riscul nașterii premature prin potențialul infecțios.

De-a lungul timpului, activitatea uterină a fost relată de cele mai multe ori de către paciente, iar obstetricienii o evaluează predominant indirect prin examenul vaginal (scorul Bishop), evaluarea ecografică a colului

și fibronectina fetală. Aceste metode sunt cele mai utilizate, dar au câteva neajunsuri majore: sunt subiective și inexacte, conducând adesea la erori de diagnostic și tratament, cu consecințe clinice importante⁽²⁾.

Tocografia înregistrează activitatea mecanică uterină printr-un transductor amplasat pe abdomenul mamei. Acesta decelează frecvența și durata contracțiilor indirect, prin deformarea peretelui abdominal consecutiv apariției contracției uterului. Comparativ cu măsurarea directă a presiunii intrauterine, s-a constatat că unele paciente resimt doar ~15% din contracțiile înregistrate prin tocografie, iar altele acuză contracții ce nu sunt însă obiectivate pe monitorizare⁽³⁾.

Magnetomiografia (MMG) înregistrează, de asemenea, indirect activitatea uterină prin magnetografie, metodă noninvazivă, bazată pe identificarea câmpului magnetic activat în cursul activității electrice uterine. Avantajul constă în faptul că înregistrarea este independentă de conductivitatea țesuturilor⁽⁴⁾.

Electromiografia (electromyography/electrohysteromyography, EMG/EHG) înregistrează activitatea electrică folosind electrozi implantați direct în miometru (internă) sau plasați la nivelul abdomenului matern (externă). Bineînțeles, de largă utilizare este cea din urmă metodă, fiind noninvazivă, fără riscuri materne și/sau fetale, nedureroasă, deci ușor de acceptat (figura 1).

EMG măsoară variațiile potențialului membranelor celulelor miometriale, asigurând o evaluare cantitativă a activității uterine. Explorarea a fost menționată pentru prima dată de Veit în 1912, dar a început să fie studiată abia în jurul anilor '50⁽⁵⁾. Pionierii tehnicii au experimentat-o la șobolani, iepuri și oi, iar ca să fie mai aproape de modelul uman, la maimuțe^(1,6). Ulterior a devenit un subiect de real interes pentru monitorizarea sarcinii și a travaliului. În prezent s-a obținut creșterea acurateții semnalului prin îmbunătățirea sistemelor de filtrare și reducerea artefactelor⁽⁷⁾.

Studiile au constatat că aspectul semnalului electric înregistrat cu electrozi de suprafață nu depinde de poziția acestora față de uter^(6,8). În schimb, amplitudinea semnalului depinde de distanța dintre electrozi, tipul acestora, prezența interfeței lichidiene între piele și electrozi, grosimea și impedanța pielii, distanța dintre electrozi și uter. Obezitatea maternă poate afecta calitatea înregistrării prin îndepărtarea electrozilor de perețele uterin și conductanța scăzută prin țesutul adipos⁽⁹⁾. De asemenea, s-au constatat alterări ale semnalului, induse de poziția placentei, respectiv de localizarea anterioară^(10,11). Au fost dezvoltate multiple dispozitive pentru o cât mai bună captare și prelucrare a semnalelor. Numărul și modul de plasare a electrozilor, compoziția acestora, eliminarea artefactelor, cuantificarea semnalelor pentru analiză și interpretare au necesitat diverși algoritmi matematici^(7,8,11,12,13).

Activitatea uterină poate fi complet caracterizată înregistrând semnalul abdominal în frecvențele 0-5 Hz⁽¹⁴⁾. Sunt descrise două intervale de frecvență: frecvență joasă (Fast Wave Low, FWL), în relație cu propagarea

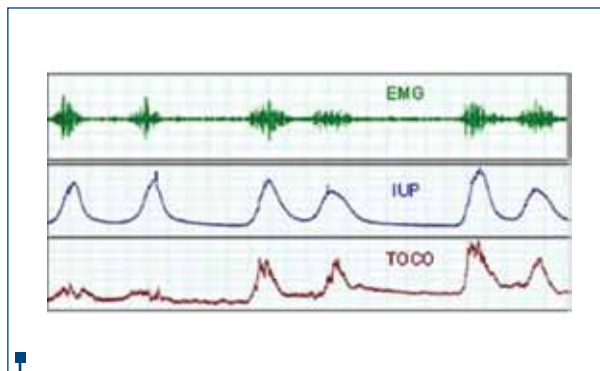


Figura 1. Înregistrări comparative ale activității uterine: EMG, electromiografie, IUP, presiune intrauterină și TOCO, tocografie externă

activității electrice, și cu frecvență înaltă (Fast Wave High, FWH), în relație directă cu excitabilitatea uterului^(12,15). Semnalul în EMG uterin nu este staționar⁽¹⁵⁾.

În 2001, Verdenik a constatat că activitatea electrică uterină devine mai intensă și mai sincronizată cu cât se apropie momentul nașterii⁽¹⁶⁾. Ulterior, Maner și col. au demonstrat că activitatea electrică crescută în trimestrul al treilea poate realiza o predicție a nașterii cu 24 de ore înainte de nașterea la termen și cu 4 zile înainte de nașterea prematură⁽¹⁷⁾. De asemenea, Garfield și col. au comparat activitatea electrică premergătoare travaliului (>24 h) și cea din pretravaliu (<24 h). Expresată prin densitatea puterii spectrale a vârfurilor de frecvență (power density spectrum of peak frequency), aceasta a fost semnificativ mai redusă antepartum față de pacientele care au născut la <24 de ore de la înregistrare⁽¹⁸⁾.

Sarcina normală, cu travaliu declanșat spontan la termen, de cele mai multe ori nu necesită o intervenție specială și de aceea o monitorizare a contractilității și a stării fetale poate fi suficientă. Când travaliul este indus, din cauza unei indicații materne sau fetale, atunci calitatea semnalelor înregistrate devine importantă⁽¹⁹⁾.

Most O. a căutat să stabilească dacă electromiografia poate diferenția falsul de adevăratul travaliu declanșat prematur⁽²⁰⁾. S-au studiat la gravidele cu vârsta gestațională de 24-34 de săptămâni perioada dintre contracții, amplitudinea contracției și media pătratică a activității electrice (Root Mean Square, RMS), fiind elaborat un scor pentru predicția nașterii premature în următoarele 14 zile. Scorul a fost comparat cu fibronectina fetală și lungimea colului. În final, măsurarea activității electrice miometriale a permis identificarea pacientelor cu risc crescut de a intra prematur în travaliu, cu o valoare predictivă negativă de 79% și, respectiv, pozitivă de 69%.

De asemenea, Euliano a folosit EMG într-un model spațio-temporal al activității uterine în travaliul normal. El a studiat centrul activității uterine (Center of Uterine Activity, CUA) și direcția de propagare a undei de contracție, respectiv, în sus, spre fundul uterului, sau inferior, spre istm. Concluzia a fost că propagarea spre fundul uterului se corelează mult mai bine cu pro-

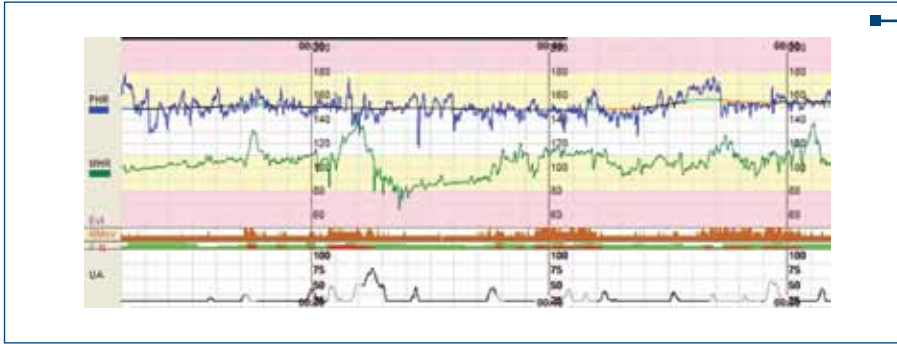


Figura 2. Monitorizare Holter, prin electrocardiografie, a frecvenței cardiace fetale (FHR), frecvenței cardiace maternelle (MHR) și a activității uterine (UA). F/N reprezintă calitatea semnalului electrocardiografic. Activitatea maternă (MMov) este înregistrată de un accelerometru

gresul eficient și normal al travaliului către o naștere naturală. Astfel, înregistrarea electromiografică, ce nu va corespunde hărții distribuției și direcției mișcării unei contractii normale în miometru, va putea să identifice distocia dinamică, cu posibilitatea aplicării conduitei terapeutice necesare; însă, în acest sens, mai sunt necesare studii⁽²¹⁾.

Grgic și colab. au înregistrat activitatea electrică miometrială la gravide cu col scurtat <25 mm, între 16 și 23 de săptămâni, timp de 20 de minute, urmărind prezența sau absența potențialelor de acțiune (PA). Rezultatele au arătat o bună corelație între activitatea uterină crescută (PA mai frecvente) și scurtarea canalului cervical. Riscul de naștere prematură a fost caracterizat prin cel puțin 20 PA cu amplitudinea >500 mV în 20 de minute⁽¹⁰⁾.

Euliano și colab. au demonstrat superioritatea EHG în travaliu, atât din punct de vedere calitativ, cât și a raportului cost-eficiență, prin înregistrări concomitente tocografice și a presiunii intrauterine⁽²²⁾.

Pentru a putea selecta sau discrimina contractiile fiziologice de cele patologice, EHG a fost comparată cu celelalte metode de monitorizare a travaliului. Aceasta poate permite stabilirea unui tratament medicamentos corespunzător^(4,7,22,23) sau contribuie la aprecierea calității contractiilor uterine în travaliu, ca factor predictiv pentru nașterea vaginală versus cezariană⁽²⁴⁾.

Obezitatea maternă rămâne o provocare în obstetrică, întrucât oricând pot apărea complicații în travaliu și de aceea necesită o foarte bună monitorizare⁽²⁵⁾. La aceste paciente, înregistrarea tocografică se face cu „dificultate”, înregistrarea IUPC are risc cumulat de infecție intraamniotică, iar disfuncțiile contractile greu identificabile și controlabile medicamentos prelungesc travaliul și de cele mai multe ori conduc spre terminarea nașterii prin cezariană^(9,26). Pentru aceste paciente, o soluție o reprezintă Holterul Monica AN 24⁽²⁷⁾. Acest dispozitiv a fost creat din dorința de a monitoriza produsul de concepție cât mai atent, în condițiile unei sarcini patologice din punct de vedere matern sau fetal. Astfel, inginerii și medicii de la Universitatea din Nottingham, Marea Britanie, au dezvoltat un monitor cardiac fetal, care este capabil să identifice frecvența cardiacă fetală, frecvența cardiacă maternă, mișcările fătului, mișcările maternelle și activitatea electrică mio-

metrială (figura 2). Este proiectat pentru o monitorizare noninvazivă și de durată, permițând urmărirea stării de sănătate a fătului în afara spitalului.

Pentru ușurința utilizării a fost redus la dimensiunile unui telefon mobil, se alimentează prin intermediul unei baterii reîncărcabile; preia semnalele de la nivelul abdomenului matern cu ajutorul a 5 electrozi, care se atașează intim pe tegument, semnale pe care le transmite fie wireless, în timp real, fie le înmagazinează și pot fi descărcate pe un computer, pentru a putea fi analizate (figura 3).

Calitatea semnalelor nu este influențată de BMI matern, poziția și mișcările fătului. Este bine tolerat, întrucât nu limitează activitatea curentă a gravidei, nu necesită curele pentru fixare (ca la TOCO) și nu reține pacienta la pat.

În concluzie, nu există o tehnologie general valabilă pentru o monitorizare obiectivă a contractilității uterine pe parcursul sarcinii. Marea majoritate a studiilor au fost efectuate în cursul travaliului, perioadă în care s-a constatat o calitate superioară a semnalului înregistrat prin EHG comparativ cu IUPC. Totuși, EHG are tendința de a prezenta o activitate suplimentară, deoarece înregistrează



Figura 3. Holter fetal Monica AN 25, cu dispunerea abdominală a electrozilor

potențialul electric în miometru la momentul apariției, spre deosebire de IUPC, care înregistrează contracția sincronizată în tot miometrul. Nu este posibilă comparația amplitudinii celor două semnale, întrucât se folosesc unități de măsură diferite (mmHg versus microvolți) și, de asemenea, durata contracției a fost greu de comparat deoarece IUPC înregistrează durata efectului fazei de depolarizare, iar EHG înregistrează întreaga perioadă dintre depolarizări.

În prezent, cea mai simplă și accesibilă modalitate de identificare a contracțiilor uterine rămâne tocogra-

fia. Totuși, singura informație exactă pe care o poate furniza este doar numărul contracțiilor, pentru restul parametrilor cantitativi (durata și intensitatea) având o acuratețe slabă.

EMG detectează un număr mai mare de contracții, oferă informații despre amplitudinea și durata acestora, însă are neajunsul că interpretarea acestora este mai dificilă și necesită un sistem computerizat. Potențialul major al EHG rămâne evaluarea activității uterine pentru identificare statusului contractil al unei gravide cu risc crescut de naștere prematură. ■

Bibliografie

- Buhimschi C, Boyle MB, Saade GR, Garfield RE. Uterine activity during pregnancy and labor assessed by simultaneous recordings from the myometrium and abdominal surface in the rat. *Am J Obstet Gynecol* 1998;178:811-22.
- Lucovnik M, Chambliss RL, Garfield RE. Costs of unnecessary admissions and treatments for 'threatened preterm labor'. *Am J Obstet Gynecol*, 2013;209(3):1-3.
- Schlembach D, Maner WL, Garfield RE, Maul H. Monitoring the progress of pregnancy and labor using electromyography. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2009;144, Suppl 1:S33-9.
- Nagarajan R, Eswaran H, Wilson JD, Murphy P, Lowery C, Preissl H. Analysis of uterine contractions: a dynamical approach. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2003;14:8-21.
- Veit J. Das Electrometrogram. *J. Zentralbl. Gynaekol*, 1912; 36:161.
- Mansour S, Devedeux D, Germain G, Marque C, Duchene J. Uterin EMG spectral analysis and relationship to mechanical activity in pregnant monkeys. *Med Biol Eng Comput*, 1996; 34:115-21.
- Ye-Lin Y, Garcia-Casado J, Prats-Boluda G, Perales A. Automatic identification of motion artifacts in EHG recording for robust analysis of uterine contractions. *Comput Math Methods Med*. 2014; 2014:470786.
- Maner WL, Garfield RE, Maul H, Olson G, Saade G. Predicting preterm delivery with transabdominal uterine electromyography. *Obstet Gynecol*, 2003;101:1254-60.
- Hilliard A, Chauhan S, Zhao Y, et al. Effect of obesity on length of labor in nulliparous women. *Am J Perinatol*, 2011;21:11.
- Marque C, Duchene JM, Leclercq S, Panczer GS, Chaumont J. Uterine EHG processing for obstetrical monitoring. *IEEE Trans Biomed Eng*, 1986;33:1182-7.
- Grgic O, Matijevic R, Kuna K. Raised electrical uterine activity and shortened cervical length could predict preterm delivery in a low risk population. *Arch Gynecol Obstet*. 2012;285(1):31-5.
- Devedeux D, Marque C, Mansour S, Germain G, Duchene J. Uterine electromyography: a critical review. *Am J Obstet Gynecol*, 1993;169:1636-53.
- Matonia A, Jezewski J, Horoba H, Gacek A, Labaj P. The maternal ECG suppression algorithm for efficient extraction of the fetal ECG from abdominal signal. In Proceedings of the 28-th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS), 2006, vol.1-5:296-9.
- Jezewski J, Horoba K, Matonia A, et al. Quantitative analysis of contraction patterns in electrical activity signal of pregnant uterus as an alternative to mechanical approach. *Physiol Meas*, 2005;26:753-67.
- Terrien J, Marque C, Germain G, Ridge Application to the analysis of uterine electromyogram. *IEEE Trans Biomed Eng*, 2008;55:1496-503.
- Verdenik I, Pajntar M, Leskosek B. Uterine electrical activity as predictor of preterm birth in women with preterm contractions. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2001;95(2):149-53.
- Maner WL, Garfield RE. Identification of human term and preterm labor using artificial neural networks on uterine electromyography data. *Ann Biomed Eng*, 2007;35:465-73.
- Garfield R, Maner W, Maul H, Saade G. Use of uterine EMG and cervical LIF in monitoring pregnant patients. *BJOG*, 2005;112(Suppl 1):103-8.
- Jezewski J, Horoba K, Matonia A, Wrobel J. Quantitative analysis of contraction patterns in electrical activity signal of pregnant uterus as an alternative to mechanical approach. *Physiol Meas*, 2005;26:753-67.
- Most O, Langer O, Kerner R, et al. Can myometrial electrical activity identify patients in preterm labor? *Am J Obstet Gynecol*, 2008;199:378.e1-6.
- Euliano TY, Marossero D, Nguyen MT, Euliano NR, Principe J, Edwards RK. Spatiotemporal electrohysterography patterns in normal and arrested labor. *Am J Obstet Gynecol*, 2009;200(1): 54-7.
- Euliano TY, Nguyen MT, Darmanjan S, et al. Monitoring uterine activity during labour: a comparison of 3 methods. *Am J Obstet Gynecol*, 2013;208:66.e1-6.
- Rabotti C. Characterization of Uterine Activity by Electrohysterography, Eindhoven University of Technology, The Netherlands, 2010.
- Vasak B, Graatsma EM, Hekman-Drost E, et al. Uterine electromyography for identification of first stage labour arrest in term nulliparous women with spontaneous onset labour. *Am J Obstet Gynecol*, 2013;209:232, e 1-8.
- Raatikainen K, Heiskanen N, Heinonen S. Transition from overweight to obesity worsens pregnancy outcome in a BMI-dependent manner. *Obesity*, 2006;14:165-71.
- Reinhard J, Hayes-Gill B, Schiermeier S, et al. Uterine activity monitoring during labour - a multi-centre, blinded two-way trial of external tocodynamometry against electrohysterography. *Z Geburtshilfe Neonatol*, 2011;215:199-204. *Rev* 1962;42:213-27.
- Cohen WR, Hayes-Gill B. Influence of maternal body mass index on accuracy and reliability of external fetal monitoring techniques. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2014;93(6):590-5.